



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ZIANE ACHOUR-DJELFA

Faculté des sciences de nature et de la vie

Département des sciences agrovétérinaires

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Spécialité : Qualité du produits et sécurité alimentaire

Thème

Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de
quelques puits destinées à la consommation humaine
de la région de Messaad wilaya de Djelfa

Présenté par : KECHIDA MOHAMED

Soutenu devant le jury:

Président :	Mme. SBA B	M A A	Université de Djelfa
Promoteur :	Mr BENMADANI S	M C B	Université de Djelfa
Co-promoteur :	Mr REBHI A	M C B	Université de Djelfa
Examineur :	Mme KHERISSAT A	M A A	Université de Djelfa

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu qui a donné la force, le courage et la volenté pour réaliser ce travail.

Toute ma reconnaissance:

A mon encadrant Dr :**BENMADANI SAAD** qui a fait avancer ses étudiants sur le chemin du savoir et pour l'aide généreuse, l'orientation et les précieux conseils et son encouragement qui m'ont permis de réaliser ce travail.

Et je remercie aussi Dr: **REBHI ABDEKGHANI**

Je remercie vivement tous les membres du jury d'avoir accepté d'examiner mon travail:

Je remercie l' A D E unité de Djelfa et surtout
Mr **HEBCHI SAMIR**

De par l'impossibilité de citer tous les noms, je remercie tous ceux qui m'aident de près ou de loin à achever ce travail.

Dédicace

Je dédie mon travail à mon père, en particulier,
À ma mère qui m'a soutenu et encouragé tout au
long de mes années scolaires.

À mon père, que Dieu lui fasse miséricorde.
Je dédie ce travail à ma femme Fatiha et à mes
enfants, Louay, Layan et Ahmed.

À mon beau père Bensaleme Abdelaziz et ma
belle mère Kechida Zineb

À mes frères et sœurs, je demande à Dieu de
vous accorder la santé, le bonheur et la réussite.

Sans oublier mes amis, En particulier
(KERRACHE HACENE) et leurs encouragements,
je leur souhaite du succès.

Kechida mohamed

Tableau des matières

Titre	Page
Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.....	01
Partie I: bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur l'eau	
I. Caractères des eaux.....	04
I.I. Définition de l'eau.....	04
1.2. Structure de l'eau.....	04
1.3. L'importance de l'eau.....	05
1.4. Les états physiques de l'eau.....	05
1.4.1. Etat liquide (eau proprement dite)	05
1.4.2. Etat solide (glace)	05
1.4.3. Etat gaz (vapeur d'eau)	05
1.5. Cycle de l'eau.....	05
11. Eau potable.....	06
11.1. Origine des eaux potables.....	06
11.1.1. Les eaux souterraines.....	06
11.1.2. Eaux de surface.....	07
III. Les principaux paramètres influençant sur la qualité de l'eau.....	07
III.1. Paramètres organoleptiques.....	07
III.2. Les paramètres physico-chimiques.....	08
III.2.1. Les paramètres physiques.....	08
III.2.2. Les paramètres chimiques.....	09
III,3. Les paramètres bactériologiques.....	11
Chapitre II :Pollution des eaux et M.T.H	
I. Généralité sur la pollution de l'eau.....	16
II. Principaux types de pollution.....	16
II.1. Pollution physique.....	16

Tableau des matières

II.2. Pollution chimique.....	17
II.3. Pollution biologique.....	17
III. Conséquences de la pollution des eaux.....	18
III.1. Conséquences sanitaires.....	18
III.2. Conséquences écologiques.....	18
III.3. Conséquences esthétiques.....	19
III.4. Conséquences industrielles.....	19
III.5. Conséquences agricoles.....	19
IV. Les maladies à transmission hydrique.....	19
IV.1. Principales maladies d'origine hydrique.....	20
IV.1.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.....	20
IV.1.2. Choléra.....	20
IV.1.3. Gastro-entérite.....	20
IV.1.4. Dysenterie Bacillaire.....	21
IV.1.5. Dysenterie Amibienne (Amibiase).....	21
IV.1.6. Giardases.....	21
IV.1.7. Hépatites A.....	21
IV.2. Les maladies à transmission hydriques en Algérie.....	22
IV.3. Les facteurs favorisant la propagation des maladies à transmission hydrique en Algérie.....	22
IV.4. Les causes des maladies à transmission hydriques.....	23
IV.5. Les recommandations de lutte contre les M. T.H.....	24
Chapitre III : Présentation de la zone d'étude	
I. Situation Géographique et administrative de la zone d'étude.....	26
I.1. Analyse du milieu physique.....	27
I.1.1. Géologie.....	27
I.1.2 géomorphologie.....	28
I.1.2.1. Les reliefs.....	29
I.1.2. Hydrologie.....	30
I.1.3. Hydrogéologie.....	30
II. Traitement de l'eau distribuée	32
II.1. Objectifs de traitement.....	32
II.2. Les étapes nécessaires au traitement des eaux.....	32

Tableau des matières

II.2.1. Coagulation et floculation.....	33
II.2.2. Décantation.....	33
II.2.3. Filtration.....	34
II.2.4. Désinfection.....	34

Partie II: expérimentale

Chapitre I : Matériels et Méthodes

I. Présentation de l'ADE unité de Djelfa.....	37
I.1. Définition de l'établissement	37
I.1.1. Centres gérés par l'Unité Algérienne de l'Eau à Djelfa.....	37
I.1.2. Découpage administratif de l'établissement.....	37
I.1.3. Tâches de l'Unité Algérienne de l'Eau	39
I.1.4. Aspect technique	39
II. Objectif du travail.....	39
II.1. Protocole expérimental.....	40
II.2. Technique de prélèvement.....	41
II.3. Echantillonnage	41
II.4. Localisation des points de prélèvement.....	41
II.5. Paramètres physico-chimiques.....	42
II.5.1. Les Paramètres physiques.....	42
II.5.2. Les paramètres chimiques.....	45
II.5.2.1. Paramètres de pollution.....	45
II.5.2.2. Paramètres non polluants.....	47

Chapitre II : Résultats et Discussion

I. Résultat des paramètres physico-chimiques.....	53
I.1. Résultat des paramètres physiques.....	53
I.2. Résultat des paramètres chimique.....	56
I.2.1. Paramètre de la pollution.....	56
I.2.2. Paramètres non polluants.....	57
Conclusion	60
Référence bibliographique.....	63
Annexes.....	67

Liste des abréviations

C° : degré Celsius.

$\mu\text{s}/\text{cm}$: micro siemens par centimètre.

A.D.E : Algérienne des eaux.

A.E.P : l'alimentation en eau potable.

C.M.A : concentration maximale admissible.

D.B.O : La demande biochimique en oxygène.

DO : l'oxygène dissous

DPD : Diethyle-N, N-paraphémylène-diamine.

E : Echantillon.

E.coli : Escherichia coli.

EDTA : éthyle diamine tétra acétique.

h : heure.

I.S.O : International Standardisation Organizer.

Kg : Kilo gramme.

Km : Kilo mètre.

Km² : Kilo mètre carré.

MO : matière organique.

M.O.F : Les matières organiques fermentescibles.

M.T.H : maladies à transmission hydrique.

Listes des figures :

Figure N°	Titre	Page
01	Structure angulaire de la molécule d'eau. (Ramade, 1998).	04
02	Représentation schématique du cycle de l'eau globale (Commons.wikipédia.org)	06
03	Nombre de cas déclarés de typhoïde et de choléra sur une décennie (1984-1994) en Algérie. (Bouziyani et Mesli, 2001).	22
04	Situation géographique et administrative de la wilaya déléguée de Messaad	27
05	Carte du model numérique des terrains de la zone d'étude	29
06	Les étapes de traitement de l'eau de consommation (Maachou et Boukhari, 2006)	35
07	Diagramme de l'ADE unité de Djelfa	38
08	Schéma du Protocole expérimental	40
09	La température de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.	53
10	Le pH de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.	54
11	La conductivité de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.	54
12	La turbidité de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.	56

Listes des tableaux :

Tableau N^o	Titre	Page
01	Les normes des paramètres organoleptiques selon la réglementation algérienne (2009)	08
02	Normes de quelques substances toxiques dans l'eau potable selon journal officiel d'Algérie (2009)	11
03	Qualité bactériologique de l'eau de consommation (O.M.S)	14
04	Principaux types de pollutions des eaux, leur nature et leur cause (Ramade, 2000).	17
05	Hydrogéologie de la ville de Messaad	31
06	Site de prélèvement de l'eau de la commune de "Messaad"	41
07	La relation entre la minéralisation et la conductivité de l'eau.	55
08	Les valeurs des paramètres de pollution concernant les échantillons d'eau des quatre forages de la commune de Messaad.	56
09	Les valeurs des paramètres non polluant concernant les échantillons d'eau des quatre forages de la commune de Messaad.	57

ملخص: دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه المستخرجة من بعض الآبار المعدة للاستهلاك البشري بمنطقة مسعد ولاية الجلفة

يعتبر الماء من أكثر الأغذية الضرورية للإنسان ولجميع الكائنات الحية، إلا أنه يمكن أن يسبب خطراً حقيقياً على صحة المستهلك، لذا يجب مراقبته باستمرار قبل استهلاكه.

يهدف هذا العمل لدراسة بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية لأربع عينات (04) عينات تم الحصول عليها من 04 آبار مختارة ببلدية مسعد، بئر 03، بئر المنطقة الصناعية، بئر 05، بئر D6. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع معايير جميع العينات المدروسة مطابقة للمعايير الجزائرية المنصوص عليها، باستثناء بعض المعايير مثل الموصلية (بئر المنطقة الصناعية، البئر 3، البئر D6) وأيضا بعض معايير العناصر غير الملوثة كانت غير مطابقة للمعيار الجزائري.

الكلمات المفتاحية:

مياه الشرب، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، المواصفات الجزائرية، الآبار

Summary: Study of the physicochemical quality of water from some wells intended for human consumption in the region of Messaad wilaya of Djelfa

Water is considered one of the most necessary foods for humans and all living organisms, but it can cause a real danger to the health of the consumer, so it must be constantly monitored before consuming it.

This work aims to study some physical and chemical parameters for four (04) samples obtained from 04 selected wells in the municipality of Messaad, well 03, Industrial Area Well, well 05, Well D6.

The results obtained showed that all standards of all studied samples conform to the stipulated Algerian standards, with the exception of some standards such as conductivity (well area, well 3, well D6) and also some standards of non-contaminated elements that were not in conformity with the Algerian standard.

Keywords:

Drinking water, physicochemical parameters, Algerian standards, wells

Résumé : Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de quelques puits destinées à la consommation humaine de la région de Messaad wilaya de Djelfa

L'eau est considérée comme l'un des aliments les plus nécessaires à l'homme et à tous les organismes vivants, mais elle peut présenter un réel danger pour la santé du consommateur, c'est pourquoi elle doit être constamment surveillée avant de la consommer.

Ce travail vise à étudier certains paramètres physiques et chimiques de quatre (04) échantillons obtenus à partir de 04 puits sélectionnés dans la commune de Messaad, forage 03, forage de Zone Industrielle, forage 05, forage D6.

Les résultats obtenus ont montré que tous les étalons de tous les échantillons étudiés sont conformes aux normes algériennes stipulées, à l'exception de certaines normes telles que la conductivité (forage de Zone Industrielle, forage 03, forage D6) et également de certaines normes d'éléments non contaminés qui n'étaient pas en conformité à la norme algérienne.

Mots clés :

Eaux potable, paramètres physico-chimiques, normes algériennes, forages

Introduction

L'eau est la ressource la plus précieuse et le composé le plus abondant à la surface de la Terre, couvrant plus de 70% de la planète (**Kettab, 2001**). Après la ruée vers l'or et la fièvre du pétrole, l'homme a connu l'importance de cette richesse, inodore, transparente et sans goût. L'homme vient de se rendre compte que les ressources en eau sont en dégradation et seront insuffisantes pour l'alimentation humaine suite à l'augmentation démographique qui mène à un prélèvement intensif d'eau pour la consommation et aussi l'utilisation de l'H₂O dans différents domaines tels que l'industrie, l'irrigation sans oublier la pollution. (**Touahria, 2013**).

L'eau est la seule substance commune trouvée naturellement dans les trois états communs de la matière et elle est essentielle à toutes les vies sur Terre. L'eau représente généralement 70 % du corps humain (**Hossain, 2015**).

Les ressources naturelles en eau sont constituées d'eaux souterraines et superficielles. Elles sont prélevées pour être destinées à la consommation humaine, l'agriculture ou l'industrie (**Beaudry, 1984**).

Au plan mondial, la question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante. Déjà précaire dans certaines régions du globe, la situation ne pourra qu'empirer dans les années à venir (**Barraqué, 2004**).

À l'échelle de la planète, elle semble ne pas manquer environ 40 000 kilomètres cubes d'eau douce s'écoulent chaque année sur les terres émergées, lesquels, partagés entre les 7 milliards d'individus vivant sur Terre, devraient fournir 6 600 mètres cubes d'eau douce à chacun (**Barraqué, 2004**).

Devant les besoins croissants en eau douce, et l'impossibilité de se contenter des ressources naturelles, l'humanité est conduite à étudier et à développer divers procédés permettant de l'obtenir à partir des eaux de mer, des eaux saumâtres, et des eaux usées dans des conditions admissibles techniquement et économiquement (**Kettab A, 2001**).

La qualité de l'eau est indispensable au développement humain et au bien-être. L'accès à une eau sans risque sanitaire est donc l'un des moyens les plus efficaces de promouvoir la santé et de réduire la pauvreté (**OMS, 2017**).

Les eaux souterraines sont la principale source d'eau douce de l'humanité, elles représentent 30 % de l'eau douce de la planète. Le reste constitue les calottes polaires (69 %) ainsi que les fleuves et les lacs (1 %). La majeure partie des eaux souterraines est stockée à une grande profondeur dans des aquifères, des roches perméables et des sédiments. Ces eaux sont extraites à l'aide de puits de pompage.

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique du fait de sa rareté et d'un cycle naturellement perturbé et déséquilibré. Qu'il s'agisse de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, les ressources sont limitées et, compte tenu des problèmes démographiques et de l'occupation de l'espace, d'importants efforts sont nécessaires en matière d'urbanisation intégrée et de gestion rigoureuse dans l'exploitation des réserves, si on veut atteindre la satisfaction des besoins. S'y ajoutent des problèmes de faible mobilisation et de mauvais recyclage par manque de maîtrise des stations d'épuration et l'envasement des retenues **(Boudjadja et al., 2003)**.

Le présent travail s'intéresse à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux de 04 forages de la région de Messaad, il est important de connaître certains paramètres physico-chimiques, qui pourraient être la cause de nombreux problèmes, car la -mauvaise qualité de l'eau de boisson est un problème de santé publique.

Notre travail est divisé en deux parties :

Première partie : Une étude théorique contenant trois chapitres

Chapitre 1: Généralité sur l'eau

Chapitre 2: Pollution des eaux et M.T.H

Chapitre 3: Présentation de la zone d'étude

Deuxième partie expérimentale divisé en deux chapitres

Chapitre 1: Matériels et méthodes

Chapitre 2: Résultats et discussion

Partie I:
bibliographique

Chapitre I
Généralité sur l'eau

I. Caractères des eaux

I.1. Définition de l'eau

L'eau fait de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit ; elle constitue un des éléments familiers de notre vie quotidienne (**Rio, 1999**).

L'un des quatre éléments qu'Aristote définit avec le fer, l'air et la terre pour décrire l'univers, l'eau détermine en grande partie les paysages et les climats de notre globe. Elle est souvent synonyme de vie ou de mort car elle est une composante essentielle de la structure et du métabolisme de tous les êtres vivants (**Friedli, 2002**).

1.2. Structure de l'eau

La formule chimique de l'eau pure est **H₂O**. C'est une molécule triangulaire et polarisée, comme le montre la **figure N°1**.

D'après **Ramade (1998)**, à la température ordinaire, l'eau pure est un liquide incolore, inodore et sans saveur. C'est une substance très stable, qui possède sous pression atmosphérique les propriétés suivantes :

- Se solidifie à 0 °c •
- Bout à 100 °c .
- Sa masse volumique à 4 °c est de 1000 Kg/m³.
- Sa masse volumique à l'état de glace à 0 °c est de 916,6 Kg/m³
- Son angle de valence est de 104,5°

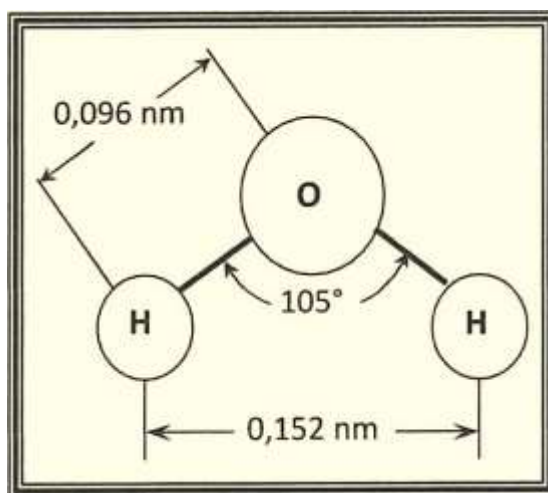


Figure N°01 : Structure angulaire de la molécule d'eau. (Ramade, 1998).

1.3. L'importance de l'eau

L'eau a une importance considérable car d'une part, elle intervient dans la nutrition des plantes à la fois directement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous d'autre part c'est l'un des principaux facteurs de la pédogenèse qui conditionne la plupart des processus de formation des sols. L'eau est la surface la plus répandue de la surface de terre ou elle couvre les deux tiers 2/3 (**Duchaufour, 1997**).

1.4. Les états physiques de l'eau

D'après (**Mireille, 1996**), selon les conditions de température, pression et du milieu (environnement), l'eau peut exister sous trois états : liquide, solide et vapeur.

1.4.1. Etat liquide (eau proprement dite)

A l'état liquide, il y a une association de plusieurs molécules par des liaisons particulières dites liaisons hydrogènes ; chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau est liée à l'atome d'oxygène de la molécule voisine (**Ouali, 2001**).

1.4.2. Etat solide (glace)

Il est obtenu en dessous de 0°C sous la pression atmosphérique ; l'arrangement élémentaire consiste en une molécule d'eau centrale et quatre périphériques, l'ensemble affectant la forme d'un tétraèdre régulière (**Degrement, 1989**).

1.4.3. Etat gaz (vapeur d'eau)

Il est obtenu à partir de 100⁰ C, à la pression atmosphérique les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et il correspond exactement à la formule 1-120 et en particulier au modèle angulaire (**Defranceschi, 1996**).

1.5. Cycle de l'eau

L'eau est un élément très mobile sur la terre, elle est stockée dans des vastes réservoirs. Elle peut circuler d'un réservoir à un autre en changeant d'état ; c'est le cycle de l'eau. L'eau provenant des précipitations (Pluie, neige, grêle) peut s'infiltrer dans le sol ou ruisseler à la surface du sol.

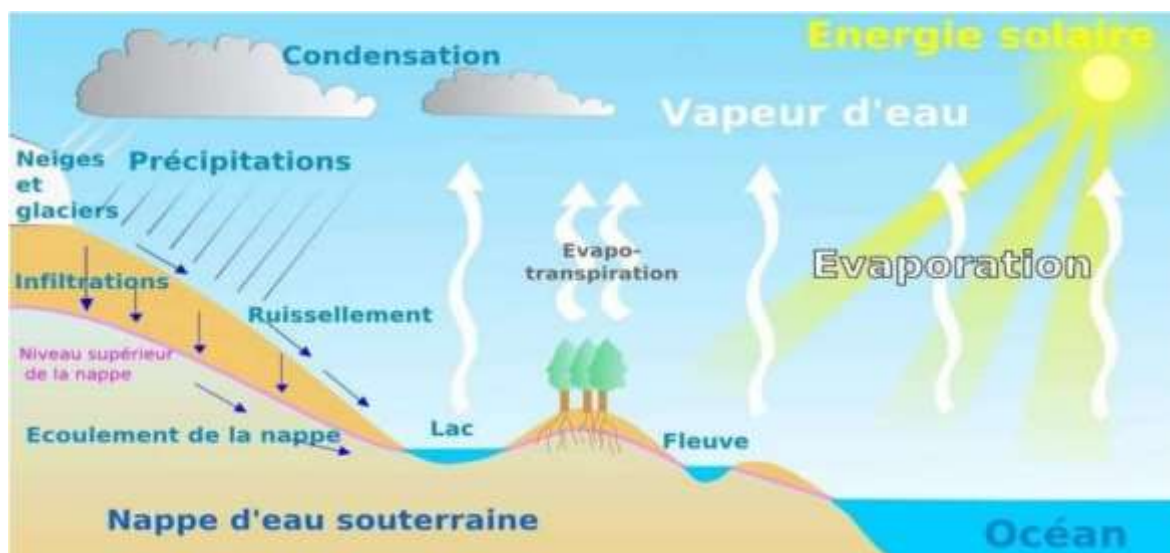


Figure N°02 : Représentation schématique du cycle de l'eau globale
(Commons.wikipédia.org)

11. Eau potable

Par eau potable, on entend l'eau qui, à l'état naturel ou après traitement, convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation de mets et au nettoyage d'objet entrant en contact avec les dérivées alimentaires. L'eau potable doit être salubre des points de vue microbiologique, chimique et physique (Anonyme, 2002 a).

D'après Bontoux (1993), l'eau de boisson ou eau potable peut être définie, comme une eau ne renfermant en quantités dangereuses, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. En outre, elle doit être agréable à boire.

11.1. Origine des eaux potables

Les eaux à visée de potabilisation pour la consommation humaine sont de différentes natures.

11.1.1. Les eaux souterraines

Constituent 22% des réserves d'eau douce, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol. Elles se réunissent en nappes, il existe plusieurs types, la nappe libre est directement alimentée par les eaux de ruissellement, très sensible à la pollution elle est séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle se situe à de grandes profondeurs et peu sensible aux pollutions. (Monique et Beaudry, 1992).

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont:

- Turbidité faible, les très longs séjours dans le sol.
- Température constante.
- Indice de couleur faible.
- Débit constant contrairement à celles des eaux rivières.
- Dureté souvent élevée les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg^{+2} , Ca^{+2} , ...) responsables de la dureté.
- Concentration élevée de fer et de manganèse.
- Elles sont pauvres en O_2 dissous et exemptes de matières organiques sauf en cas de pollution.

11.1.2. Eaux de surface

Les eaux de surfaces se répartissent en eaux circulantes (courantes) ou stockées (stagnantes). Elles se forment à partir, soit de l'émergence des nappes profondes en source, soit du rassemblement d'eau de ruissellement. Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique du type nitrate et pesticide d'origine agricole, et ne peut être consommée qu'après avoir été convenablement traitée. (Boeglin, 2001).

III. Les principaux paramètres influençant sur la qualité de l'eau

III.1. Paramètres organoleptiques

Pour le consommateur, la qualité de l'eau s'évalue en "première impression" par ses caractéristiques : pour être bue, l'eau doit être claire, inodore, non turbide, et sans mauvais goût (Potelon et al., 1998).

a. Couleur

Une eau servant à l'alimentation doit être limpide, exempte de couleur (Ouali, 2001).

b. Odeur

Une eau destinée à la consommation doit être inodore. Toute odeur et un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition (Rodier et al., 1988).

c. Goût (Saveur)

C'est un ensemble de sensations gustatives perçues lorsque l'eau est consommée. (Rodier et al., 1988)

d. La turbidité

La turbidité définie comme l'inverse de la limpidité ou de la transparence. Une eau turbide est donc plus ou moins trouble. La turbidité résulte de la diffusion de la lumière qui est ainsi déviée dans toutes les directions. Ce sont les particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches, entrainement des matières minérale ou organique (Tardat et al., 1992).

Tableau N°01 : Les normes des paramètres organoleptiques selon la réglementation algérienne (2009)

Paramétré	Expression des résultat	Normes
Couleur	Unité (mg/ l Platine/cobalt)	< 15
Turbidité	Unité (Jackson)	5
Odeur	/	Absence
Saveur	/	Absence

III.2. Les paramètres physico-chimiques

III.2.1. Les paramètres physiques

a. La température

Dans la nature et au-dessus de 25⁰C il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues (eutrophisation), entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité. De plus, comme la solubilité des gaz diminue quand la température augmente, la teneur en oxygène dissous diminue, ce qui est néfaste pour la faune, la flore et pour les facultés d'autoépuration de l'eau (Tardat et al., 1992).

b. Valeur du pH

La valeur du pH permet de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, autrement dit la concentration en ions hydrogène (**Zerluth et Gienger, 2006**). Cette valeur est définie par l'échelle suivante :

- ✓ pH de 0 à 6.9 : acide.
- ✓ pH de 7 : neutre.
- ✓ pH de 7.1 à 14 : basique.

c. La conductivité électrique

Pour juger de la qualité de l'eau, on se sert fréquemment de la valeur de sa conductivité électrique. La valeur de la conductivité électrique permet simplement de connaître la proportion de sels sous forme d'ions dissous (**Zerluth et Gienger, 2006**).

d. Salinité

Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conservation des carbonates en oxydes, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure.

Cette salinité est inférieure au résidu sec filtrable et on l'exprime généralement en g/Kg. Elle est liée à la conductivité de l'eau, à sa masse volumique et à la teneur équivalente en chlorures (**Zerluth et Gienger, 2006**).

III.2.2. Les paramètres chimiques

a. Les Nitrites

Sels de l'acide nitreux (ions NOY), les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices (**Ramade, 2000**). Il ne se maintient que dans les milieux peu oxygénés (**Arrignon,1998**).

b. Les Nitrates

Ce sont des sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (**Ramade, 2000**).

Ils se trouvent dans les eaux naturelles puisqu'ils sont le résultat normal de l'oxydation de l'azote organique (nitrification). En concentrations excessives et associées aux phosphates, ils favorisent le phénomène d'eutrophisation (**Tardat et al., 1992**).

c. Les phosphates

Les phosphates peuvent être d'origine organique ou minérale. Le plus souvent, les teneurs dans les eaux naturelles résultent de leur utilisation en agriculture, de leur emploi comme additifs dans les détergents et comme agents de traitement des eaux de chaudière (**Tardat et al., 1992**).

Il joue un rôle important dans le phénomène d'eutrophisation (ADE, 2001).

d. La matière en suspension

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau ; elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux et des rejets (**ADE, 2001**).

e. La matière organique

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par les produits de décomposition d'origine animale ou végétale élaborés sous l'influence des micro-organismes (**Rodier, 2005**).

Elles présentent sous la forme de germes moléculaires (protéines, glucide, lipides) ou plus communément à des stades divers de dégradation par oxydation (Arrigon, 1998).

f. Les chlorures

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Ainsi, les eaux provenant de régions granitiques (comme les Laurentides) sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage. D'ailleurs, la teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau.

La pollution apporte aux eaux de surface des quantités appréciables de chlorures : les excréments humains, en particulier l'urine, riches en chlorures, sont responsables d'un apport d'environ 6 g d'ion Cl⁻ par personne et par jour (**Tardat et al., 1992**).

g. Les sulfates

Ils proviennent essentiellement de la dissolution du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ses teneurs élevées peuvent occasionner des troubles diarrhéiques, notamment chez les enfants et contribués à la corrosion des systèmes de distribution surtout avec des eaux faiblement alcalines (**Degremont, 1978**).

h. Le sodium

Le sodium est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant du chlorure de sodium et de la décomposition des sels minéraux (**ADE, 2001**).

i. Le magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature. Son abondance géologique et sa grande solubilité ainsi que sa large utilisation industrielle font que les teneurs

Tableau N°02 : Normes de quelques substances toxiques dans l'eau potable selon journal officiel d'Algérie (**2009**)

Journal officiel d'Algérie N° 35	
Substances	C.M.A (mg/l)
Arsenic	0,05 mg/l
Cadmium	0.05 mg/l
Cyanure	0.05 mg/l
Mercure	0.01 mg/l
Plomb	0.05 mg/l

C.M.A : Concentration Maximale Admissible.

Mg/l : milli gramme par litre.

III,3. Les paramètres bactériologiques

Généralement, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir de micro-organismes qui peuvent causer les maladies graves (**Ouali, 2001**).

Les critères de qualité bactériologique de l'eau de boisson sont les suivants :

- Coliformes totaux, coliformes fécaux et E-coli.
- Streptococciques fécaux.

- Clostridium sulfito-réducteurs.
- Germes totaux. (**Bouziati, 2000**).

a. Définition de coliformes

Sous le terme de "coliforme" est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes apparente en fait à la famille des Enterobacteriaceae (**Rodier et al., 1996**).

Selon la définition I.S.O, les coliformes sont des bacilles Gram-, non sporulés, oxydase-, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et sont capables de se fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 h à une température de 35-37⁰ C (± 0.5 ⁰ C) (Bourgeoise et al., 1996).

Parmi les coliformes il y a les coliformes fécaux ou coliformes thermo-tolérants correspond les mêmes propriétés des coliformes après incubation à la température de 44⁰C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les espèces suivantes : "*Citrobacter frondÜ*, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Entirobacter aerogenes*, *Entirobacter Cloacae*, *Escherichia-coli*, *Klebsilla pneumoniae*, *Klebsilla oxytoca*, *Salmonella* " (**Rodier et al., 1996**).

Les coliformes sont présentent en très grand nombre dans l'intestin et les selles de l'homme. Ils sont recherchés dans l'eau comme "un témoin de contamination d'origine fécale" (**Gaujous, 1995**).

Par ailleurs, la résistance des coliformes fécaux aux agents antiseptiques et notamment au chlore et à ces dérivés, et voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis des quelles ce type de traitement est insaturé, ils constituent donc " des indicateurs d'efficacité de traitement" (**Rodier et al., 2005**).

• *Escherichia-coll (E. coli)* : il s'agit d'une entérobactérie lactose, gazogène, résultant la production de l'indole. C'est un hôte normal de l'intestin de l'eau et des animaux (très abondantes dans ses matières fécales) (Guiraud, 1998).

La présence d'E.coli dans l'eau est considérée comme de bon indice de contamination fécale et donc E. coli est un indicateur de salubrité microbiologique de l'eau (**Kias et Lebres, 2008**).

b. Définition de streptocoques de groupe "D"

Ce sont des cocci à Gram+, en chaînette, catalase- et possèdent l'antigène de groupe "D". On les appelle aussi Streptocoques fécaux (SF). Parmi les espèces des Streptocoques du groupe "D" : *Streptococcus. Faecadis*, *S. faecium*, etc. (Bourgeoise et al., 1996).

Les streptocoques du groupe "D" sont abondants des les matières fécales de l'homme et des animaux et leur présence dans l'eau est un signe de contamination fécale récente (**Ministère de ressources en eau, 2007**).

c. Définition de clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bacilles à Gram, sporulés, anaérobies stricts (**Poumeyrol, 1997**).

Leur dénomination due au fait que ces espèces sont capables de produire l'hydrogène sulfuré (HS) à partir du sulfite de sodium présent dans le milieu de culture ; celui-ci combien avec du citrate de fer ammoniacal au de l'alun de fer pour donner du sulfure de fer noir (**Delarras et Trebao, 2003**).

Les clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de contamination fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux permettrait de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (**Rodier et al., 1996**).

d. d. Définition de germes anaérobies totaux

Ce sont des bactéries qui se développent dans les conditions aérobies habituelles de culture quelque soit le milieu utilisé. Leur dénombrement est effectué après incubation soit à 37⁰C en 24 h, soit à 20⁰C en 72 h. traditionnellement, le dénombrement est estimé plus péjoratif du point de vie signification sanitaire que celui à 20⁰C. Cependant pour effectuer un inventaire global de la population bactérienne dans les milieux naturels, l'incubation à 20⁰C devrait être préférée. Le dénombrement des germes aérobies mésophiles est utilisé comme indicateur de pollution : soit dans les milieux naturels (eaux souterraines ou superficielles), soit dans les réseaux (Rodier et al., 1996).

Le dénombrement des germes aérobies est également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement particulier, les traitements physiques tels que la filtration ; qui devrait entraîner soit une très forte diminution de la concentration bactérienne par rapport à l'entrée, soit même une absence des bactéries (Rodier et al., 2005).

Tableau N°03 : Qualité bactériologique de l'eau de consommation (O.M.S).

Coliformes fécaux	E.coli	Streptocoques fécaux	conclusion
-	-	-	Eau de bonne qualité bactériologique (potable)
+	+	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	+	-	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	-	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	-	-	Eau de qualité suspecte (consommation déconseillée)

Chapitre II
Pollution des eaux et
maladies transmissibles
hydriques

I. Généralité sur la pollution de l'eau

D'après **Kassim Coulibaly (2005)**, De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité.

En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organique et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé.

L'eau souterraine, qui est jugée la plus potable, est la ressource la plus couramment utilisée dans les pays en développement. Cependant, cette eau est aussi très vulnérable à la pollution et sa protection s'impose à tous les niveaux.

• Pollution des eaux souterraines

Bien que se trouvant en profondeur, ces eaux souterraines peuvent être polluées malgré les nombreux filtrages que subissent les eaux souterraines. Il est toujours possible qu'elles contiennent des bactéries ou des éléments indésirables. En effet, les puits sont généralement pollués par :

- La pénétration d'impuretés par les ouvertures ;
- La contamination par la présence de fosses septiques ;
- Les fuites des conduits d'égouts ;
- L'infiltration des dépotoirs ou les terrains d'enfouissement ;
- Les activités menées au tour du puits.

II. Principaux types de pollution

Selon **Ramade (2000)**, Les pollutions peuvent être classées selon leur nature en trois catégories : physique, chimique, biologique.

II.1. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu aquatique est modifié dans sa structure physique par divers facteurs (pollution thermique, radioactive).

II.2. Pollution chimique

Ce type de pollution est dû au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimique dont certaines sont non dégradables.

II.3. Pollution biologique

Elle peut être d'origine naturelle ou industrielle, causée essentiellement par les micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, champignons).

Tableau N°04 : Principaux types de pollutions des eaux, leur nature et leur cause (Ramade, 2000).

Type de pollution	Nature de pollution	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrales électriques
Pollution radioactive	Radio - isotopes	Installation nucléaires
Chimique		
Pollution par les fertilisants	Nitrates, Phosphates	Agriculture, lessive
Pollution par des métaux et métalloïdes toxiques	Mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic, etc.	Industries, agriculture, combustions, (pluies acides)
Pollution par les produits pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides	Agriculture, Industries
Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ses dérivés (Carburant)	Industries pétrolière, transport
Pollution par les autres composés organiques de	Très nombreuses molécules (plus de 70 000)	Industries, (usages dispersifs pour certains)

synthés		
Matières organique fermentescibles	Glucides, lipides, protides	Effluents domestiques, agricoles, industries agroalimentaires, du bois (Papeteries)
Biologique		
Pollution microbiologique	Bactéries, virus, entériques, champignons	Effluents urbains, élevages, secteur agro-alimentaires

III. Conséquences de la pollution des eaux

Les conséquences d'une pollution peuvent être classées en cinq catégories principales.

III.1. Conséquences sanitaires

Les conséquences sanitaires sont donc celles qui peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poissons consommés, mais aussi au simple contact avec le milieu aquatique cas de nombreux parasites. A noter qu'il ne s'agit pas toujours de problèmes de toxicité immédiats. Les conséquences sanitaires pouvant intervenir au travers de phénomènes complexes. La conséquence sanitaire d'une pollution est variable dans le temps en fonction de l'usage de l'eau, par exemple : la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate, mais peut en avoir longtemps après si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable (A.E.P) (**Gaujous, 1995**).

III.2. Conséquences écologiques

C'est-à-dire qui ont trait à la dégradation du milieu biologique. Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution. Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduisant parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel, D'une manière générale, les conséquences

écologiques sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme), à court et long termes. Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme un objectif en soi (notion de réserve naturelle) (**Gaujous, 1995**).

III.3. Conséquences esthétiques

Ces conséquences pour être les plus subjectives, n'en sont pas moins importantes. Il s'agit de pollutions n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes, mais perturbant l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou des goudrons rejetés sur une plage). On peut inclure, dans cette catégorie, les problèmes de goût de l'eau. Les conséquences esthétiques sont, par définitions, les plus perceptibles, et c'est donc celles dont les riverains et le grand public auront, en premier, conscience (**Gaujous, 1995**).

III.4. Conséquences industrielles

L'industrie est un gros consommateur d'eau : il faut par exemple 1 m d'eau pour produire 1 Kg d'aluminium. La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent Très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problème de biofouling ; C'est-à-dire d'encrassement des canalisations par des organismes). Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation de pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés) (**Gaujous, 1995**).

III.5. Conséquences agricoles

Dans certaines régions, l'eau est largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation. Souvent sous forme brute non traitée. La texture du sol (complexe argilo humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail sont sensibles à la qualité de l'eau. De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront, si elles contiennent des toxiques (métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols (**Gaujous, 1995**).

IV. Les maladies à transmission hydrique

Une maladie à transmission hydrique est le résultat de manifestation pathologique d'origine bactérienne, parasitaire ou virale dont le mode de contamination est l'eau.

Les maladies à transmission hydrique (appelées également maladies des mains sales ou maladies des canalisations) constituent un groupe de maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhée, vomissement) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs, comme la mauvaise qualité de l'eau, la manque d'hygiène et la pauvreté (**Bouziyani et Mesli, 2001**).

IV.1. Principales maladies d'origine hydrique

Plusieurs maladies d'origine bactérienne et virale sont transmises aux humains lorsque ces dernières consomment une eau contenant les organismes pathogènes responsables de ces maladies. Depuis la fin du XIX^e siècle on a appris à identifier ces micro-organismes et on a mis au point des techniques qui permettent soit de les détruire (par exemple : les infections par le chlore), soit de se protéger contre leur action (vaccin, antibiotiques) (**Briere, 2000**).

Parmi ces maladies, on peut citer :

IV.1.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

Se sont de véritables septicémies dues à des Salmonelles : *Salmonella typhi* et *paratyphi A, B, et C*. Elles sont caractérisées par la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales et peuvent avoir des complications graves parfois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire atteinte hépatique, respiratoire neurologique. La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par les mains sales. (**Vilagines, 2003**).

IV.1.2. Choléra

Maladie contagieuse qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont une diarrhée fréquente, des vomissements incontrôlables, une soif intense et une des hydratations rapides. Cette maladie pour entraîner la mort de 50% des cas graves non traités. L'agent responsable de cette maladie c'est le vibrio choléra (**BriereR, 2000 ; Singleton, 2002**).

IV.1.3. Gastro-entérite

Trouble intestinale qui se déclare sporadiquement accompagner de symptômes tels que : le vomissement, diarrhée, crampes et même fièvre, nausée et maux de tête. Elle est très

souvent attribuée à des agents viraux tels que virus Coxai, Echo, Adénovirus, Rota virus, mais de nombreux agents bactériens ou parasitaires peuvent aussi s'ajouter, comme par exemple les Shigella, les Salmonella (*S. Typhi* et *S. paratyphi*), la bactérie entérique *Escherichia-coli* et même quelques autres qui sont considérées comme « non pathogènes », tels que Pseudomonas (Masschelein, 1996 ; Bontoux, 1993).

IV.1.4. Dysenterie Bacillaire

La Dysenterie Bacillaire est due à des bactéries du genre Shigella. Elle est caractérisée par un syndrome gastro-intestinal comporte des douleurs abdominales, les expulsions de selles non fécales nombreuses (de 4 à 20/jour) de sanguinolentes et glaireuses. La Shigellose se traduit par l'invasion et la destruction de la muqueuse superficielle avec l'ulcération. L'espèce Shigella dysentria peut provoquer une forme particulièrement sévère de dysenterie dont la mortalité peut atteindre 20⁰/0. (Vilagines, 2003).

IV.1.5. Dysenterie Amibienne (Amibiase)

L'organisme causal de la dysenterie amibienne est *entamoeba histolytica*. Elle induit les symptômes classiques des entérocolites avec crampes et diarrhée muco-sanglantes dans les cas sévères. Elle peut diffuser dans tout l'organisme à travers le système porte et engendrer des abcès du foie, du poumon et du cerveau (Vilagines, 2003 ; Masschelein, 1996).

IV.1.6. Giardases

Dues au développement Giardia-lambliia, Giardia-intestinis dans le tractus intestinal de protozoaires parasites qui causes des diarrhées qui se traduit par des selles pales, graisseuses, malodorantes ; les douleurs abdominales s'accompagnent de ballonnements, de nausées. Il peut y avoir fièvre, fatigue et déshydratations (Bontoux, 1993).

IV.1.7. Hépatites A

Également nommée hépatite infectieuse ; elle est provoquée par un virus de famille des Picornaviridae. Cette maladie est caractérisée par la fièvre, des nausées et des vomissements, et peut éventuellement occasionner une jaunisse par l'inflammation du foie (Masschelein, 1996 ; Vilagines, 2003).

IV.2. Les maladies à transmission hydriques en Algérie

L'analyse de l'évolution de ces maladies sur une décennie (1984-1994) montre que le nombre des cas de typhoïde évolue en dents de scies son allure est particulière par contre le nombre de cas de choléra diminue sensiblement (BOUZIANI ET MESLI, 2001).

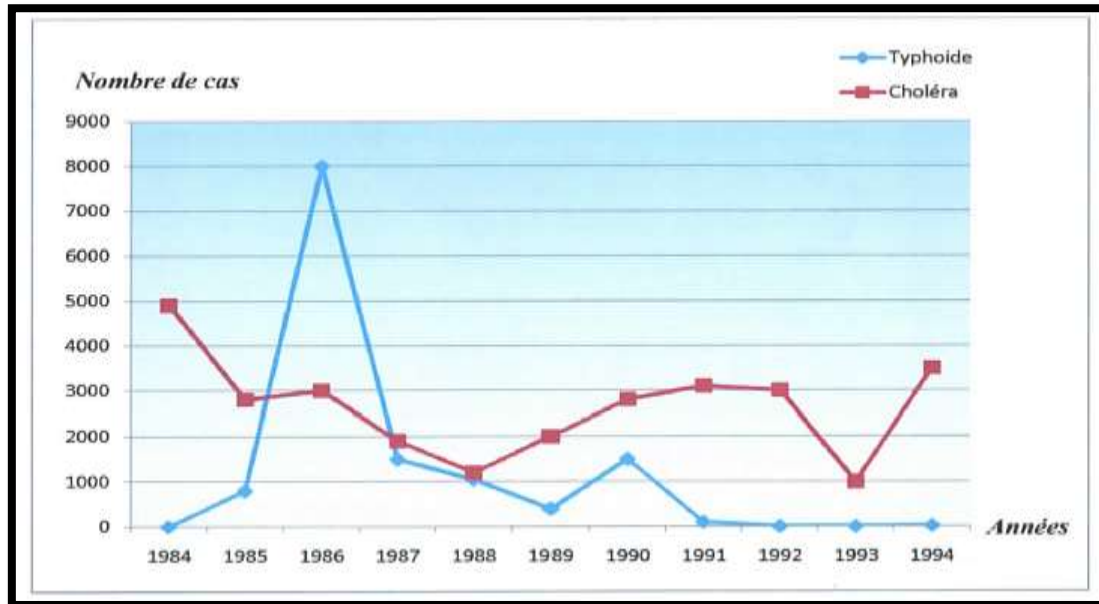


Figure N°03 : Nombre de cas déclarés de typhoïde et de choléra sur une décennie (1984-1994) en Algérie. (Bouziani et Mesli, 2001).

IV.3. Les facteurs favorisant la propagation des maladies à transmission hydrique en Algérie

De nos jours de multiples facteurs favorisant encore le développement et la multiplication de ces affections ; on peut citer en particulier :

- Une insuffisance quantitative des ressources hydrogéologiques du pays aggravée par l'absence d'entretien des ouvrages et réseaux d'adduction d'eau potable.
- La quasi-inexistence des réseaux d'assainissement dans certaines localités rurales et la vétusté des réseaux d'eaux usées en milieu urbain qui provoque fréquemment des interconnexions avec les réseaux d'eau potable.

- L'accroissement des besoins en eau qui est lié d'une part à une forte poussée démographique et d'autre part au développement industriel.
- Les facteurs sociaux comme l'exode rural massif des populations et la multiplication des bidonvilles autour des grandes villes de pays (Alger, Constantin, Oran, et Annaba), ont multiplié les risques de contamination des réseaux d'eau potable.
- Les dégradations de l'environnement et les multiples « agression » du milieu naturel (déversements sauvages des eaux usées par exemple), créent des conditions d'endémicité de ces maladies.
- L'absence des volontés politiques d'amélioration du cadre de vie des citoyens

(Bouziyani et Mesli, 2001).

IV.4. Les cause des maladies à transmission hydriques

La pollution des cours d'eau et des sources par des rejets d'eaux usées, aggravée par une pluviométrie insuffisante et irrégulière.

- La non-conformité des réseaux d'alimentation d'eau potable,
- L'envasement des barrages.
- L'utilisation de procédés techniques non adapté (vides sanitaire).
- L'absence des plans des réseaux d'alimentation en eau potable (difficulté quant à la localisation du lieu de contamination).
- Le piquage illicite sur réseaux d'alimentation en eau potable.
- La construction anarchique.
- L'irrigation par les eaux usées.

- L'absence de gestionnaire des stations d'épuration.
- Les conditions de l'habitat (logement précaire).

IV.5. Les recommandations de lutte contre les M. T.H

- Ne jamais boire une eau qui n'est pas traitée et contrôlée (citernes, sources, puits).
- Surveiller l'eau prise par les enfants.
- Rincer les fruits et légumes.
- En cas de soupçon, faire bouillir l'eau ou ajouter deux gouttes de l'eau de javel par litre d'eau.
- Signaler toute eau présentant en odeur nauséabonde.

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

I. Situation Géographique et administrative de la zone d'étude

Le 26 novembre 2019, le gouvernement a annoncé que les wilayas déléguées du Sahara créées en 2015 vont être transformées en wilayas à part entière et 44 nouvelles wilayas déléguées vont être créées principalement dans les Hauts Plateaux, Le ministère de l'Intérieur, des Collectivités locales et de l'Aménagement du territoire, a affirmé que la Daïra de Messaâd, située au sud de la wilaya, était concernée par "une promotion dans le cadre du découpage administratif relatif aux wilayas déléguées.

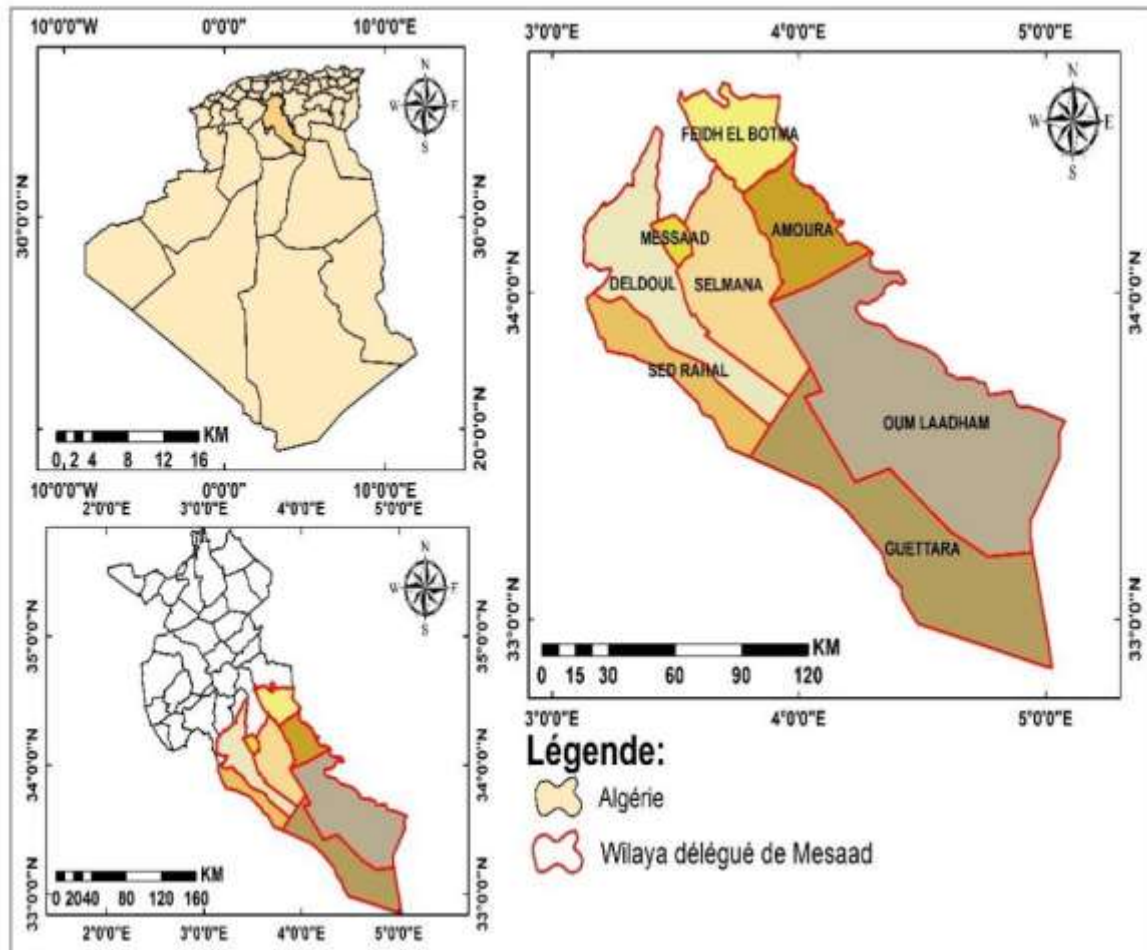
La wilaya déléguée de messaad est formée de huit communes : Messaad, Selmana, Sed rahal, Guettara, Deldoul, Feid el boutma, Oum laadham et Amoura.

La commune de Messaad dont le chef-lieu est situé en son centre, est entourée par les communes de ; Moudjbara au nord Selmana à l'est et au sud-ouest Deldoul à l'ouest et sud-ouest. Elle fait partie des hautes steppiques, est la plus petite commune de la wilaya de Djelfa. **(Fakroun.k 2020)**

La ville de Messaad se situe à 76 km au sud Est de la ville de Djelfa et a 92 km au Nord Est de Laghouat, la wilaya déléguée de Messaad occupe une superficie de l'ordre de 9721,06 km² représentant 28,70% de la superficie totale de la wilaya de Djelfa.

La ville de Messaâd se trouve à la bordure Sud et SUD-EST de la grande pénéplaine de MREKBAT EL OUASSIL. Cette pénéplaine est limitée au Nord par la surélévation de Moudjbara (Altitude :1491 mètres), à l'Est par le massif montagneux du Djebel Boukahil, à l'Ouest par l'anticlinal de Djebel Mergueb, Zerga et au sud par une suite de crêtes rocheuses : Kef El-Guettouf, Kef Trog, Kef Tassedja, Kef El Bordj et les collines du Seba Hasedj, barrière rocheuse orientée W.S.W-N. E, séparant cette pénéplaine des DIAS.

Au Nord, les monts des OULED NAIL dont la sur élévation de MOUDJBARA fait partie, appartiennent, grâce à leur versant méridional, au bassin versant de l'Oued Messâad. L'Oued Messâad sépare la ville de l'ouest à l'est jusqu' au KHENNEG DEMMED ou il traverse en cluse les derniers chaînons Atlasiques pour déboucher dans le plain saharien et confluer avec l'Oued Djedi.



FigureN°04 : Situation géographique et administrative de la wilaya déléguée de Messaad

I.1. Analyse du milieu physique

Les études sur le fonctionnement des écosystèmes terrestres, leurs possibles modifications et leurs adaptations aux changements climatiques et aux pressions humaines, ainsi que les effets et les impacts de ces modifications sur les ressources édaphiques, hydriques et biotiques, occupent une place importante dans la recherche actuellement (kerzabi rachida .2017).

I.1.1. Géologie

La géologie joue un rôle important à travers la description des différentes formations géologiques, il y a une grande diversification de la nature et de la qualité des différents matériaux issus de ces formations qui vont favoriser une diversification du sol. L'intérêt de la géologie est dicté par le rôle des roches dans les genèses des sols et le façonnement des paysages pédologiques.

Selon **Belgat (2001)**. Les processus de morphogénèses s'exercent en effet sur le même milieu et sont influencés par les mêmes facteurs (climat, végétation, roche mère, temps et l'homme), de sorte qu'ils interfèrent constamment sur l'évolution d'un sol. Les formes de relief sont indissociables l'un de l'autre car elles résultent toutes deux d'une infinité d'interactions s'exerçant simultanément ou de façon concurrentielle dans le temps et dans l'espace.

I.1.2 géomorphologie

Des variables importantes, servant à la description phytoécologique régionale et sectorielle, les formes du relief sont, à juste titre, considérées comme l'expression synthétique de l'action du climat sur le relief structural par l'intermédiaire de la végétation (**Tricart et Cailleux, 1969**).

La partie sud de la ville de Messaad s'étale, en largeur des versants méridionaux des reliefs escarpés de SEBA HASSEDJ et KEF MESSAAD jusqu'aux terrasses alluviales anciennes de L'OUED MESSAAD cette partie de la ville est délimitée, sensiblement par les courbes de niveau 700 mètres et 745 mètres.

La pente orientée dans la direction Sud Nord, n'est pas constante forte au début elle diminue pour devenir presque nulle à la limite sud des jardins situés sur les anciennes terrasses alluviales de L'OUED MESSAAD. La ville MESSAAD dans sa partie sud, présente un relief très accidenté caractérisé par une zone haute, une zone intermédiaire et une zone basse.

Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par leur densité et par l'existence des Oueds qui sont d'origine pluviale ou souterraine qui proviennent soit directement, soit par ruissellement de plusieurs talwegs délimités par crêtes formant des entités topographiques juxtaposées et disposés, quasiment en parallèles.

La partie Nord de la ville de MESSAAD ZHUN est située sur un plateau mis à part la partie aval de la cite el Quads qui est construite sur un terrain incliné jouxtant le haut du talus gauche de L'OUED MESSAAD, la pente est généralement faible.

I.1.2.1. Les reliefs

Les reliefs de la zone d'étude sont représentés par

a. La plaine

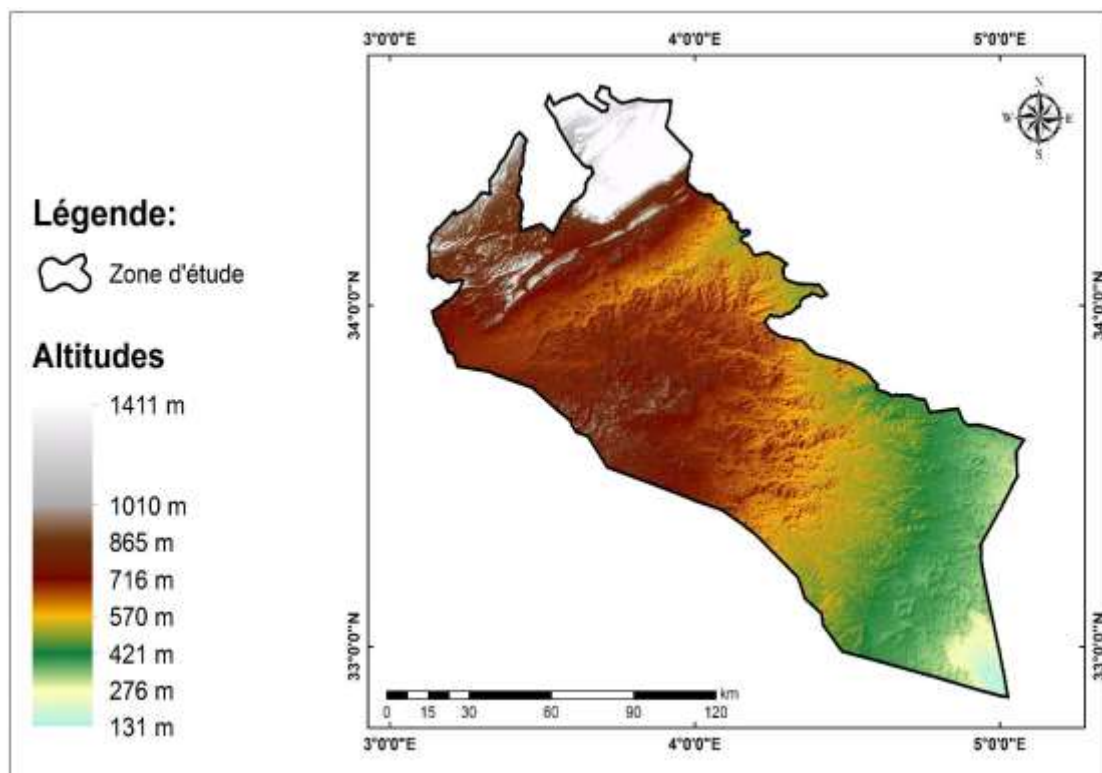
Elle occupe une partie du territoire communale, ils se trouvent entre les ensembles montagneux comme les plaines de « oued défilia » et oued Messaad ce dernier représente le support foncier la ville de messaad.

b. La dépression

Le Daïa est correspond à une vaste dépression endoréique : Les dayas définies comme des petites dépressions fermées se localisé au sud du territoire.

c. La région des plateaux

Cette région est plus ou plaine, légèrement ondulée à pente douce par fois nulle et d'une altitude plus faible qui ne dépasse pas les 600m.Cette région située au sud de la commune et une partie du Nord entre les chinons montagneux et le Djebel Bouk'hil, elle est parcourue de nombreux cours d'eaux plus larges que profonde et parsemée de Daites.



FigureN°05 : carte du model numérique des terrains de la zone d'étude

I.1.2. Hydrologie

Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par leur densité et par l'existence des Oueds qui sont d'origine pluviale ou souterraine qui proviennent soit directement, soit par ruissellement (**kerzabi 2017**).

L'oued Messaad est le cours d'eau principale il est généralement à sec mais il sa traversé de la ville aussi est alimenté par la nappe alluviale qui est pourvu en eau à partir des sources de la nappe albiennaise qui affleure en amont de la ville.

L'oued traverse la plaine de l'ouest à l'est jusqu'au kheneg Demed ou il franchit en cluse les derniers chaînons atlastiques puis débouche dans la plaine saharienne et conflue avec l'oued Djedi sur sa rive gauche, l'oued Messaad reçoit de nombreux affluents formant au réseau de drainage naturel du plain de Mrekhat el-Ouissat est inclinée vers le sud.

Le réseau hydrographique de la partie sud de la ville est constitué par l'oued Messaad et plusieurs telweg (chaabet Zaid, chaabat Sidi-Nail, chaabet Essouk.etc). Ces dernières délimitées par des lignes de crêtes sont de direction Sud Nord. Elles forment des sous bassins versants juxtaposés, quasiment, en parallèle ces dernières ont pour exutoire soit l'oued ou les jardins situés dans la partie basse de la ville.

La configuration du réseau hydrographique est celle d'un demi-arrêt ce réseau s'inscrit dans un bassin versant de forme allongée, la collecte des eaux de pluies au niveau du sud de la ville se fait latéralement tandis que leur évacuation s'effectue transversalement.

L'oued Messaad est à sec, presque, le long de son parcours sauf au moment des crues. A sept kilomètres, en amont de l'agglomération de Messaad, les grès albiens affleurent dans la vallée de l'oued et donnent naissance à plusieurs sources. Leurs eaux s'infiltrèrent à travers les alluvions et alimentent une nappe alluviale abondante. Les eaux de cette nappe se manifestent sur une distance de vingt kilomètres jusqu'à Kef El-Bordj.

I.1.3. Hydrogéologie

Les terrains affluents dans la région de Messaad, présentent les caractéristiques hydrogéologiques suivantes :

- ✓ **Aptien :**

Entièrement imperméable, il est composé en majeure partie des marnes et des schistes alternant avec quelque niveau calcaire.

Les intercalations calcaires contiennent de petites réserves d'eau dans l'anticlinal de Djebel Zerga alimentent des sources insignifiantes.

✓ **Albien :**

Il est représenté par une puissante série de grès, sable et argile, il contient plusieurs niveaux aquifères et constitue un réservoir très important alimentant la quasi-totalité des sources

✓ **Cénomaniens :**

Il est presque totalement imperméable, le cénomaniens et le turonien dont les affleurements sont très étendus ne constituent que des réservoirs insignifiants et ne présente aucun intérêt hydrogéologique

✓ **Mio-pliocène :**

Il est découpé profondément par la vallée des oueds et des eaux de pluies sont immédiatement drainées vers l'oued Messaad.

La nappe alluviale, au Sud de l'oued Messaad, s'étend jusqu'aux moyennes terrasses occupées par les jardins. Aux abords immédiats du lit majeur de l'oued Messaad, le niveau statique de la nappe alluviale est variable entre 4 à 5 et 12 mètres. La nappe albienne resurgit en amont de la ville de Messaad. A la limite aval de Saifi le niveau statique de la nappe albienne est à 22,50 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel. Au Nord de l'oued Messaad, le niveau statique de la nappe albienne est à - 38.00 mètres.

Tableau N° 05 : hydrogéologie de la ville de Messaad

Désignation	Nappe	Profondeur(m)
Oued Messaïd et basses terrasses	•	04 à 05
moyennes terrasses	•	≈12
Partie Ouest de la ville		
ZHUN		≈38
Dachra el Gueblia		
Cite Atlas		
Dachra dahraouia		
Dachrat Nouaoura		
Saifi (partie basse)	•	22,50
Demmed	•	
Quartier si Abdelkader ben Brahim		

Source : DHW Djelfa2020

L'absence des études la quantité d'eau souterraine dans la région n'est pas bien déterminée et dépend essentiellement. De l'irrigation et de fournir la ville en eau potable, ou l'on trouve 09 puits profond pour usage domestique ont un débit estimé à 259l/s et se distribué sur 08 réservoirs de stockage. D'une capacité de 11650 m³ y a deux réservoirs d'entre eux sont en mauvais état à la périphérie de la ville il y a plusieurs puits profonds réservés pour l'arrosage surtout à HANIET OULED SALEM dans l'entrée Nord-Ouest de la ville, Et la zone TAADMIT au Nord-Est de la ville (**Fakroun.k 2020**)

II. Traitement de l'eau distribuée

II.1. Objectifs de traitement

Quand on parle de la qualité de l'eau. Celle-ci doit répondre essentiellement à (03) trois aspects :

- La santé publique qu'implique que l'eau distribuée ne doit n'apporter aux consommateurs ni substance toxique, ni organismes pathogènes. Elle doit être donc répondre aux normes physicochimiques et bactériologiques.
- L'agrément du consommateur ; il s'agit la qualité organoleptique qui perçue par les trois sens de l'homme (odorat, vue, gout) car une eau peut être agréable a boire, elle doit être incolore, inodore et exempte du gout indésirable.
- La protection de réseau de distribution, et aussi des installations des usages (robinetterie, chauffe - eau.) contre l'entartage et/ou corrosion (**Ketteb, 1992**).

II.2. Les étapes nécessaires au traitement des eaux

Les paramètres qui nécessitent le traitement sont fort différents suivant l'origine de l'eau brut qui peut être superficiel ou souterraine. Les principaux paramètres pour le choix de la filière de traitement sont surtout la couleur, la turbidité, la nature, le poids de la matière en suspension (MES) et le nombre des microorganismes présente dans l'eau brut (coliforme, E. coli) (**Ketteb, 1992**).

Une filière de traitement de l'eau de boisson comporte de façon traditionnelle plusieurs étapes floculation, coagulation, décantation, filtration et désinfection (Bontoux, 1993).

II.2.1. Coagulation et floculation

La turbidité et la couleur d'une eau de boisson sont principalement causées des particules très petites, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longue période et même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est une aux autres.

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation. La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de (coagulation) qui sont principalement : le sulfate d'alumine.

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lente, le contacte entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et filtration.

Il est important que les procédés de coagulation et de floculation soient utilisés correctement. En effet, la production d'un floc trop petite ou trop léger entraîne une décantation insuffisante ; lorsque les eaux arrivent sur les filtres, elles contiennent une grande quantité des particules de floc, qui encrassent rapidement ces filtres, ce qui nécessite des lavages fréquents. Par ailleurs. Lorsque le floc est fragile. Il se brise en petites particules qui peuvent traverser le filtre et altérer la quantité de l'eau produit (Desjardins, 1997).

II.2.2. Décantation

La décantation a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules son en générale des particules de floc ou des particules résultant de la précipitation qui a lieu lors de traitement d'adoucissement ou d'élimination du fer et du manganèse. Les particules s'accumulent au fond des bassins de décantation d'où on les extrait périodiquement l'eau décantée située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration (Desjardins, 1997).

II.2.3. Filtration

La filtration est un procédé physique destinée à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension ainsi retenues par le milieu poreux, il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

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

II.2.4. Désinfection

A la sortie des filtres, l'eau se trouve normalement, si l'opération a bien été conduite, parfaitement limpide, mais elle risque de contenir encore des bactéries qui peuvent être pathogènes. On va donc procéder à une opération de désinfection en ajoutant à l'eau un produit chimique (oxydant) comme le chlore- le dioxyde de chlore ou l'ozone (**Valiron, 1989**).

Les produits de désinfection n'étant pas équivalents, il faut choisir le produit le plus approprié, compte tenu certaines conditions particulières (caractéristiques et usages de l'eau, types de microorganismes à éliminer, ...) :

- ✓ Ne pas être toxique pour les humains ou les animaux.
- ✓ Être soluble dans l'eau ;
- ✓ Être efficace aux températures normales de l'eau de consommation de 0 à 25°C
- ✓ Être stable, afin de favoriser le maintien d'une certaine concentration résiduelle pendant de longue durée ;
- ✓ Ne pas détériorer les métaux ni endommager les vêtements lors de la lessive ;
- ✓ Capable d'éliminer les odeurs : Exister en grande quantité dans le marché avec un prix adorable ;
- ✓ Être facile à manipuler et ne faire courir aucun danger aux opérateurs.

On effectue. Le plus souvent la désinfection à l'aide de chlore, car ce désinfectant présente plusieurs avantages (énoncés ci-dessus). Cependant, l'addition de ce produit peut entraîner des effets secondaires indésirables qui, dans certains cas, obligent à utiliser d'autre désinfectant.

Ainsi, le chlore réagit avec la matière organique de l'eau, ce qui peut parfois entraîner la formation des substances cancérigènes ou d'odeurs désagréables (chlorophénol).

Par ailleurs, le chlore n'est pas suffisamment puissant pour éliminer complètement certains microorganismes très résistants comme les virus et les protozoaires. Afin de pallier ces carences, on utilise le dioxyde de chlore ou l'ozone. Ces désinfectants, beaucoup plus puissants que le chlore, ont toutefois l'inconvénient d'être instables par exemple, l'ozone réagit très vite dans l'eau, on ne peut maintenir une concentration résiduelle pendant longtemps (Desjardins, 1997).

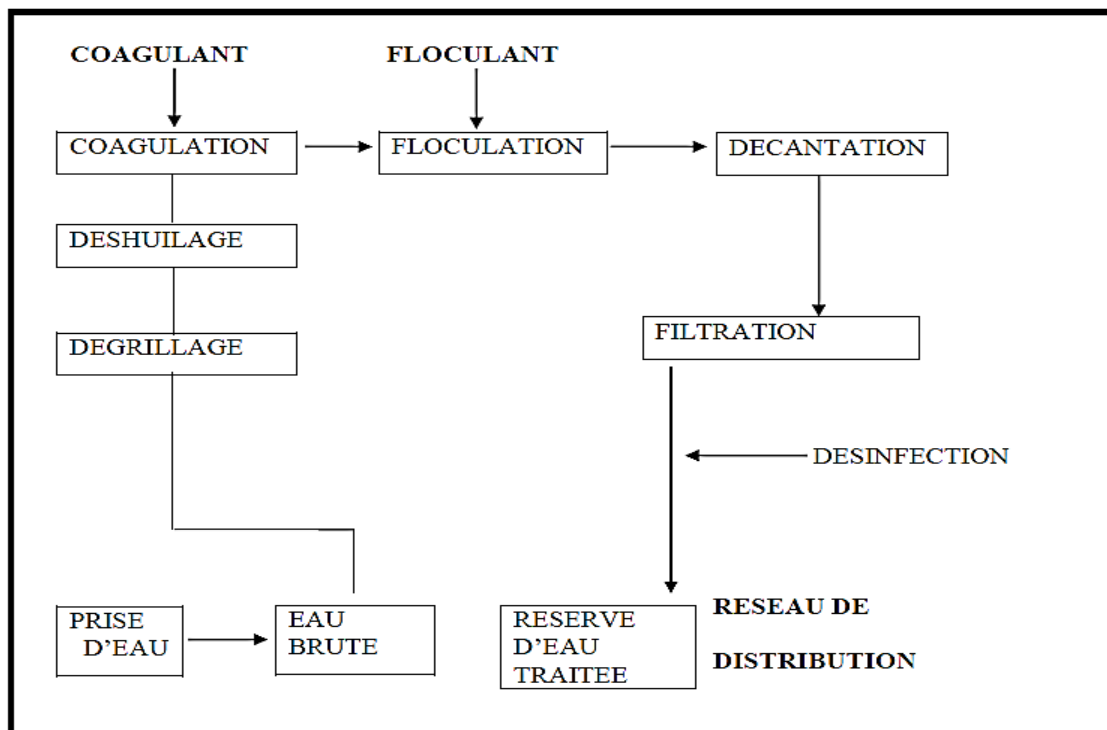


Figure N°06 : Les étapes de traitement de l'eau de consommation (Maachou et Boukhari, 2006)

Partie II:
expérimentale
Chapitre I
Matériels et méthodes

I. Présentation de l'ADE unité de Djelfa

I.1. Définition de l'établissement :

L'Unité Algérienne des Eaux de Djelfa est un établissement à caractère commercial et industriel transformée d'établissement public de distribution et de désinfection de l'eau domestique en Eaux Algériennes, affiliée à la région de Djelfa, le 1er juillet. 2006 sur la base de la Circulaire ministérielle conjointe n° 3

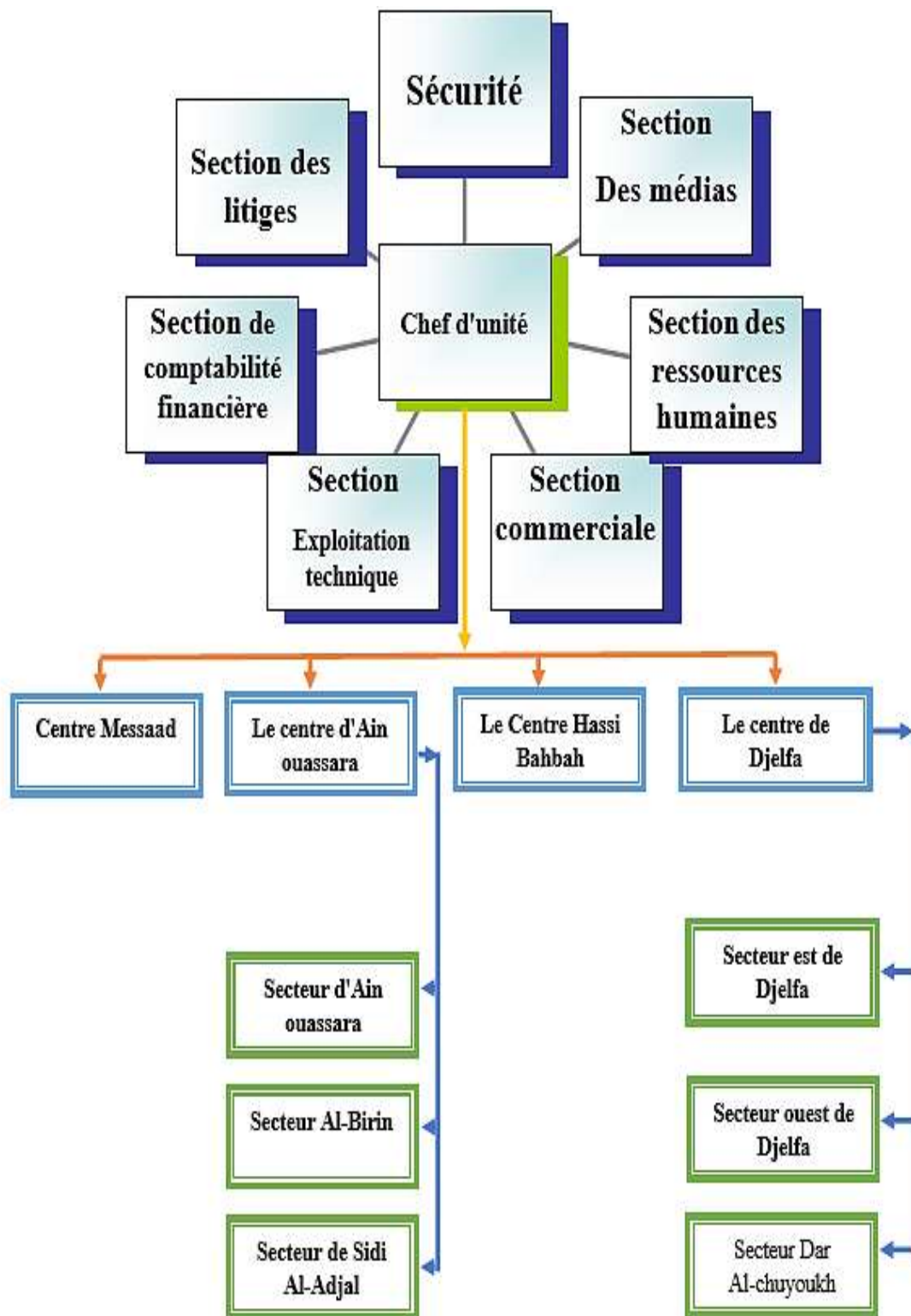
L'unité emploie 328 salariés, répartis comme suit :

- Cadres : 61
- Contrôle : 129
- Mise en œuvre : 138

I.1.1. Centres gérés par l'Unité Algérienne de l'Eau à Djelfa :

- Le centre de Djelfa comprend le secteur est de Djelfa, le secteur ouest de Djelfa et le secteur Dar Al-chuyoukh.
- Le Centre Hassi Bahbah comprend le secteur Hassi Bahbah.
- Le Centre Messaad comprend le secteur Messaad.
- Le centre d'Ain ouassara comprend le secteur d'Ain ouassara, le secteur d'Al-Birin et le secteur de Sidi Al-Adjal.

I.1.2. Découpage administratif de l'établissement : La structure organisationnelle de l'organisation est représentée dans la figure suivante :



FigureN°07 : Diagramme de l'ADE unité de Djelfa

I.1.3. Tâches de l'Unité Algérienne de l'Eau :

Présentation de l'établissement Exploitation (gestion et entretien des moyens et raccordement permettant la production, le traitement, la transformation, le stockage et la distribution de l'eau potable) Suivi de la qualité de l'eau par le Laboratoire Algérien de l'Eau, qui œuvre pour assurer le suivi La généralité de l'eau produite est la suivante :

- ✓ Mesure du taux de chlore résiduel dans l'eau.
- ✓ Prélèvement d'échantillons pour réaliser des analyses bactériologiques et physico-chimiques afin d'éviter les maladies transmises par Eau.
- ✓ Suivre les cas de pollution mélangeant l'eau potable avec les eaux usées jusqu'à leur traitement.
- ✓ Suivez chaque activité pour économiser l'eau et lutter contre le gaspillage de l'eau.

I.1.4. Aspect technique :

L'Eau Algérienne exploite sept (7) communes sur 36 communes sur le nombre total de communes de la wilaya de Djelfa Population : environ 706 252 personnes, soit 58 % de la population totale de l'État.

- Nombre de clients 72043
- La production quotidienne d'eau est de 62 995 m/jour
- La distribution quotidienne d'eau est de 56695 m/jour
- La longueur du réseau de transformation est de 266 046 m
- La longueur du réseau de distribution est de 741 468 m
- Nombre de stations de pompage : 05 stations

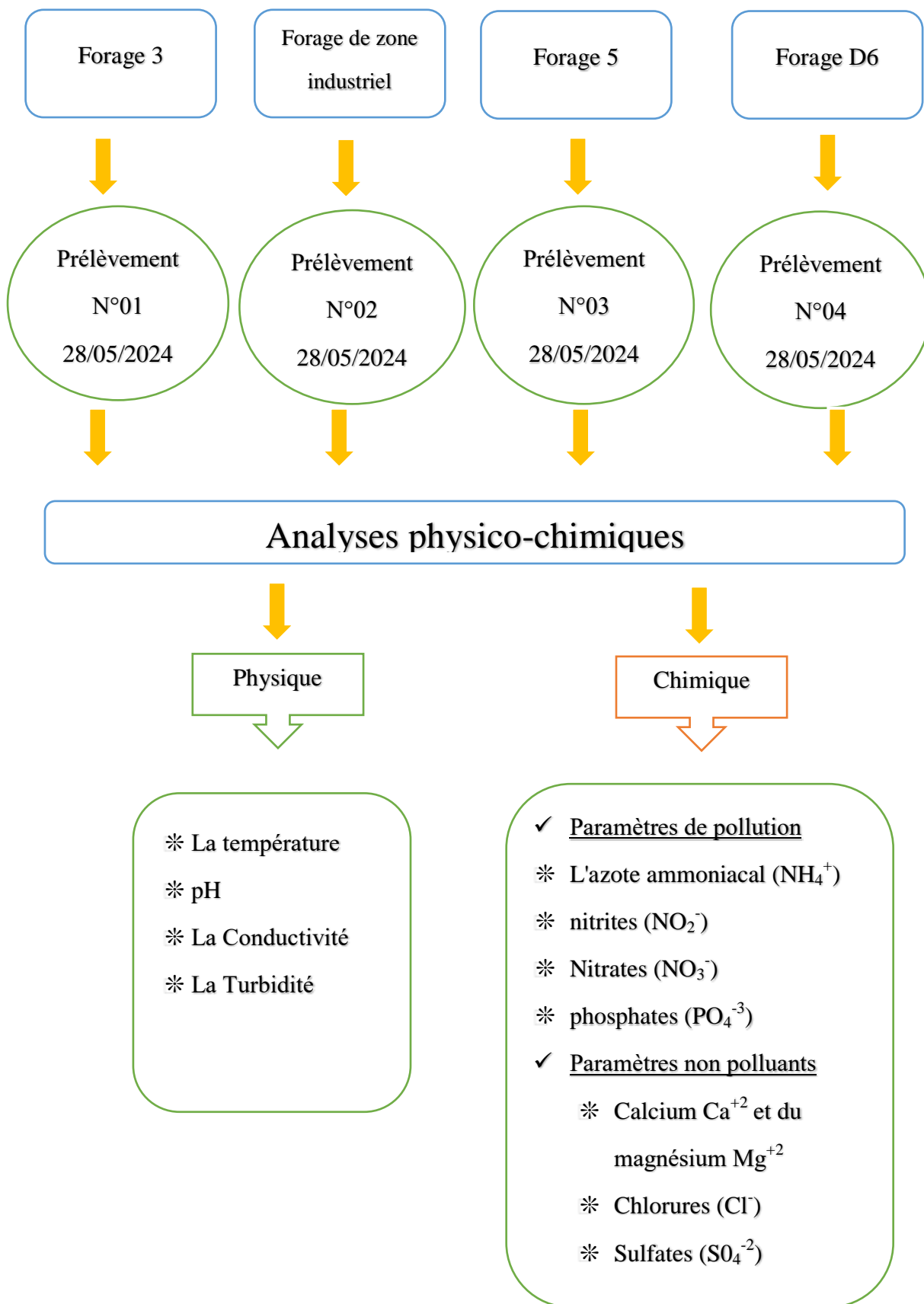
II. Objectif du travail

Notre travail est basé sur un contrôle de qualité physico-chimique de l'eau de forage dans la commune de messaad de la wilaya de Djelfa.

Notre but a été d'apprécier la qualité de l'eau de forage consommé par le citoyen.

II.1. Protocole expérimental

On a suivi le protocole expérimental suivant :



FigureN°08 : Schéma du Protocole expérimental

II.2. Technique de prélèvement

Notre étude expérimentale est basée sur l'étude de la qualité des eaux potables souterraines (Quatre forages) de la région de messaad.

Les analyses physico-chimiques des échantillons prélevés, ont été réalisées au niveau du laboratoire des analyses des eaux de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E), unité de laboratoire Djelfa

II.3. Echantillonnage :

Le présent travail a concerné quatre forages de la région de messaad, il s'agit de : F3 Et zone industriel et F5 et D6. sur le réseaux des forages.

Au cours de notre étude, nous avons choisi pour chaque échantillon quelque paramètre

Les prélèvements d'eau ont été effectués manuellement. En utilisant des flacons, en polyéthylène de 2 litres propres et nettoyées. Avant chaque prélèvement, les flacons sont rincés avec de l'eau prélevée et agiter avant chaque prélèvement.

II.4. Localisation des points de prélèvement :

Tableau N°06 : site de prélèvement de l'eau de la commune de "Messaad"

Numéro d'échantillon	Site de prélèvement	Quartier et cites desservie	Origine de l'eau
E₁	Forage 3	*Cité 1er Novembre *Cité Tahiri+Hôpital *Cité Dhaya *Cité 175 logts *Cité Atlas 250 *Cité Protection civile + 60 logts *Cité Route Touggourt *Cité Route Djelfa *Cité ONACO *Cité 170 logts + 140 logts	Souterraine
E₂	Forage de zone Industriel	*Cité Saifi *Cité Centre-ville	Souterraine

		*Cité Rais mohamed *Cité Sidi nail *Cité Moudjahidine *Cité Daira *Cité 160 logts *Cité Sonelgaz *Cité Route gatara	
E₃	Forage 5	*Cité CEM Saifi *Cité Demed	Souterraine
E₄	Forage D6	* Cité Mosque *Cité Aljazeera *Cité 80 logts *Cité Route boussaada	Souterraine

II.5. Paramètres physico-chimiques

II.5.1. Les Paramètres physiques

a. 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 et surtout des gaz.

Pour mesurer la température on utilise le thermomètre, les mesures sont obtenues directement en degré Celsius (**Rodier et al, 2005**)

b. Mesure de pH

• Principe :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présent dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

- **Appareil : pH Mètre**
- **Mode opératoire.**

Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH= 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

Dosage de l'échantillon:

- Prendre environ ≈ 100 ml d'eau à analyser
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.

c. Conductivité

- **Principe**

La conductivité et la résistivité électriques sont des paramètres couramment utilisés pour caractériser la pureté relative de l'eau.

La conductivité s'exprime en microsiemens par centimètre ($\mu S/cm$), la résistivité est l'inverse de la conductivité et s'exprime en méga ohm - centimètre ($M\Omega \cdot cm$) (Rodier et Coll, 2005).

La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

$$R\acute{e}sistivité(\Omega.cm) = \frac{1000000}{conductivité(\mu S/cm)}$$

- **Appareil** : Conductimètre.
- **Mode opératoire** :
 - D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.
 - Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner
 - Faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.
 - Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.
 - Le résultat est donné directement en ($\mu S/cm$)

d. Turbidité

- **Définition**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

- **Principe**

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

- **Appareil : Turbidimètre.**
- **Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Cette analyse se fait par le turbidimètre.

La mesure est obtenue directement en NTU.

II.5.2. Les paramètres chimiques

II.5.2.1. Paramètres de pollution

Les courbes d'étalonnage sont préparées précédemment, et mémorisées dans le spectrophotomètre UV- visible.

a. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

- **Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium

- **Mode opératoire**

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml de réactif 1 et 4 ml du réactif 2. (**Annexes B**) - Ajuster la solution à 50 ml avec l'eau distillée.
- Attendre 1h 30min (l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+).
- Faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde $\lambda=655\text{nm}$.
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.

b. Détermination de nitrites (NO_2^-)**• Principe**

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le NI naphthyle éthylène diamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesuré à 543nm.

• Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte. (**Annexes B**) ;
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrites.
- Faire la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 543$ nm après 10 mn
- Le résultat est donné directement en mg/l.

c. Détermination Nitrates (NO_3^-)**• Principe**

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

■ Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec à l'étuve à 75-88⁰C.
- (Ne pas surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 et laisser reposer 10 min.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre.
- Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

d. Détermination de phosphates (PO_4^{-3})**• Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700nm. L'autre plus importante à 880nm.

• Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique. (**Annexes B**)
- Ajouter 2 ml du réactif mixte. (**Annexes B**)
- Attendre 10 mn (jusqu'au développement de la couleur bleue).
- Lire directement au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=880$ nm.
- Les résultats sont donnés directement en mg/l.

II.5.2.2. Paramètres non polluants**a. Détermination du calcium Ca^{+2} et du magnésium Mg^{+2}** **• Principe**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse d'éthylènediaminetétraacétique (EDTA) à pH compris entre 10 et 13. Pour calcium (Ca^{+2}) le dosage se fait en présence de MUREXIDE ; l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions de calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet. Pour magnésium (Mg^{2+}) le dosage se fait en présence de noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium est utilisé comme indicateur.

• Mode opératoire**❖ Ca^{+2}**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH 2N.
- Ajouter du MUREXIDE (quelque goutte).
- Titrer avec l'EDTA (1/50 N) jusqu'au virage (violet).
- Obtention d'un volume (V_1) d'EDTA.

❖ Mg^{+2}

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH à pH= 10,1.
- Ajouter le noir eriochrome (quelque goutte).
- Titrer jusqu'au virage (bleu).
- Obtention d'un volume (V_2) d'EDTA.

❖ Facteur de correction (F)

- Prendre 50 ml de la solution mère de calcium à 100 mg/l.
- Ajouter 2 ml de NaOH.
- Ajouter l'indicateur coloré MUREXIDE (quelque goutte).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.
- Obtention d'un volume (V) d'EDTA.
- Expression des résultats : La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante :

$$Ca^{2+}(mg/l) = \frac{V_1 \times C_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}}}{P.E} \times 1000$$

D'où

- V_1 : Volume d EDTA nécessaire pour une concentration donnée.
- C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M / l).
- $M_{Ca^{2+}}$: Masse molaire du calcium en gramme.
- P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).
- F : Facteur

Donc

$$Ca^{2+}(mg/l) = \frac{V_1 \times 0.01 \times F \times 40.08}{50} \times 100$$

$$\text{Ca}^{2+} \text{ (mg/l)} = V_1 \times F \times 8.016$$

La détermination du mg/l de magnésium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mg}^{2+} \text{ (mg/l)} = \frac{(V_2 - V_1) \times C_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Mg}}^{2+}}{\text{P.E}} \times 100$$

D'où

V_1 : volume d'E.D.T. A nécessaire pour une concentration donnée.

V_2 : volume total d'EDTA (mg II).

C : concentration molaire d EDTA (0.01 mol/l).

M_{Mg} : Masse molaire du magnésium en g/mol.

P.E : Prise d'essai (volume de I échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

Donc

$$\text{Mg}^{2+} \text{ (mg/l)} = (V_2 - V_1) \times F \times 4,86$$

b. Détermination des chlorures (Cl^-)

• Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation d'ion chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le tirage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.



• Mode opératoire

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

• Expression des résultats

$$\frac{V_A \times N_A \times M_{Cl}}{PE} = \frac{V_A \times 0.01 \times 35.5 \times F \times 1000}{5}$$

$$(\text{mg/l}) \text{Cl}^- = V_A \times 71 \times F.$$

- V_A : Volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.
- N_A : Normalité d'AgNO₃.
- M_{Cl⁻} : masse molaire des chlorures.
- F : facteur de correction du titre d'Ag NO₃.
- P.E : prise d'essai.

Pour le F

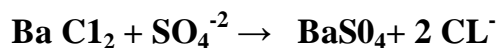
- Prendre 5 ml de solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré
- Doser par AgNO₃ à 0,01 N jusqu'au virage. (Couleur rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_A}$$

c. Détermination du taux de sulfates (SO₄⁻²)

• Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum
En présence de Ba Cl₂



• Mode opératoire

- Prendre 20 ml de l'eau à analyser.

- Compléter à 100 ml d'eau distillée. _ Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.

- Lire au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=420\text{nm}$.

• **Expression des résultats**

$$[\text{SO}_4^{2-}] \text{ (mg/l)} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution.}$$

d. Détermination de bicarbonates (HCO_3^-)

• **Principe**

La détermination du volume d'acide chlorhydrique (0. IN) nécessaire pour diminuer le pH de 100 ml d'eau à analyser à $\text{pH}=8,3$ puis à $\text{pH}=4,3$.

• **Mode opératoire**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Déterminer le pH de l'échantillon.
- Titrer avec le HCl (0, IN) jusqu'à l'obtention d'un $\text{pH}=4,3$.
- Noter le volume de HCl (V_A).

• **Expression des résultats :**

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = \frac{V_A \times N_A \times M \text{HCO}_3 \times 1000}{PE} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = V_A \times 61$$

- V_A : volume d'acide versé.
- N_A : normalité d'acide versé.
- $M \text{HCO}_3^-$: masse molaire des bicarbonates (HCO_3^-).
- PE : prise d'essai.

Chapitre II

Résultats et Discussion

I. Résultat des paramètres physico-chimiques

I.1. Résultat des paramètres physiques

a. Température

Les résultats de la température des échantillons de l'eau des quatre forages de commune de Messaad étudiées sont exprimés dans la figure suivante.

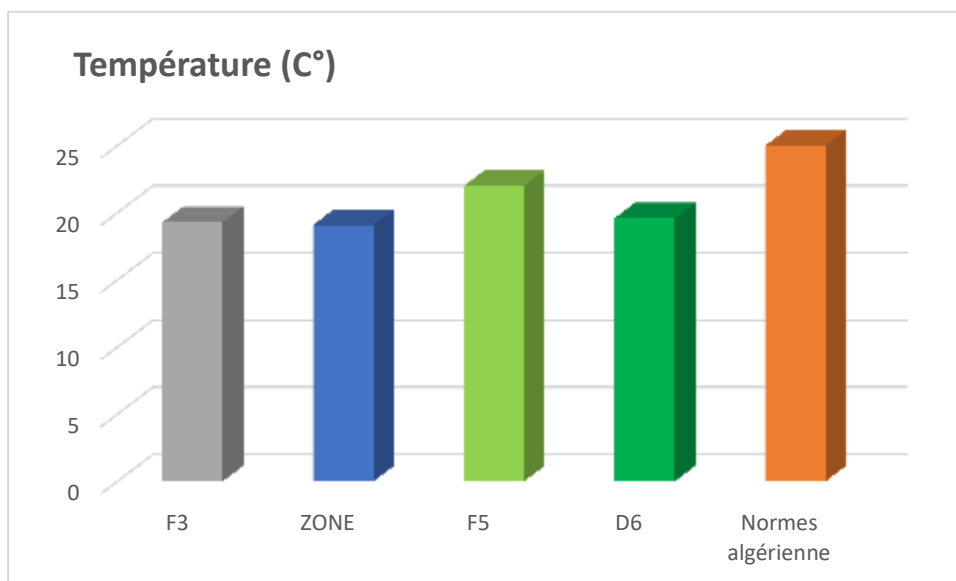


Figure N° 09 : la température de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.

D'après la **figure N°09**, la température de nos échantillons d'eau est comprise entre 19 et 22 °c, en se référant à la norme Algérienne qui fixe la limite de température de l'eau à 25 °C, nous pouvons conclure que la température de tous les échantillons d'eau de commune étudiées est conforme à la norme Algérienne.

b. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats du (pH) des échantillons de l'eau des quatre forages de la commune de Messaad étudiées sont exprimés dans la figure suivante.

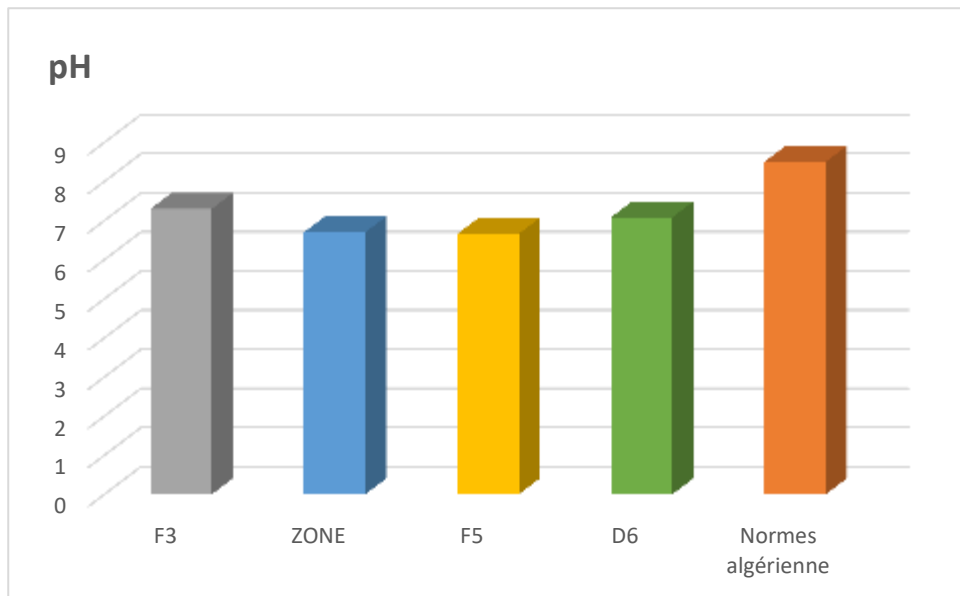
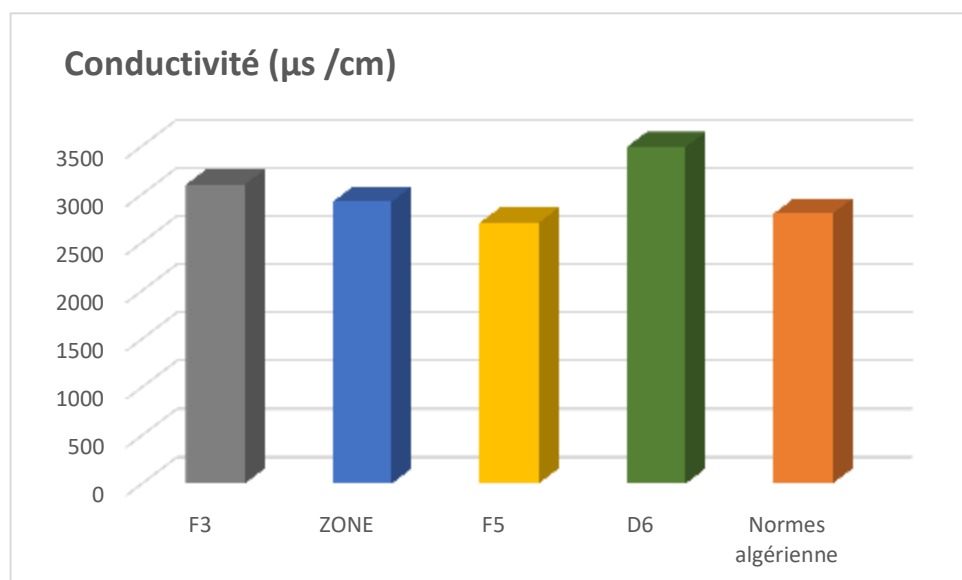


Figure N° 10 : le pH de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.

A la lumière des résultats exprimés dans la **figure N°10**, nous remarquons que le pH de nos échantillons se situe dans l'intervalle 6.66 et 7.3 unités de pH. Ce qui indique la conformité de ces valeurs avec la norme Algérienne qui recommande une valeur située entre 6.5 et 8.5 unités de pH.

c. Conductivité

Les résultats de la conductivité des échantillons de l'eau des quatre forages de commune de Messaad étudiées sont exprimés dans la figure suivante.



(µs /cm) : micro siemens par centimètre.

Figure N° 11 : la conductivité de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.

A la vue des résultats exprimés dans la **figure N°11**, la conductivité de nos échantillons varie entre 2704 et 3490 $\mu\text{s/cm}$ qui sont des valeurs non conformes à la norme Algérienne (limite de conductivité= 2800 $\mu\text{s/cm}$) pour les trois (03) forage de la commune, sauf le forage (F5) il a une valeur conforme à la norme Algérienne

Le tableau ci-dessous donne quelques indications sur la relation existant entre la minéralisation et la conductivité.

Tableau N° 07 : La relation entre la minéralisation et la conductivité de l'eau.

Conductivité < 100 HS/cm	Minéralisation très faible
100 $\mu\text{s/cm}$ < conductivité < 333 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation faible
200 $\mu\text{s/cm}$ < conductivité < 333 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne
333 $\mu\text{s/cm}$ < conductivité < 666 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 $\mu\text{s/cm}$ < conductivité < 1 000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
Conductivité > 1 000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation élevée

$\mu\text{s/cm}$: micro siemens par centimètre.

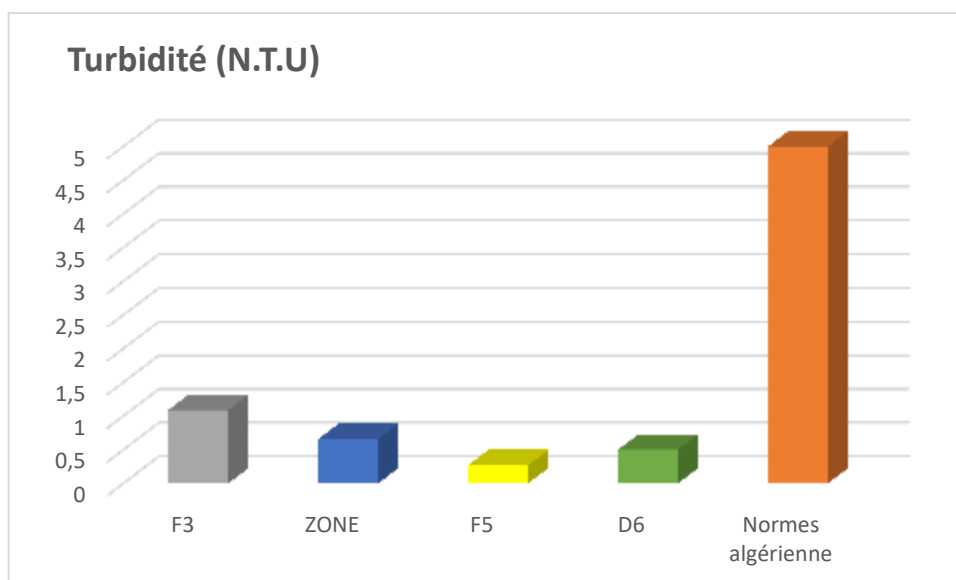
(RODIER et al., 2005)

A la vue des valeurs du **tableau N° 07** : et après confrontation de nos résultats exprimés en **figure N° 11** nous pouvons conclure que l'eau de nos prélèvements peut être classée ainsi :

Caractérisée par une « une minéralisation élevée » ; conductivité >1 000 $\mu\text{s/cm}$.

d. La Turbidité

A partir du quatrième critère étudié qui concerne la turbidité, nous avons trouvé que tous les résultats des échantillons étudiés dans les quatre (04) forages de la commune de Messad sont conformes aux normes de la réglementation Algérienne, qui est de 5 NTU.



N.T.U: Nephelometric Turbidity Unit.

Figure N°12 : la turbidité de l'eau des quatre forages de la commune étudiées.

I.2. Résultat des paramètres chimique.

I.2.1. Paramètre de la pollution

Tableau N°08 : les valeurs des paramètres de pollution concernant les échantillons d'eau des quatre forages de la commune de Messaad

Forage	Taux de l'azote ammoniacal (NH_4^+) (mg/l)	Taux de nitrite (NO_2^-) (mg/l)	Taux de nitrate (NO_3^-) (mg/l)	Taux des phosphate (PO_4^{3-}) (mg/l)
F3	0.17	0.002	3.2	0
ZONE	0.13	0.005	4.87	0
F5	0.13	0.001	2.35	0
D6	0.16	0.024	4.51	0
Normes algériennes	0.5	0.1	50	0.5

A la lumière des résultats représentés dans le **tableau N°08**, les paramètres de pollution étudiés concernant l'eau de quatre (04) forage de la commune de **messaad** sont conformes à la réglementation Algérienne, alors ces eaux des forages ne causent aucun danger sur la santé des consommateurs

I.2.2. Paramètres non polluants

Tableau N°09 : les valeurs des paramètres non polluant concernant les échantillons d'eau des quatre forages de la commune de Messaad

Forage	Ca ⁺² (Mg/l)	Mg ⁺² (Mg/l)	Cl ⁻ (Mg/l)	SO ₄ ⁻² (Mg/l)	HCO ₃ ⁻ (Mg/l)
F3	184.34	102	459.43	480	217.16
ZONE	142.4	87.73	510.48	550	204.96
F5	176	102	330.4	470	195.2
D6	224	119.55	592.72	580	198.86
Normes algériennes	200	50	500	250	500

Ca⁺² : calcium

SO₄⁺² : sulfate

Mg⁺² : magnésium

HCO₃⁻ : carbonate

Cl⁻ : chlorure

A la lumière des résultats représentés dans le **tableau N°09**, les valeurs obtenues de chaque paramètre de minéralisation globale est :

- ❖ Les valeurs trouvées du calcium (Ca⁺²) exprimé en (mg/l) des échantillons prélevés entre 176 à 184.34 mg/l. Le taux de calcium (Ca⁺²) dans les trois forage (F3, ZONE, F5) est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 200 mg/l sauf le forage (D6) non conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 200 mg/l
- ❖ La teneur en magnésium (Mg+2) obtenu varie de 87.73 à 119.55 mg/l, nous remarquons que les valeurs dans les quatre forages est supérieur à la norme des eaux potables qui est de 50 mg/l.
- ❖ La teneur du taux de chlorure (Cl⁻) varie entre 459.43 et 592.72 mg/l. On remarque, que ce taux dans les trois forage (F3, ZONNE, D6) est supérieur à la norme algérienne qui est déterminée par : 500 mg/l mais le forage (F5) est inférieur à la norme algérienne qui est déterminée par : 500 mg/l.

- ❖ Le taux de sulfates (SO_4^{-2}) varie de 470 à 580 mg/l, ces résultats dans les quatre forages est non conforme par rapport à la norme Algérienne des eaux qui est déterminée par : 250mg/l.

- ❖ Selon les résultats obtenus pour le titrage des ions bicarbonates qui sont apparaisent pour un pH de 4,3 (ce titrage appelé le titre alcalimétrique complet TAC) qui sont varié entre 195.2 et 217.16 mg/l, Le taux de bicarbonates dans les quatre forages est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par 500 mg/l.

Conclusion

Conclusion

Il ne fait aucun doute que l'eau est l'élément le plus bénéfique pour la vie humaine, tant pour le corps humain que pour l'environnement. Il n'y a pas de développement ni de prospérité sans eau. La surveillance de l'eau potable est donc nécessaire pour se prémunir contre tous les risques qui la rendent impropre à la consommation.

Notre travail se concentre sur l'analyse des indicateurs physiques et chimiques de l'eau potable des quatre forages de la commune de Messaad.

Les échantillons d'eau à analyser provenaient des forages de distribution qui sont les suivants : forage 03, forage 05, forage de la zone industrielle et forage D6.

Concernant les analyses physiques et chimiques :

- Température de tous les échantillons d'eau de commune étudiées est conforme à la norme Algérienne
- Nous remarquons que le pH de nos échantillons se situe dans l'intervalle 6.66 et 7.3 unités de pH. Ce qui indique la conformité de ces valeurs avec la norme Algérienne.
- La conductivité de nos échantillons varie entre 2704 et 3490 $\mu\text{s/cm}$ qui sont des valeurs non conformes à la norme Algérienne (limite de conductivité= 2800 $\mu\text{s/cm}$) pour les trois (03) forage de la commune, sauf le forage (F5) il a une valeur conforme à la norme Algérienne, peut être classée ainsi :

Caractérisée par une « une minéralisation élevée » ; conductivité >1 000 $\mu\text{s/cm}$.

- La turbidité, nous avons trouvé que tous les résultats des échantillons étudiés dans les quatre (04) forages de la commune de Messaad sont conformes aux normes Algérienne.
- Les paramètres de pollution étudiés concernant l'eau de quatre (04) forage de la commune de **messaad** sont conformes à la réglementation Algérienne, alors ces eaux des forages ne causent aucun danger sur la santé des consommateurs

Les valeurs obtenues de chaque paramètre de minéralisation globale est :

- Le taux de calcium (Ca^{+2}) dans les trois forage (F3, ZONE, F5) est **conforme à la norme** algérienne, sauf le forage (D6) non conforme à la norme algérienne
- La teneur en magnésium (Mg^{+2}), nous remarquons que les valeurs dans les quatre forages est **supérieur à la norme des eaux** potables qui est de 50 mg/l.
- La teneur du taux de chlorure, On remarque, que ce taux dans les troisforage (F3, ZONNE, D6) est supérieur à la norme algérienne qui est déterminée par : 500 mg/l

Conclusion

mais le forage (F5) est inférieur à la norme algérienne qui est déterminée par : 500 mg/l.













- Le taux de sulfates (SO_4^{-2}) varie de 470 à 580 mg/l, ces résultats dans les quatre forages est **non conforme** par rapport à la norme Algérienne des eaux qui est déterminée par : 250mg/l.
- Selon les résultats obtenus pour le titrage des ions bicarbonates qui sont apparues pour un pH de 4,3 (ce titrage appelé le titre alcalimétrique complet TAC) qui sont varié entre 195.2 et 217.16 mg/l, Le taux de bicarbonates dans les quatre forages est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par 500 mg/l.

À la lumière de nos résultats, nous pouvons conclure que l'eau de la commune de Messaad, est de qualité physique et chimique moyenne, à l'exception des valeurs des paramètres non contaminés, qui sont des valeurs élevées, qui provoquent de nombreuses maladies, notamment calculs rénaux.













La présence de calcaire dans l'eau peut également affecter la qualité de la peau et des cheveux. En effet, l'eau dure peut irriter la peau, provoquer des démangeaisons et des rougeurs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-  **ADE, (2003)** : Manuel d'analyses physicochimiques et bactériologiques. Agence régionale d'Alger, département de contrôle de la qualité de l'eau, laboratoire central. Page44.
-  **Anonyme, (2002)** a : Assurance qualité et autocontrôle dans les installations d'alimentation en eau potable. Laboratoire cantonal, Berne. Page1 2.
-  **Arrignon J, (1998)** : Aménagement piscicole des eaux douces. Ed : Tec & Doc, 5 éditions. Paris. Page1 35.
-  **Barraqué B, Gestion De L'eau : Parole D'expert,2004,**
www.sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/mondial/menumondial.html
-  **Beaudry H M, Eaux, Edition Le Griffon Argile ; Canada,1984, p.71**
-  **Belgat S., (2001).** Le littoral Algérien : Climatologie, géo pédologie, syntaxonomie, édaphologie et relations sol-végétation. [Thèse de Doctorat]. L'INA. El Harrach. 261p.
-  **Boeglin J.C, (2001)** : traitement biologiques des eaux résiduaires, revue, techniques de l'ingénieur. Page28.
-  **Bontoux J, (1993)** : Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson : qualité et santé ; technique et documentation : Lavoisier, Paris. Page1 69.
-  **Boudjadja, M. Messahel et H. Pauc,** Ressources Hydriques En Algérie Du Nord, Revue Des Sciences De L'eau, 2003, p. 05
-  **Bourgeoise C. M ; Mesle J. F ; Zucca J :** Microbiologie alimentaire : aspects microbiologiques de la sécurité et la qualité des aliments ; Tec et Doc : Londres, Paris, New York, 1996 ; Vol. 1. Page672
-  **Bouziati :** L'eau de la pénurie aux maladies ; Ibn Khaldoun, Oran, 2006, Page260.
-  **Briere F.G, (2000)** : Distribution et collection des eaux, 2 Ed. ; Presse internationales polytechnique : Montréal, Canada. Page 399.











Références bibliographiques

-  **Defranceschi M, (1996)** : L'eau dans tous ces états ; Ellipse : Paris. Page 127.
-  **Degrment, (1978)** : Mémento technique de l'eau, 8^{ème} Ed ; Technique et Documentation Lavoisier, Paris. Page1097.
-  **Degrment, (1989)** : Mémento technique de l'eau, 9 Ed ; Technique et Documentation Lavoisier, Paris ; Vol 1. Page1097.
-  **Delarras et Trebao, (2003)** : Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : Réglementation. Prévention, analyses ; Lavoisier : Paris. Page269
-  **Desjardins R, (1997)** : Le traitement des eaux, Ed ; Ecole polytechnique : Montréal, Canada Page304.
-  **Fakroun.k, 2020**, Implantation d'une station de traitement des eaux usées dans la commune de Messaad. Analyse quantitative des rejets et choix optimale, mémoire master, Djelfa, page 6.
-  **Friedli C.K.W, (2002)** : Chimie générale pour Ingénieur ; presse polytechniques et universitaires : Paris. Page747.
-  **Gaujous D, (1995)** : La pollution des milieux aquatiques « aide-mémoire ». Ed : Tec & Doc, 2^{ème} Edition., Paris. Page271.
-  **Guiraud, (1998)** : Microbiologie alimentaire ; Ed Dunod : Paris. Page652.
-  **Hossain M Z, Natural Convection in A Horizontal Fluid Layer Periodically Heated from Above and Below,2015, p. 11**
-  **HASSANI A, (2006)** : L'eau, la symbolique ; Dar el Gharb : Oran. Page145.
-  **Kassim Coulibaly** : étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de bamako. Docteur en pharmacie, thèse 2005.
-  **Kerzabi, R. (2017)**. L'effet anthropique sur la végétation halophyte en milieu semi-aride et aride de l'Oranie ; Dynamique de la végétation en relation avec les facteurs édaphiques. [Thèse de Doctorat]. Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid. 301p.

Références bibliographiques

- 📖 Kettab A**, Les ressources en eau en Algérie : Stratégies, enjeux et vision ,2001, p. 26
- 📖 Kettab A, (1992)** : Traitement des eaux : les eaux potables ; Office des publications universitaires : Alger. Page 1 51.
- 📖 Kias M ; Lebres A, (2008)** : Cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux ; Institut Pasteur : Alger, Algérie. Page85
- 📖 Maachou K ; Boukhari L, (2000)** : Mémoire des études supérieure en microbiologie et biochimie, Université d'Oran. Page86.
- 📖 Masschelin W.J, (1996)** : Processus unitaires du traitement de l'eau potable, CEBE Doc : Belgique. Page247
- 📖 Ministère de ressources en eau, (2007).**
- 📖 Mireille D, (1996)** : L'eau dans tous ses états, Ed : Ellipses, Paris. Page 127.
- 📖 Monique et Beaudry J.P, (1992)** : Traitement des eaux potables. Edition GRIFFON d'argile. Canada. Page231.
- 📖 OMS 2017**, Organisation mondiale de la santé. Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4e éd. Intégrant le premier additif.,2017
- 📖 Ouali, (2001)** : Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux ; Office des publications universitaires : Alger. Page 56.
- 📖 Potelon J.L; Zysman K; Tricard D; BUFFAUT P; Vial J; Savic P; Festy B, (1998)** : Le guide des analyses de l'eau potable ; La lettre du cadre territoriale : Paris. Page252.
- 📖 Ramade F, (1998)** : Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edition science internationale. Paris. Page786.

Références bibliographiques

-  **Ramade F, (2000)** : Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition science internationale. Paris. Page684 - 690.
-  **Rio J, (1999)** : Les acteurs de l'eau ; Institut national de la recherche agronomique (INRA) : Paris ; Vol. 2, Chapitre 4 dans le livre L'eau usage et polluants sous le coordonné GROSCLAUD, G. Page 120.
-  **Rodier J** : Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Vol 2. 1 édition. Edition Dunod. Paris, Juin 1996. Page23.
-  **Rodier J ; Bazin C ; Boroutin J.P ; Champsaur H ; Rodi L, (2005)** : L 'analyse de I 'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer : Chimie, physico-chimique, microbiologie, interprétation des résultats ; Ed. ; Dunod : Paris. Page 1383.
-  **Tardat M.H et Beaudry J.P, (1992)** : chimie des eaux. Ed : le Griffon d'argile.
-  **Touahria K (2013)**. Evaluation de la qualité des eaux de forages par comparaison de leurs caractéristiques physico-chimiques (région de Tébessa). Thèse de Magister. Université de Souk Ahras, p. 12, 13, 28
-  **Tricart, J., & Cailleux, A. (1969)**. Traité de géomorphologie IV, le modèle des régions sèches, SEDES. Paris. 472p.
-  **Valiron F, (1989)** : Gestion des eaux, alimentation en eau et assainissement ; Presse de I 'école nationale des ponts et chaussées : France. Page505
-  **Vilaginèse R, (2003)** : Eau, environnement et santé publique « introduction à l'hydrologie ». Ed : Tec &Doc, 2^{ème} édition. Page257.
-  **Zerluth J et Gienger M, (2006)** : L 'eau et ses secrets. Ed : Déslris. Page 223.

Annexes

Annexe A : Matériels

- Spectrophotomètre ;
- pH mètre ;
- Conductimètre ;
- Etuve ;
- Incubateur ;
- Rampe de filtration ;
- Pompe à vide ;
- Membrane filtrantes (0.45gm) ;
- Bec Bunsen,
- Bain marie ;
- Distillateur ;
- Agitateur,
- Turbidimètre ;
- Balance électrique ;
- Boîtes de pétries ;
- Verrerie propre et spécifique à chaque usage.



Photos N°01 : pH mètre



**Photos N°02 :
Conductimètre**



**Photos N°03 :
Turbidimètre**



**Photos N°04 : Balance
électriques**



**Photos N°05 :
Spectrophotomètre**



**Photos N°06 :
Comparateur**



**Photos N°07 hotte stérilisable aux
rayons ultra-violets**



Photos N°08 : Rampe de filtration



Photos N°09 : Chambre Froide



Photos N°10 : Etuve

ANNEXES B : préparation des réactifs

❖ **Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)**

Réactif I :

- Acide dichloroisocyanurique..... 0.5 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH) 8g.
- H₂O distillée.....250 ml.

Réactif II (coloré) :

- Trictrate de sodium 32.5 g.
- Salicylate de sodium 32.5 g.
- Nitropruciate de sodium 0.24 g.
- H₂O distillée 250 ml

❖ **Détermination de l'azote ammoniacal (NO_2^-)**

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide 10 g.
- Acide phosphorique 25 ml.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine 0.5 g.
- H₂O distillée250 ml.

❖ **Détermination de l'azote ammoniacal (NO_3^-)**

- Solution de salicylate de sodium à 0.5 %
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.
- 30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.
- H₂SO₄ concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Hydroxyde de sodium NaOH..... 100 g.
- Tartrate de sodium et de potassium..... 15 g.
- Eau distillée.....250 ml.

- Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.
- Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.
- **Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.**
 - Nitrate de potassium anhydre..... 0.180 g.
- ❖ Eau distillée..... 1000 ml.
- ❖ Chloroforme..... 1 ml.
- ❖ Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.
- ❖ **Détermination de l'azote ammoniacal (PO_4^{3-})**

Réactif Mixte :

- Heptamolybdate d'ammonium 13 g. A
- Eau distillée..... 100 ml.

- Tartrate d'antimoine 0.35 g. B
- Eau distillée 100 ml.

- Acide sulfurique pur..... 150 ml C
- Eau distillée..... 150 ml.

(A + B) + C → 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 % :

Acide ascorbique.....10g.
 Eau distillée150ml.

- ❖ **Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})**

Réactifs :

Solution d'E.D.T.A N/50 ($\text{C}_{10} \text{H}_{14} \text{N}_2 \text{Na}_2 \text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : (0,02N ou 0,01M)

- EDTA..... 3,725 g.
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml.

Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N :

- NaOH (pastilles) 80 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml.

Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH₄OH) pH = 10,1 :

- Chlorure d'ammonium 70 g.
- NH₄OH (25%) 570 ml
- HCl concentré PH = 10,1
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml.

❖ **Détermination des chlorures (Cl⁻)**

Réactifs :

Solution de nitrate d'argent à 0,01 N :

1,6987 d'AgNO₃ → 1000 ml d'eau
distillée

Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 % :

10 g de K₂CrO₄ → Q.S.P 100 ml
d'H₂O dist.

Solution de chlorures à 71 mg/l :

0.107g de NH₄Cl.....1000ml d'eau distillée.

❖ **Détermination des Sulfates (SO₄²⁻)**

Réactifs :

Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de Na₂SO₄

Peser 1,479 g de Na₂SO₄ 1000 ml d'eau distillée.

Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique (c) 60 ml.

Ethanol..... 200 ml.
Chlorure de sodium 150 g.
Glycérol..... 100 ml.
Eau distillée.....Q.S.P. 1000 ml.

Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum..... 150 g.
Acide chlorhydrique 5 ml.
Eau distillée..... Q.S.P. 1000 ml.

❖ **Détermination de l'alcalinité (HCO₃⁻)**

Réactifs :

* Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

* Solution d'HCl à 0,1 N :

- solution d'HCl à 1 N 100 ml.
- H₂O distillée q.s.p 1000ml.



ANNEXES C : photos des résultats physico-chimique

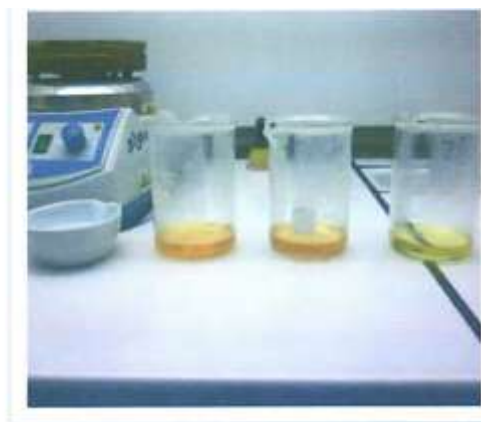


**Photos 01. Test d'analyse de calcium
(Avant titrage)**

**Photos 02. Test d'analyse de calcium
(Après titrage)**



**Photos 03. Test
d'analyse de magnésium
(Après titrage)**



**Photos 04. Test d'analyse
d'azote ammoniacal (Avant
titrage)**



**Photos 05. Test d'analyse de
bicarbonates (après le titrage)**



Photos 06. Test d'analyse phosphate