

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique**

**Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté des sciences exactes et de l'informatique
Département de Chimie**

Présenté par :

Benelhadj Djelloul Dikra Khouloud

Benaïssa Hamida

THÈME:

Etude de la qualité physico-chimique des eaux des différentes régions de
la wilaya de RELIZANE.

Devant le jury composé de :

| | | | |
|-----------|-----------------|-------|--------------------------|
| Président | : C.HARRAT | Pr. | Université de Mostaganem |
| Examineur | : I. BOULENOUAR | M.C.B | Université de Mostaganem |
| Encadreur | : H.BELAYACHI | M.C.B | Université de Mostaganem |

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Avant tous nous remercions **ALLAH** maitre de l'univers qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

En premier lieu, nous exprimons particulièrement nos reconnaissances à notre encadreur **Mme BELAYACHI Hanane** pour sa patience, son aide continue tout au long de ce projet, de nous avoir fait confiance et son œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire.

Nos remerciements particuliers aux membres de jury, **Mr. HARRAT Charef** et **M^{lle}. BOULENOUAR Imane**, d'avoir accepté à examiner notre modeste travail et de fournir un avis, un commentaire ou des conseils à ce sujet.

Un grand merci à tout l'ensemble du personnel du laboratoire de l'ADE de RELIZANE (directeur, responsables, techniciens et laborantins), pour leur accueil dans leur structure tout le long de notre travail, leur aide et leur bonne humeur.

Sans oublier nos chers professeurs tout le long des années universitaires et les responsables du département de chimie, merci pour l'aide, les précieuses informations, l'expérience unique et enfin pour le bon accueil.

Enfin, un grand merci à ceux qui nous ont soutenu tout au long de notre travail, nos familles et nos amis, et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Merci.

Résumé :

Cette étude a porté sur la qualité physico-chimique des eaux des différentes régions de la wilaya de RELIZANE. L'étude a concerné l'analyse des paramètres physico-chimiques T° , pH, Cl^{-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Conductivité, Salinité, Titre alcalimétrique complet (TAC), Titre alcalimétrique (TA), Matière en suspension (MES), Titre hydrométrique (TH), Turbidité. Les résultats obtenus, ont montré que tous les paramètres physico-chimiques à savoir la température, le potentiel hydrogéné, la conductivité électrique, la salinité, le chlorure, le magnésium, le calcium, le titre alcalimétrique complet, le titre alcalimétrique, les matières en suspension, et le titre hydrométrique sont conformes aux normes Algériennes. En conclusion, l'eau de la wilaya de RALIZANE peut être classée comme une bonne qualité sur le plan physico-chimique.

Mots clés : Eau, Qualité, Analyse physico-chimique, Normes.

Abstract:

This study focused on the physico-chemical quality of the waters of the different regions of the wilaya of RELIZANE. The study concerned the analysis of the physico-chemical parameters T° , pH, Cl^{-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Conductivity, Salinity, Complete alkalimetric strength (TAC), Alkalimetric strength (TA), Suspended matter (MES), Titer hydrometric (TH), Turbidity. The results obtained showed that all the physicochemical parameters, namely the temperature, the hydrogen potential, the electrical conductivity, the salinity, the chloride, the magnesium, the calcium, the complete alkalimetric strength, the alkalimetric strength, the substances in suspension, and the hydrometric titer comply with Algerian standards. In conclusion, the water from the wilaya of RALIZANE can be classified as good quality from a physicochemical point of view.

Keywords: Water, Quality, Physico-chemical analysis, Standards.

Table des matières

| | |
|--|--------------|
| Introduction générale..... | ..... |
| <i>Chapitre I Généralité sur l'eau et la pollution.....</i> | 3 |
| 1- Définition de l'eau | 4 |
| 2- Structure et propriétés de l'eau | 4 |
| 1. La molécule de l'eau | 4 |
| *L'état physique de l'eau :..... | 5 |
| -L'état solide ..... | ..... |
| -L'état liquide ..... | ..... |
| -L'état vapeur ..... | ..... |
| *Les propriétés physiques de l'eau : ..... | ..... |
| -La température d'ébullition ..... | ..... |
| -La viscosité ..... | ..... |
| -La capillarité : ..... | ..... |
| -La polarité ..... | ..... |
| -La conductivité ..... | ..... |
| -La tension superficielle ..... | ..... |
| *Les propriétés chimiques de l'eau..... | 6 |
| -L'eau solvant ..... | ..... |
| -Ionisation ..... | ..... |
| -Oxydoréduction ..... | ..... |

| | |
|---|-----------|
| 3- Les différents usages de l'eau | 7 |
| Les usages domestiques | 7 |
| Les usages agricoles | 7 |
| Les usages industriels | 8 |
| Les usages liés à la production d'énergie | 8 |
| 4 -Les sources en eaux | 8 |
| Eaux de pluie | |
| Eaux de surfaces | |
| Eaux de souterraines..... | 9 |
| 5- les sources de la pollution des eaux | 10 |
| 1.. Les polluants organiques de l'eau..... | 10 |
| 2.. Les polluants inorganiques de l'eau..... | 11 |
| Eaux usées et autres déchets exigeant de l'oxygène : | 11 |
| Déchets industriels : | 12 |
| La pollution thermique | 12 |
| Déversement d'hydrocarbures : | 13 |
| Pollution par les pluies acides..... | 13 |
| Les déchets radioactifs : | 13 |
| Pollution des eaux par les métaux lourds : | 14 |
| <i>Chapitre II les analyses physico-chimiques de l'eau</i> | 15 |
| Potabilité de l'eau : | 16 |
| Introduction | 16 |
| Définition de l'eau potable..... | 16 |

Cycle de l'eau potable : 16

Caractéristiques de l'eau potable 17

Paramètres organoleptiques 17

La couleur 17

Goûts et odeurs 17

La turbidité : 17

Paramètres physicochimiques 18

La température 18

pH 15

La conductivité électrique 15

L'alcalinité 1

Matières organiques 5

Matières en suspension 12

Cations et anions 12

Le Calcium (Ca^{2+}) 12

Les Bicarbonates (HCO_3^-) 12

Le Chlore (Cl^-) 12

Les nitrates et les nitrites : 12

I. Présentation de la station de traitements : 21

Historique de l'ADE 21

Missions de l'ADE 21

Présentation de la wilaya de Relizane 21

Etude Climatique : 22

| | |
|---|----|
| Morphologie de la wilaya | 23 |
| L'eau de barrage | |
| Présentation de barrage de gargar :..... | 23 |
| La situation de la production de l'eau | 23 |
| La faune : | |
| La flore | |
| La situation actuelle en eau potable | 25 |
| Les ressources hydriques | 25 |
| Les ressources en eaux superficielles | 26 |
| Hydrographie | |
| Barrage de Sidi m'Hamed Benaouda : | 27 |
| Barrage de Gargar | |
| Barrage de Merdja | |
| Présentation de la chaine de traitement et distrairont a Relizane : | 28 |
| Principe de fonctionnement de la station de traitement des eaux : | 29 |
| Organisation des différents laboratoires : | 30 |
| Le laboratoire physico-chimique | |
| Le laboratoire bactériologique : | |
| Normes physico-chimiques | |
| II. Méthodes de traitement de l'eau potable..... | 32 |
| Procédés de traitement des eaux brutes | 32 |
| Etapas de traitement des eaux brutes : (GLAUDE. B, ROBERT. P)..... | 32 |
| Coagulation et Flocculation | |
| III.1.1.3. Correction du | |

| | |
|--|----|
| PH..... | 34 |
| .III.1.1.4. Filtration | |
| III.1.1.5. La chloration : | 35 |
| Traitement physico-chimique | 36 |
| Chlorures (Manuel pratique d'analyse de l'eau) :..... | 37 |
| La Dureté: | |
| L'alcalinitétotale [Manuel pratique d'analyse de l'eau] | 39 |
| Dosage de calcium | |
| Dosage de magnésium | |
| Le chlore résiduel libre [Manuel pratique d'analyse de l'eau] :..... | 41 |
| La duretétotale : | |
| K-TA et TAC | |
| Les analyses physiques..... | 44 |
| Le pH de l'eau [Manuel pratique d'analyse de l'eau] | 44 |
| Température [Manuel pratique d'analyse de l'eau] : | 45 |
| Turbidité: | |
| Spectrophotométrie : | |

Chapitre III : *résultat et discussion*48

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Introduction :..... | 49 |
| 2. | Échantillonnage | 49 |
| 3. | Contrôles des analyses physico-chimiques..... | 49 |
| 4. | Les Paramètres organoleptiques :..... | 50 |
| | Odeur | |
| | La couleur | |

| | |
|---|-----------|
| 4.3 Saveur : | 51 |
| 5. Résultats physico-chimiques | 52 |
| Mesure de pH | |
| Mesure de température | 54 |
| Mesure de conductivité | 55 |
| Mesure de turbidité | 56 |
| Mesure de Titre Alcalimétrique simple (TA) | 57 |
| Mesure de Titre Alcalimétrique Complete (TAC) : | 58 |
| Mesure de la Dureté Total (TH) : | 59 |
| 6. Résultats chimiques | 61 |
| 7 Discussion générale : | 62 |
| Conclusion Générale | 63 |
| Annexe | 64 |
| Références | 70 |

Table des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. La molécule d'H ₂ O | 4 |
| Figure 2. Cycle de l'eau de consommation (Sabouret J.F et Tissier. L, 2000)..... | 17 |
| Figure 3. La carte géographique de la wilaya de Relizane (LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016)..... | 22 |
| Figure. 4 : Etapes de traitement des eaux brutes. | 32 |
| Figure 5 : Photo représente le bassin de La floculation..... | 33 |
| Figure 6 : bassin de décantation (type lamellaire)..... | 34 |
| Figure 7 : le bassin de filtration..... | 35 |
| Figure 8 : photo représente l'Appareil de turbidité..... | 46 |
| Figure 9 : photo représente l'Appareil de Spectrophotométrie | 47 |
| Figure 10 : Évolutions des valeurs de couleur étudiée | 51 |
| Figure 11 : Évolutions des valeurs de Saveur étudiée | 52 |
| Figure 12 : Évolution des valeurs de pH étudié | 54 |
| Figure 13 : Évolution des valeurs de Température étudiées | 55 |
| Figure 14 : Évolution des valeurs de Conductivité étudiée | 55 |
| Figure 15 : Évolution des valeurs de Turbidité étudiée | 56 |
| Figure 16 : Évolutions des valeurs de TDS étudiés | 57 |
| Figure 17 : Évolution des valeurs de TA étudié | 58 |
| Figure 18 : Évolution des valeurs de TAC étudié | 59 |
| Figure 19 : Évolution des valeurs de TH étudié | 60 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Caractéristiques des sources ponctuelles et non ponctuelles d'apports chimiques dans les eaux réceptrices (adapté de Carpenter et al., 1998)..... | 11 |
| Tableau 2 : Principaux effets associés aux métaux lourds (Ewers et Schilpkoter, 1991 ; Sparks, 1998 ; Fella, 2010)..... | 14 |
| Tableau 3 : présentation de La situation de la production de l'eau (LARBI H, BELFOUDILS et DIDA A., 2016)..... | 24 |
| Tableau 04 : présentation globale des prélèvements des barrages (LARBI H, BELFOUDILS et DIDA A., 2016)..... | 25 |
| Tableau 5 : présentation des ressources en eaux superficielles (LARBI H, BELFOUDIL Set DIDA A., 2016)..... | 26 |
| Tableau 6 : Représente les normes physico-chimiques..... | 31 |
| Tableau 7 : Paramètres mesurés et appareillages..... | 50 |
| Tableau 08 : les valeurs de l'odeur de l'eau de robinet des échantillons étudiées..... | 50 |
| Tableau 9 : les valeurs de la couleur de l'eau de robinier des échantillons étudiées..... | 51 |
| Tableau 10 : les valeurs de Saveur de l'eau de robinet des échantillons étudiées..... | 51 |
| Tableau 11 : les résultats des analyses physiques effectuées à la station de Relizane chaque jour..... | 53 |
| Tableau 12 : les valeurs de pH de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 54 |
| Tableau 13 : les valeurs de température de l'eau de robinet des échantillons étudiées..... | 54 |
| Tableau 14 : Les valeurs de conductivité de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 55 |
| Tableau 15 : Les valeurs de turbidité de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 56 |
| Tableau 16 : Teneurs en TDS de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 57 |
| Tableau 17 : les valeurs de Titre Alcalimétrique simple de l'eau de robinet des échantillons | |

| | |
|---|----|
| étudiés..... | |
| ..... | 58 |
| Tableau 18 : Les valeurs de TAC de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 58 |
| Tableau 19 : Teneurs en TH de l'eau de robinet des échantillons étudiés..... | 59 |
| Tableau 20 : les résultats des analyses chimiques effectuées à la station de Relizane..... | 61 |

Introduction générale

Selon **Thielborger (2014)** l'eau est la vie. L'eau est un liquide incolore, inodore et sans saveur entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Olivax Y, 2007**). Elle est une substance primordiale pour l'existence de l'homme et même de la biosphère (**Jean D., 2008**).

L'eau joue un rôle fondamental dans la vie des êtres vivants, La consommation mondiale d'eau a triplé, tandis que la population de la planète augmentait de 2,3 milliards d'habitants. La pénurie d'eau touche déjà tous les continents et plus de 40 % de la population de la planète (**Belghetriet al.2013**).

Pour l'homme l'eau présente environ 92% du plasma, 80% du tissu musculaire, 60% des globules rouges et aussi, c'est le composant majeur de la plus parts des autres tissus. Elle est le milieu de dispersion pour plusieurs réactions chimiques et biochimiques, et avec une valeur nutritionnel nulle (**Alpha S., 2005**).

Elle est classée comme un corps chimique complexe dans ces constantes physiques et physico-chimiques. Elle est utilisée pour les besoins de l'agriculture et de l'élevage. L'eau est dite potable quand elle répond à certaines normes fixes par les tests législatifs (**Arrus R., 1985**).

Elle doit être agréable à consommer tant pour son goût que pour sa couleur et son odeur et en règle absolue non susceptible de porter atteinte de la sante (**Alpha S., 2005**). Une grande partie de l'eau provient de la pluie, des rivières, des puits et des barrages (**Olivax Y, 2007**).

Une eau est considérée potable, si elle est agréable à boire et si son emploi n'entraîne aucun risque pour la santé. Sa concentration en certains substance chimique (sels minéraux, ammoniacque, nitrite chlorures, matière organique) doit être limite (**AlphaS, 2005**).

L'accès à l'eau potable est essentiel pour la santé. Sa disponibilité, outre un droit humain de base, déclaré par la loi relative à l'eau (**JOA, 2005**).

Introduction générale

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques et bactériologiques qui définissent leur degré de pureté et en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels.

Les pertes d'usage concernant en premier lieu la potabilité puis l'aptitude des eaux de rivière en fonction du degré croissant de pollution à permettre le développement normal de la faune puis dans un gradient croissant de dégradation provoquant la régression puis la disparition de l'ensemble des ressources biologique aquatiques (**Alpha S., 2005**).

La pollution des eaux se fait par des métaux lourds souvent sous forme de traces, qui peuvent provoquer des intoxications chez l'homme par la consommation de l'eau contaminée en dépassant les limites fixées par la réglementation et l'OMS (**OMS, 2011**).

Ces métaux lourds sont en particulier le cadmium, le fer, le plomb, l'arsenic, le nickel, et le bore. Elle ne doit contenir aucun agent chimique indésirable ou toxique susceptible de provoquer chez l'homme des troubles plus ou moins à long terme (**Rodier J., 1992**).

L'objectif de notre travail est d'examiner et de suivre les analyses des sources d'approvisionnement en eau potable les plus importants de la région de RELIZANE.

Notre travail est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre contient une étude bibliographique sur l'eau et la pollution de l'eau.

Dans le deuxième chapitre on donne une présentation de la wilaya de RELIZANE, ainsi que les stations de traitement des eaux au niveau de la wilaya, les différentes analyses physico-chimique effectuées et les matériels et méthodes utilisés durant la période de stage.

Le troisième chapitre parle des résultats, leur interprétation et discussions et enfin une conclusion générale qui comprend les résultats finaux des analyses.

Chapitre I

Généralité sur l'eau et la

pollution

1. Définition de l'eau :

L'eau, H_2O , molécule inodore, incolore et sans saveur, présente dans la nature sous différentes formes et elle est indispensable pour la vie des différents êtres vivants.

Pour l'homme l'eau présente environ 70% poids du corps humain. Elle est le milieu de dispersion pour plusieurs réactions chimiques et biochimiques, et avec une valeur nutritionnelle nulle, elle est classée comme un corps chimique complexe dans ces constantes physico-chimiques (Olivaux Y, 2007).

2. Structure et propriétés de l'eau :

2.1. La molécule de l'eau :

L'eau est un corps composé, de formule chimique H_2O , elle est formée de deux atomes d'hydrogène et atome d'oxygène (Olivaux Y, 2007).

La figure 01 indique qu'une molécule d'eau est triangulaire et polarisée, caractérisée par :

- La molécule H-O-H est coudée ;
- Angle de valence de 105° ;
- Distance internucléaire H-O = $0,958 \text{ \AA}$.

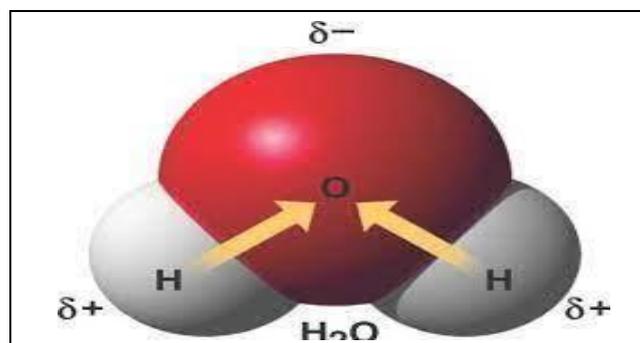


Figure 1. La molécule d' H_2O

2.2. L'état physique de l'eau :

L'eau peut se présenter sous trois états physiques : solide (glace), liquide (eau proprement dite), et gaz (vapeur d'eau) :

***L'état solide :**

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 (**Jean-Claude boeglin, 2001**).

***L'état liquide :**

A l'état liquide ; il a une association de plusieurs molécules par des liaisons particulières dites liaisons hydrogènes ; chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau est lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine.

***L'état vapeur :**

Il est obtenu à partir de 100 °C ; à la pression atmosphérique les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et il correspond exactement à la formule H₂O et en particulier au modèle angulaire (**Jean-Claude boeglin, 2001**).

2.3. Les propriétés physiques de l'eau :

Les propriétés physiques les plus importantes de l'eau sont les suivantes : température d'ébullition, tension superficielle, viscosité, la capillarité, la polarité, et la conductivité électrique.

• La température d'ébullition :

La température d'ébullition de l'eau est plus élevée que celle des composés hydrogénés de masse moléculaire de même ordre.

• La viscosité :

C'est la propriété qu'un liquide d'opposer une résistance aux divers mouvements soit interne, soit globaux, et elle joue donc un rôle important en traitement d'eau, elle diminue lorsque la température croît.

- ***La capillarité :**

L'eau placée dans un tube de petit diamètre montre du fait de l'existence de force de traction entre ces molécules et la surface. Ce phénomène facilite la rétention de l'eau dans les petits interstices entre particules dans les sols.

- ***La polarité :**

L'eau est en raison de son caractère dipolaire à un constant diélectrique élevé, c'est-à-dire qu'elle est capable de transmettre les phénomènes électriques (JEAN D.,2008).

- ***La conductivité :**

L'eau est légèrement conductrice quand, elle est vraiment pure ; la conductivité augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau.

- ***La tension superficielle :**

Elle est définie comme une force d'attraction qui s'exerce à la surface du liquide, en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface (JEAN D., 2008).

2.4. Les propriétés chimiques de l'eau :

- ***L'eau solvant :**

Le pouvoir solvant de l'eau provoque l'altération partielle ou complète de divers liens entre les atomes (dissociation) et dans les molécules (ionisation) et du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres (hydratation). Une solvatation complète est une dissociation.

- ***Ionisation :**

Un composé minéral dissous dans l'eau se dissocie plus ou moins avec apparition d'ions chargés négativement (anions) et positivement (cations). Le corps dissous est appelé électrolyte ; il transporte le courant électrique.

• ***Oxydoréduction :**

Les phénomènes d'oxydoréduction présentent une grande importance dans toutes les technologies de l'eau. L'eau elle-même peut participer, suivant des conditions expérimentales et selon certaines réactions chimiques comme un donneur d'électrons (elle est réductrice) ou un accepteur d'électrons (elle est oxydante)(**ROVEL, 2005**).

3. Les différents usages de l'eau :

L'homme a un besoin vital d'eau et, outre le fait qu'il l'absorbe (boissons, aliments), il l'utilise pour des activités domestiques, industrielles, agricoles, auxquelles correspondent des usages de l'eau bien différents les uns des autres et souvent incompatibles entre eux (**Jean-Marie, 2009**).

3.1. Les usages domestiques :

On utilise l'eau pour la boire ainsi que pour faire la cuisine, se laver, nettoyer les sols, la vaisselle ou le linge, arroser le jardin, laver la voiture, remplir la piscine, ...

Il existe trois sortes d'eau de boisson :

- L'eau potable qui sort du robinet de l'appartement ou de la maison.
- Les eaux minérales, Ces eaux contiennent des éléments spécifiques utiles à la santé.
- Les eaux de source sont embouteillées, sans traitement, directement à la source

3.2. Les usages agricoles :

Les plantes ont besoin d'eau pour se développer. Dans notre région, elles la trouvent dans le sol qui a stocké l'eau de pluie (vigne), mais certaines cultures doivent être arrosées (blé, maïs, salades, fraises) car elles ne trouvent pas assez d'eau dans le sol. Les agriculteurs ont également besoin d'eau pour abreuver le bétail et nettoyer les étables.

Les usages agricoles de l'eau représentent 70 % de la consommation en eau sur la planète et peuvent atteindre 90% dans les zones arides.

3.3. Les usages industriels :

L'eau est l'élément vital de l'industrie. Elle est utilisée comme matière première, liquide de refroidissement, solvant, moyen de transport et source d'énergie.

Les industries ont besoin d'eau pour fabriquer leurs produits, laver les cuves de stockage, les chaînes de fabrication, les sols des usines et des entrepôts et parfois pour refroidir leurs installations.

3.4. Les usages liés à la production d'énergie :

Après les combustibles, l'eau est la ressource la plus importante utilisée dans la production à grande échelle d'énergie thermique.

La production d'un kilowattheure d'énergie électrique exige 140 litres d'eau pour les centrales à combustibles fossiles et 205 litres pour celles à énergie nucléaire. une partie de l'eau est convertie en vapeur qui sert à entraîner l'alternateur pour produire de l'électricité.

La plus grande partie de l'eau sert toutefois au refroidissement des condenseurs.

(Jean-Marie, 2009).

4. Les sources en eaux :

L'eau est essentielle à la survie et au bien-être de l'homme et est indispensable au fonctionnement de nombreux secteurs de l'économie.

Les sources en eau sont intégralement réparties dans l'espace et le temps et souffrent des pressions qu'exercent sur elles les activités humaines on retrouve quatre sources principales d'eau brutes :

*les eaux de pluie.

*les eaux de surfaces.

*les eaux souterraines et les eaux de mer.

Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant.

4.1. Eaux de pluie :

*Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine.

*Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium.

*Elles sont donc très douces.

*Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques.

4.2. Eaux de surfaces :

*On peut répartir les eaux de surface en trois catégories :

- Eaux de rivières (partie amont) ;
- Eaux de rivières (partie aval) ;
- Eaux de lac

*La dureté de toutes les eaux de surface est modérée (**Keith. P et Allardi. J ,2001**).

4.3. Eaux souterraines :

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

*Turbidité faible.

*Les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.

*Contamination bactérienne faible

*Le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matière organique ne favorisent pas la croissance des bactéries

*Indice de couleur faible

*Les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales.

*Débit constant. la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.

*Concentration élevée de fer et de manganèse.

4.4. Eaux de mer :

Sont caractérisés par leur concentration élevée en sels dissous (33 à 37g/l).

Ces eaux ne seront utilisées que s'il y'a un manque en eaux douces. Elles subissent alors une opération dite dessalement (**Keith. P et Allardi. J ,2001**).

5. les sources de la pollution des eaux :

La pollution de l'eau peut provenir de deux sources :

- La source ponctuelle
- Les sources non ponctuelles (tableau 1).

5.1. Les sources ponctuelles :

Sont celles dont la source est directement identifiable. Il s'agit par exemple d'une canalisation reliée à une usine, d'un déversement d'huile d'un pétrolier, d'effluents provenant d'industries.

Les sources ponctuelles de pollution comprennent les effluents d'eaux usées (municipales et industrielles) et les rejets d'égouts pluviaux et affectent principalement la zone proche.

5.2. Les sources non ponctuelles :

Sont celles qui proviennent de différentes sources d'origine et de nombreux moyens par lesquels les contaminants pénètrent dans les eaux souterraines ou de surface et arrivent dans l'environnement à partir de différentes sources non identifiables. Les exemples sont le ruissellement des champs agricoles, les déchets urbains, etc.

La pollution qui pénètre dans l'environnement à un endroit donné a des effets à des centaines, voire des milliers de kilomètres de là. C'est ce qu'on appelle la pollution transfrontalière. Les déchets radioactifs qui traversent les océans depuis les usines de retraitement nucléaire vers les pays voisins en sont un exemple. Les polluants de l'eau peuvent être : organiques ou inorganiques.

- **Les polluants organiques de l'eau :**

Ils comprennent les insecticides et les herbicides, les organohalogénés et d'autres formes de produits chimiques, les bactéries provenant des eaux usées et de l'élevage, les déchets de la transformation des aliments, les agents pathogènes, les composés organiques volatils, etc.

• **Les polluants inorganiques de l'eau :**

Il peut s'agir de métaux lourds provenant du drainage minier acide, de limon provenant du ruissellement de surface, de l'exploitation forestière, des pratiques de brûlage et de remplissage des terres, d'engrais provenant du ruissellement agricole et comprenant des nitrates et des phosphates, etc. et de déchets chimiques provenant d'effluents industriels.

Tableau 1 : Caractéristiques des sources ponctuelles et non ponctuelles d'apports chimiques dans les eaux réceptrices (adapté de Carpenter et al., 1998).

| Les sources ponctuelles | Les sources non-ponctuelles |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Effluents d'eaux usées (municipales et industrielles) - Ruissellement et lixiviation des sites d'élimination des déchets - Ruissellement et infiltration des parcs d'engraissement des animaux - Ruissellement provenant des mines, des champs pétrolifères, des sites industriels sans égouts . - Émissions des égouts pluviaux des villes dont la population est supérieure à 100 000 habitants. - Débordements des égouts pluviaux et sanitaires combinés. - Ruissellement des sites de construction >2 ha | <ul style="list-style-type: none"> - Ruissellement provenant de l'agriculture (y compris le débit de retour de l'agriculture irriguée) - Ruissellement provenant des pâturages et des parcours - Eaux de ruissellement urbaines des zones sans égouts et avec égouts dont la population est inférieure à 100 000 habitants. - Ruissellement des sites de construction - Ruissellement provenant de mines abandonnées - Dépôt atmosphérique sur une surface d'eau - les activités terrestres qui génèrent des contaminants, telles que l'exploitation forestière, la conversion des zones humides, la construction et l'aménagement des terres ou des cours d'eau. |

Certaines des sources importantes de pollution de l'eau sont présentées ci -dessous :

- **Eaux usées et autres déchets exigeant de l'oxygène :**

La gestion des déchets solides n'est pas efficace en raison des énormes volumes de déchets organiques et non biodégradables produits quotidiennement. Par conséquent, dans la plupart des régions de l'Inde, les déchets sont éliminés de manière non **scientifique**, ce qui entraîne une augmentation de la charge polluante des eaux de surface et des eaux souterraines. Les eaux usées peuvent être un engrais car elles libèrent dans l'environnement des nutriments importants tels que l'azote et le phosphore dont les plantes et les animaux ont besoin pour leur croissance. Les engrais chimiques utilisés par les agriculteurs ajoutent également des nutriments au sol, qui s'écoulent dans les rivières et les mers et s'ajoutent à l'effet fertilisant des eaux usées. Ensemble, les eaux usées et les engrais peuvent provoquer une augmentation massive de la croissance des algues ou du plancton qui facilite la croissance de vastes zones d'océans, de lacs ou de rivières, créant une situation connue sous le nom de prolifération d'algues qui réduit la teneur en oxygène dissous de l'eau et tue d'autres formes de vie comme les poissons.

- **Déchets industriels :**

De nombreuses industries sont situées le long des berges des rivières, comme les industries de l'acier et du papier, car elles ont besoin d'énormes quantités d'eau pour leurs processus de fabrication et, finalement, leurs déchets contenant des acides, des alcalis, des colorants et d'autres produits chimiques sont déversés dans les rivières sous forme d'effluents. Les industries chimiques liées à la fabrication de l'aluminium libèrent de grandes quantités de fluorure par leurs émissions dans l'air et leurs effluents dans les cours d'eau. Les industries des engrais génèrent d'énormes quantités d'ammoniac, tandis que les aciéries produisent du cyanure. Les sels de chrome sont utilisés dans les processus industriels pour la production de dichromate de sodium et d'autres composés contenant du chrome. Tous ces rejets arrivent finalement dans les masses d'eau sous la forme d'effluents qui affectent la santé humaine et les organismes qui y vivent.

a. 8. La pollution thermique :

Les changements de température de l'eau ont un effet négatif sur la qualité de l'eau et le biote aquatique. La majorité de la pollution thermique de l'eau est due aux activités humaines. Certaines des sources importantes de pollution thermique sont les centrales nucléaires et électriques, les raffineries de pétrole, les usines de fusion de l'acier, les centrales thermiques au charbon, les chaudières des industries qui libèrent une grande quantité de chaleur dans les masses d'eau, entraînant une modification des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des masses d'eau réceptrices. Les

températures élevées réduisent la teneur en oxygène de l'eau, perturbent les cycles de reproduction, les rythmes respiratoires et digestifs et d'autres changements physiologiques, entraînant des difficultés pour la vie aquatique.

b. 9. Déversement d'hydrocarbures

Les déversements d'hydrocarbures à la surface de la mer par accident ou par fuite de pétroliers transportant de l'essence, du diesel et leurs dérivés polluent fortement l'eau de mer. L'exploration pétrolière en mer entraîne également une pollution de l'eau par le pétrole. Le pétrole résiduel se répand à la surface de l'eau en formant une fine couche d'émulsion eau dans le pétrole.

c. 10. Pollution par les pluies acides :

La pollution de l'eau qui modifie le niveau de pH environnant d'une plante, par exemple à cause des pluies acides, peut nuire à la plante ou la tuer. Atmosphérique Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote émis par des sources naturelles et humaines, comme l'activité volcanique et la combustion de combustibles fossiles, interagissent avec les produits chimiques atmosphériques, notamment l'hydrogène et l'oxygène, pour former des acides sulfuriques et nitriques dans l'air. Ces acides retombent sur terre par le biais des précipitations sous forme de pluie ou de neige. Une fois que les pluies acides atteignent le sol, elles s'écoulent dans les cours d'eau qui transportent leurs composés acides dans les masses d'eau. Les pluies acides qui s'accumulent dans les milieux aquatiques abaissent le pH de l'eau et affectent le biote aquatique.

d. 11. Les déchets radioactifs :

La pollution radioactive est causée par la présence de matières radioactives dans l'eau. Elles sont classées en deux catégories : les petites doses qui stimulent temporairement le métabolisme et les grandes doses qui endommagent progressivement l'organisme en provoquant des mutations génétiques.

Doses qui endommagent progressivement l'organisme en provoquant des mutations génétiques. La source peut provenir de sédiments radioactifs, d'eaux utilisées dans les centrales nucléaires, de l'exploitation de minéraux

radioactifs, de centrales nucléaires et de l'utilisation de radio-isotopes à des fins médicales et de recherche.

e. 12. Pollution des eaux par les métaux lourds :

La pollution des eaux se fait par des métaux lourds souvent sous forme de traces, qui peuvent provoquer des intoxications chez l'homme par la consommation de l'eau contaminée en dépassant les limites fixées par la réglementation et l'OMS.

Ces métaux lourds sont en particulier Le cadmium, le fer, le plomb, l'arsenic, le nickel, et le bore. Les principaux effets associés aux éléments ci-dessus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Principaux effets associés aux métaux lourds (Ewers et Schilpkoter,1991 ; Sparks, 1998 ; Fellah, 2010).

| Elément | Effets |
|---------------|--|
| Arsenic (As) | Toxique, possible cancérigène |
| Cadmium (Cd) | Hypertension, dommages sur le foie, Affections respiratoires, troubles rénaux |
| Chrome (Cr) | Cancérigène sous forme de Cr(VI), troubles dermatologiques, anémie |
| Cuivre (Cu) | Peu toxique envers les animaux, toxique envers les plantes et les algues à des niveaux modérés |
| Mercure (Hg) | Toxicité chronique et aiguë, Troubles du système nerveux (mémoire, fonctions sensorielles de coordination) |
| Nickel (Ni) | Maladies respiratoires, asthme, malformations congénitales, cancérigène |
| Plomb (Pb) | Toxique, troubles du système nerveux et cardiovasculaire, fatigue, cancérigène, affection du foie et des reins |
| Sélénium (Se) | Essentiel à faibles doses, toxique à doses élevées |
| Zinc (Zn) | Toxique pour les végétaux à de fortes teneurs |

Chapitre II

Les analyses physico-chimiques de l'eau

1. Caractéristiques de l'eau potable**1.1. Paramètres organoleptiques :****a- La couleur :**

Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV

(Monique. H, 1991).

Elle peut être due à certaines impuretés minérales (Fer) mais également à certaines matières organiques (acides humiques, foliques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire **(Alpha, 2005).**

b- Goûts et odeurs :

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur agréable. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer.

Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère **(Monique. H., 1991).**

c- La turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, la pluviométrie joue un rôle important vis-à-vis de ce paramètre dans les superficielles et souterraines selon leur origine **(Savary, 2010).**

1.2. Paramètres physicochimiques :**a- La température :**

La température de l'eau, est un facteur qui agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes **(W.H.O, 1987).**

b- pH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (**Himmi et al, 2003**).

c- La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine) de 1cm² de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau (**Hceflcd, 2006**).

d- L'alcalinité :

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes.

D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates.

Deux titres qui sont le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). L'unité utilisée est le degré français (1°f = 10 mg. L⁻¹ de CaCO₃ = 0,2 milliequivalent. L⁻¹).

e- Matières organiques :

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux, sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes.

Ces matières organiques sont responsables de l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par le traitement de chloration (**Rodier J., 2009**).

f- Matières en suspension :

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc (**Rodier J., 1996**).

Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution (**Hebert et Legers, 2001**).

g- Cations et anions :

Les eaux douces, qu'elles soient d'origine souterraine ou superficielle sont plus ou moins minéralisées par des sels naturels.

Il est souvent très important de connaître précisément cette minéralisation en plus des indications données par les paramètres globaux de type «titre » et «potentiel ».

Par ailleurs, certains des cations et anions minéraux naturels présents dans les eaux sont considérés comme indésirables ou toxiques selon l'usage auquel l'eau douce est destinée (domestique, agricole, industriel, santé, tourisme, refroidissement...)
(Rodier J., 2009).

***Le Calcium (Ca^{2+}) :**

L'ion calcium est le composé principal de la dureté de l'eau, il se trouve en général à une concentration de 5 -500mg/l exprimé en CaCO_3 (2-200mg en Ca^{2+}).

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale, les deux tiers restants correspondent à la dureté calcique, sa valeur est de 10 à 50 mg/l (environ 40-200 mg /l en CaCO_3).

***Le Magnésium (Mg^{2+})**

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale, les deux tiers restants correspondent à la dureté calcique, sa valeur est de 10 à 50 mg/l (environ 40-200 mg /l en CaCO₃) (**Kemmer F. N., 1984**).

***Les Bicarbonates (HCO₃⁻) :**

L'ion de bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. On le trouve souvent à une concentration de 5 -500 mg/L exprimée en CaCO₃.

***Le Chlore (Cl⁻) :**

Puisque tous les sels du chlore sont très solubles dans l'eau, le chlore est fréquent dans les réserves d'eau douce à un taux de 10 à 100 mg /l (**Kemmer F. N., 1984**).

h- Les nitrates et les nitrites :

Ces paramètres sont des indicateurs pertinents de la dégradation des ressources en eau utilisée pour la production d'eau potable. La présence de nitrates dans l'eau d'alimentation peut avoir plusieurs origines :

- Une origine liée aux activités humaines (rejets industriels, agricoles et urbains) ;
- Une origine naturelle dans la mesure où les nitrates résultent des transformations de l'azote dans les eaux et les sols (cycle de l'azote) ;

Les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre 'Nitrosomonas', puis en nitrates par les bactéries du genre 'Nitrobacter'.

Les nitrates sont très solubles dans l'eau (INSQ, 2013). Ils peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et de nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques : la méthémoglobinémie et le risque de cancer (**Belghiti et al, 2013**).

2. Présentation de la station de traitements :**2.1. Historique de l'ADE :**

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

L'ADE est également chargée de procéder à la maintenance préventive et la remise à niveau des infrastructures d'assainissement. Visant l'efficacité du point de vue technique, économique et environnemental, pour atteindre ses objectifs elle s'est proposée de développer les moyens humains et matériels et d'introduire de nouvelles technologies, pour y arriver elle assure la formation continue à son personnel.

2.2. Missions de l'ADE :

La mission principale est la surveillance de la qualité de l'eau distribuée ; ainsi que de faciliter toute action visant à économiser cette dernière, notamment par

l'amélioration des réseaux de transfert et de distribution. L'introduction de toute technique de préservation de l'eau, cet objectif sera atteint avec la mise en place de nouvelles technologies et le développement des moyens humains et matériels existants ; la lutte contre le gaspillage grâce aux campagnes d'information, qui servent à sensibiliser les usagers quand à cette ressource qui tend à se raréfier.

2.3. Présentation de la wilaya de Relizane :

Située au Nord-Ouest de l'Algérie, la wilaya de Relizane occupe une superficie de 4851 km² abrite une population de 767 ,774 habitants, regroupée au sein de 38 communes.

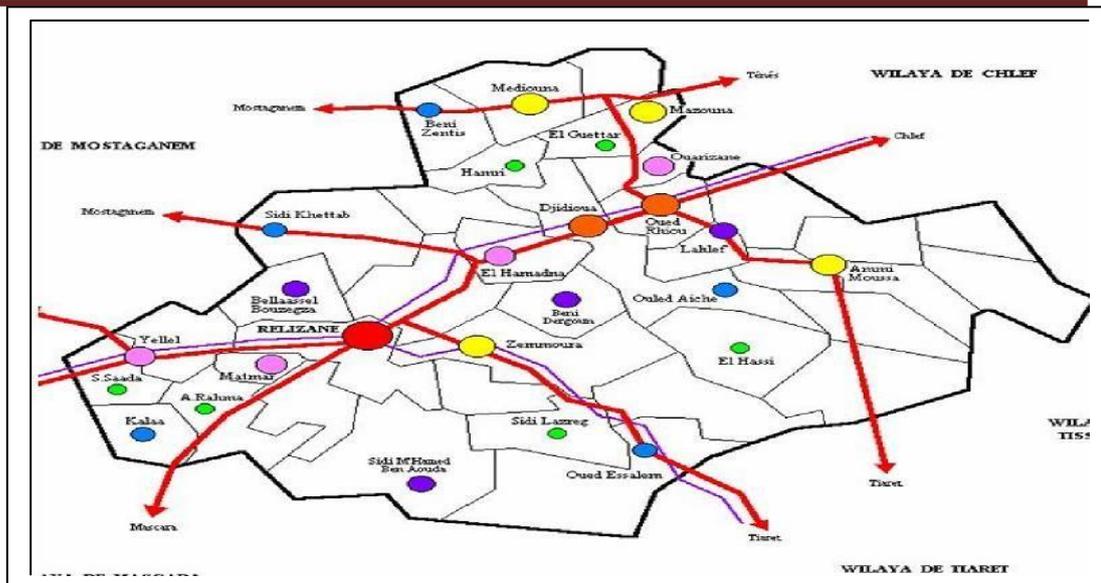


Figure 3. La carte géographique de la wilaya de Relizane (LARBI H, BELFOUDILS et DIDA A., 2016).

Elle est constituée d'une plaine assez vaste représentant 40% du territoire, bordée vers le Nord par les massifs de Belhacel et DAHRA, vers le sud par les Béni - chougrane et Ouarsenis. La zone de plaine est située à une côte inférieure à 100 m. le point culminant d'une altitude de 1850m est situé sur le massif de l'Ouarsenis au lieu-dit Bourakba.

Cette cuvette à topographie presque plaine, plus étroite à l'amont, s'évase à l'aval jusqu'à atteindre quelques dizaines de kilomètre de largeur au niveau du point de confluence Oued Cheliff – Oued Mina.

2.4. Etude Climatique :

Cette région est caractérisée par un climat aride à semi -aride surtout seau de la plaine. En hydrologie, notre région continue wilaya concernant le pluviomètre, le maximum des Précipitations se manifeste à partir du moins de novembre jusqu'au mois de janvier. Durant cette période, le pluviomètre représente 45mm par rapport à celle enregistrée annuellement Actuellement cette pluviométrie se situe entre 245 à 300 mm.

À titre indicatif, les données pluviométriques de l'année 2005/2006 sont de l'ordre de 1,60 mm (LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

2.5. Morphologie de la wilaya

Constituée d'une plaine assez vaste, cette plaine constitue la partie accidentelle de bassin néogène subsidant du bas Cheliff oriental. Quatre zones remarquables limitent morphologiquement cette plaine :

- Au Nord, les plaines d'Oued rhiou et de l'Oued mina se divisent suivant leur grand axe par une ligne de crête et une série d'accident topographiques individualisant deux grands bassins ;
- Au l'Ouest la plaine est limitée, à la hauteur de Yellel par une flexure qui affecte les dépôts continentaux vers le Nord ;
- Au Sud-Ouest, la plaine est bordée par une ride anticlinale complexe.

L'eau de barrage est potable pour la consommation humaine, mais doit être obligatoirement répond à certaines normes fixés par les textes législatifs.

2.6. L'eau de barrage :**2.6.1. Présentation de barrage de gargar :**

Barrage de gargar est situé dans la wilaya de Relizane, à 5 km au Sud-Ouest de ville d'Oued Rhiou à 3 km en amont du pont de la route nationale N°4 sur la ville d'Oued Rhiou qui est un affluent de l'Oued Chélif.

La région étudiée fait partie bassin versant de l'Oued Rhiou, lequel s'étend sur une superficie de 2900 km² (**LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016**).

2.6.2 La situation de la production de l'eau

La situation de la production de l'eau est présentée dans le tableau ci-dessus.

Tableau 3 : présentation de La situation de la production de l'eau
(LARBI H,BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

| Zone | Nombre d'habitants | Production par jour | Part individuelle L/jour/ habitants |
|----------|--------------------|---------------------|--|
| Urbaines | 529 095 | 71 583 | 135 |
| Rurales | 193 941 | 10 137 | 99 |
| Total | 723 036 | 90 728 | 195 |

***La faune :**

Les barrages de la wilaya de Relizane sont des lieux aquatiques préférables de vie des très nombreuses espèces telles que les différentes espèces de *cyprines carpio*(les carpes) et *stizostedion lucioperpa* connu localement sur le nom de sandre.

***La flore :**

Les espèces végétales disponibles dans notre région sont les suivantes : la fleur de Bleuet, l'arbre du a triplex et tamarix, la plante Roseaux massues, les typhas, encore appelés massettes ou roseaux massues jonc épars, salicornes (LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

Tableau 4 : présentation globale des prélèvements des barrages (LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

| Barrage | La Date de mise en service | La capacité initial / actuel hm ³ | Le volume Régularisé initial / actuel hm ³ | Usage |
|----------------------|----------------------------|--|---|---------------|
| Gargar | 1989 | 450/358 | 120/80 | AEP |
| Sidi Mhamed BenAouda | 1978 | 225/153 | 50/40 | AEP- irrigant |

| | | | | |
|---------------------|-------|---------|---------|---------------|
| Merdja et Sidi Abed | .1984 | 58/50 | 50/40 | AEP- irrigant |
| Total | | 733/561 | 290/200 | AEP- irrigant |

Selon la direction d'hydraulique, un ouvrage (barrage de DJIDIOUIA) est en voie de lancement d'une capacité de mobilisation, de 105 millions m³ et de volume régularisé estimé à 22 millions m³. Sur les 200 million m³ que régularisant les ouvrages en exploitation, il y a : 60 millions m³/an sont destinés à l'AEP (30%) ; et 140 millions m³/an sont destinés à l'irrigation (70%) (LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

3. La situation actuelle en eau potable

La production d'eau potable est actuellement de 1710 L/S. L'équivalente de 90 720 m³ par jour avec une part moyenne d'environ 153 L/jour/habitants.

Les zones urbaines et 99 L/ jour/ habitants dans les zones rurales et la moyenne de consommation évaluée à 125 L/ jour/ habitants.

3.1. Les ressources hydriques :

Un volume annuel de 25 Hm³ est soutiré à partir des différents as du territoire de la wilaya pour des besoins d'AEP, les volumes extra ressources souterraines sont répartis comme suit :

- 116 Forages et 43 puits mobilisant un volume de 25 Hm³/an ; destinée aux besoins d'APE ;
- 2030 puits et 119 Forages mobilisant un volume de 29 Hm³/an ; destin à les besoins de l'agriculture ;
- Un volume de l'ordre de 1 Hm³/an étant réservé à l'activité économique.

3.2. Les ressource en eaux superficielles

L'exception de ces unités hydrogéologiques (plaine de Chélif et la Mina) pour lesquelles nous disposons d'outils plus ou moins fiables.

Tableau 5 : présentation des ressources en eaux superficielles

(LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A., 2016).

| N° | Dénomination de la nappe | Localisation | Réserves utiles Hm ³ | Débit extraits Hm ³ /an |
|----|-----------------------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|
| 01 | Calcaires à lithothamnées | DJIDIOUIA, O/Rhiou, MERDJA | 11 | 09 |
| 02 | Les sables de l'Astien de Zemmora | ZEMMORA, Dar BENABDELLAH (CHEHAIRIA) | 05 | 02 |
| 03 | Quaternaire de la Mina | YELLEL, MATMAR, RELIZANE, O/DJEMAA | 11 | 05.5 |
| 04 | Quaternaire du Cheliff | HAMRI, O/S/MIHOUB OUARIZANE, O/RHIOU, MERDJA | 12 | 07.5 |

4. Hydrographie

En matière d'hydrographie, la willaya de Relizane est traversée principalement d'Est en Ouest par oued Cheliff, et du Sud au Nord par l'Oued Rhiou et Oued Mina.

4.1. Barrage de Sidi m'Hamed Benaouda :

Le barrage de Sidi M'Hamed BENAOUA est caractérisé par :

- Capacité : 153 HM³ ;
- Volume régularisable initial : 120 HM³.
- Volume régularisable actuelle : 80 HM³.
- Type barrage en terre.
- Hauteur : 64 m.

- Longueur de la digue : 890 m.
- Longueur de la digue en crête : 10 m.
- Longueur de la digue à la base : 200 m.
- Mise en eau : 1978.

4.2. Barrage de Gargar

Le barrage de Gargar est caractérisé par :

- Commune El-Hamri : 25L/S (846 m³) ;
- commune Benzentiss: 25L/S (1296 m³);
- Total : 2160 m³ Capacité : 358 HM³ ;
- Volume régularisable initial : 120 HM³ ;
- Volume régularisable actuelle : 80 HM³ ;
- Type barrage en terre ;
- Hauteur : 90 m.
- Longueur de la digue : 400 m.
- Longueur de la digue en crête : 10 m.
- Longueur de la digue à la base : 520 m (**LARBI H, BELFOUDIL S et DIDAA., 2016**).

4.3. Barrage de Merdja :

Le barrage de Medjda est caractérisé par :

- Commune d'Ami Moussa.
- Commune de Mazouta.
- Capacité : 50 HM³ ;
- Volume régularisable initial : 50 HM³ ;
- Volume régularisable actuelle : 40 HM³ ;
- Type barrage en terre ;

- Hauteur : 12,5 m.
- Longueur de la digue : 9950 m.
- Longueur de la digue en crête : 4,5 m.

Longueur de la digue à la base : 54,5 m (**LARBI H, BELFOUDIL S et DIDA A.,2016**).

5. Présentation de la chaine de traitement et **distrairont à Relizane :**

Le 21 avril 2001, l'Algérienne des eaux (ADE) est appliquée à la mise en place de ses structures.

L'impulsion de la gestion et la levée de préalable à un transfert organisée en faveur de l'établissement en charge de production.

L'exploitation et la distribution de l'eau, L'établissement de production de gestion et de distribution de l'eau d'Oran par (S.E.O.R) exerce ses activités sur le territoire de la wilaya d'ORAN, AIN TMOUCHENT, et RELIZANE.

La wilaya Relizane a commencée à prendre les activités liées à son objet et précédemment exercées par les services des eaux des communes.

La capacité de production de traitement d'eau est estimée de 720 m³/h à 800 m³/h qui rentrent de station. Elle est constituée de trois stations "A", "B" et "C" (**ADE de W.relizane, 2004**). La station est constituée d'une installation pour la préparation d'un volume net d'eau potable conditionnée de 720 m³/heure, avec ces tuyauteries, vannes, pompes ainsi que des ventilateurs soufflants et un système d'injection et de dosage de produits chimiques ainsi qu'un bac de stockage ; elle est constituée de deux stations, A et B : la station A contient deux bassins de coagulation, deux bassins de floculation, deux bassins de décantation et six bassins de filtrations. La station B contient : un poste de mélange, 2 pompes de dosage pour le sulfate d'aluminium, 2 pompes de dosage pour le lait de chaux, 2 pompes de dosage pour l'adjuvant, bassin de coagulation à 4 unités, bassin de floculation à 4 unités, bassin de décantation à 4 unités, 4 filtres, 1 soute à eau à épurée, 1 pompe à boues, 2 soufflantes, 2 pompes à eau de rinçage, 2 pompes à eau épurée, 2 pompes pour la dilution du chlore et 2 doseurs de chlore.

6. Principe de fonctionnement de la station de traitement des eaux :

Depuis le bassin de stockage, l'eau s'écoule librement dans le réservoir intermédiaire, situé dans la station de traitement. Les doses nécessaires de produit chimique et d'eauchlorée sont introduites au-dessus du système à cascade.

L'eau arrivant de ce réservoir intermédiaire est distribuée sur quatre bassins de floculations. En vue d'assurer l'efficacité du traitement floculant, chaque bassin a été équipé d'un système d'agitation.

La décantation de l'eau est assurée par un séparateur à lamelles prévu en aval de chaque bassin de floculation, l'eau en provenance de ces séparateurs n'arrive aux filtres qu'au travers d'un caniveau placé transversalement devant les filtres.

Le dispositif de filtration se compose de 4 filtres à sable ouverts avec chacun une capacité de 200 m³/h. Le débit maximal de la station de traitement est par conséquent de 800 m³/h.

Le rinçage des filtres s'effectue d'une manière automatique, ils ne peuvent être rincés que par un à la fois, de sorte que lors du rinçage, l'eau à épurer est répartie entre les trois autres. Le nettoyage a lieu avec l'eau de rinçage puisée dans la soute à eau épurée et l'air débité par une soufflante. Un ensemble des vannes à commandes pneumatique fait poser l'eau dans la soute à eau épurée, puis elle est amenée depuis la soute et par pompage vers deux réservoirs de stockage.

L'ancienne station de traitement est constituée d'un réservoir intermédiaire, 2 bassins de floculation équipés d'un système d'agitation, 2 grand bassin de décantation, contrairement à la première station qui est équipée de séparateur à lamelles qui facilite la décantation, 6 filtres à sable ouverts, dont le rinçage s'effectue d'une manière manuelle et puis l'eau filtrée passe dans la soute à eau épurée qui est amenée par pompage vers la ville de Benda-oued.

7. Organisation des différents laboratoires :

On distingue deux laboratoires :

7.1. Le laboratoire physico-chimique :

Les analyses effectuées dans ce laboratoire sont : la prise de température, mesure du PH, la conductivité, la turbidité, le zéta potentiel, la salinité ainsi que la détection des matières décantables etc...

7.2. Le laboratoire bactériologique :

Les trois analyses les plus importantes menées dans ce laboratoire sont :

- La recherche de coliformes (bacteriaE.coli).

- La recherche des clostridiums.

-La recherche des streptocoques.

8. Normes physico-chimiques :

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé, une eau impropre découle souvent d'une contamination chimique ou bactériologique, les différents paramètres physico-chimiques et recommandations de l'OMS sont représentés dans Le tableau suivant :

Tableau 6 : Normes physico-chimiques

| Paramètres physico-chimiques | Les unités | normes |
|-------------------------------|------------|-----------|
| P | | 6.5-8.5 |
| T | °C | 25 |
| Conductivité | µs/Cm | <2000 |
| Turbidité | NTU | 5 0.2/0.7 |
| Taux de chlore | mg/l | 500/1500 |
| TDS | mg/l | |
| Sal | mg/l | |
| T.A | % | 2 |
| T.A.C | °F | - |
| T.H | °F | 60 |
| HCO ₃ ⁻ | °f | 50 |
| Ca ²⁺ | mg/l | 600 |
| Mg ²⁺ | “ | 100 |
| PO ₄ ³⁻ | “ | 50 |
| NH ₄ ⁺ | “ | 0.5 |
| NO ₂ ⁻ | “ | 0.5 |
| NO ₃ ⁻ | “ | 0.5 |
| SO ₄ ²⁻ | “ | 0.2 |
| Cl ⁻ | “ | 50 |
| MO | “ | 250 |
| MES | “ | 250 |
| | “ | 250 |
| | “ | 3 |
| | “ | 2000 |

9. Méthodes de traitement de l'eau potable :

9.1. Procédés de traitement des eaux brutes :

Les ressources en eau douce de surface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de polluants qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements. (AOUBED. A)

9.2. Etapes de traitement des eaux brutes : (GLAUDE. B, ROBERT. P)

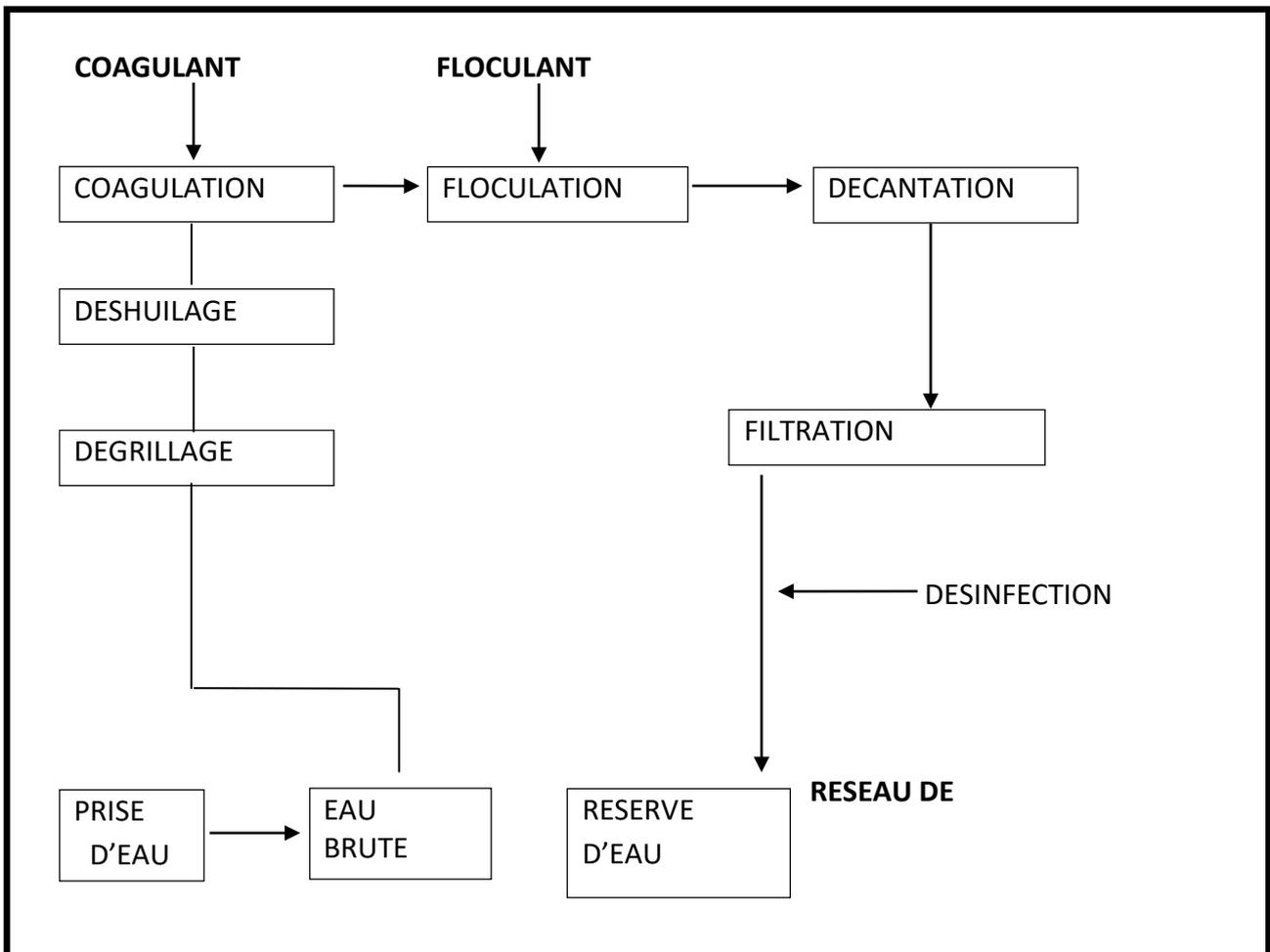


Figure. 4 : Etapes de traitement des eaux brutes.

a) Coagulation et Flocculation :

La coagulation et la flocculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit ici du traitement secondaire que nous effectuons sur une eau brute suivant le dégrillage et le dessablage. Premièrement, nous ajoutons un coagulant, un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables entre autres de la couleur et turbidité) de façon à ce qu'elles ne se repoussent plus les unes des autres. Le coagulant est ajouté juste avant ou dans un bassin à mélange rapide pour aider à faire effet plus rapidement ; une fois cette étape accomplie, nous injectons un flocculant ou aide coagulant qui aura pour effet d'agglutiner toutes les particules devenues neutres c'est-à-dire les rassembler ensemble pour qu'elles forment des flocons assez gros pour sédimenter (couler au fond) par eux-mêmes. Cette étape a lieu dans un bassin à mélange plus lent de manière à ne pas briser les flocons une fois formés mais pour tout de même avoir un effet de diffusion. (XAVIER. L.)



Figure 5 : bassin de La flocculation.

b) Décantation :

Après avoir obtenu ces particules, il faut à présent qu'elles décantent, dans une eau immobile les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation. (BECHAC. J, BOUTIN. P).



Figure 6 : bassin de décantation (type lamellaire).

c) Correction du pH :

La correction du pH s'effectue avec une solution sursaturée de chaux hydratée ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ dans l'eau) .la chaux se classe en tête parmi les produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau potable et de l'eau destinée aux industries.

d) Filtration :

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en les passant à travers un milieu poreux. L'eau passe à travers un filtre qui intercepte les petites particules. Les

mailles du filtre sont petites donc plus petite doit être une particule pour passer. La filtration peut être accomplie comme un traitement tertiaire d'une eau brute, comme traitement secondaire d'une eau usée ou comme unique traitement si on parle d'une filtration transmembranaire. Les filtres les plus communs dans les stations de traitement d'eau sont les filtres au sable et à l'antracite. Les filtres s'assurent que l'eau qui en sort respecte les normes en vigueur en ce qui concerne la turbidité (la couleur ayant été enlevée par l'étape précédente). Les virus et bactéries peuvent toutefois passer au travers des filtres c'est pourquoi l'étape finale de désinfection est obligatoire. **(OLIVIER. J, PIERRE).**



Figure 7 : Bassin de filtration.

e) La chloration :

Pour la station de Relizane, la chloration se faisait par une solution de chlore gazeux (Cl_2) à l'aide d'un système à gaz chlore à éjecteurs mélangeurs, l'eau était fournie par 2 pompes et dirigée vers 2 chlorures d'un débit réglable de 375 à 7500 g de Cl_2 par heure. Actuellement la chloration se fait par une solution d'hypochlorite de sodium (NaClO) qui est dosée à l'aide d'un appareil compte-gouttes pour les deux stations.

9.3. Traitement physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques font appel à des techniques d'analyses très variées fondées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes recherchés (Spectrométrie, chromatographie...), ou encore sur leur aptitude à réagir avec des réactifs particuliers (dosages complexo -métriques ou d'oxydoréductions...).

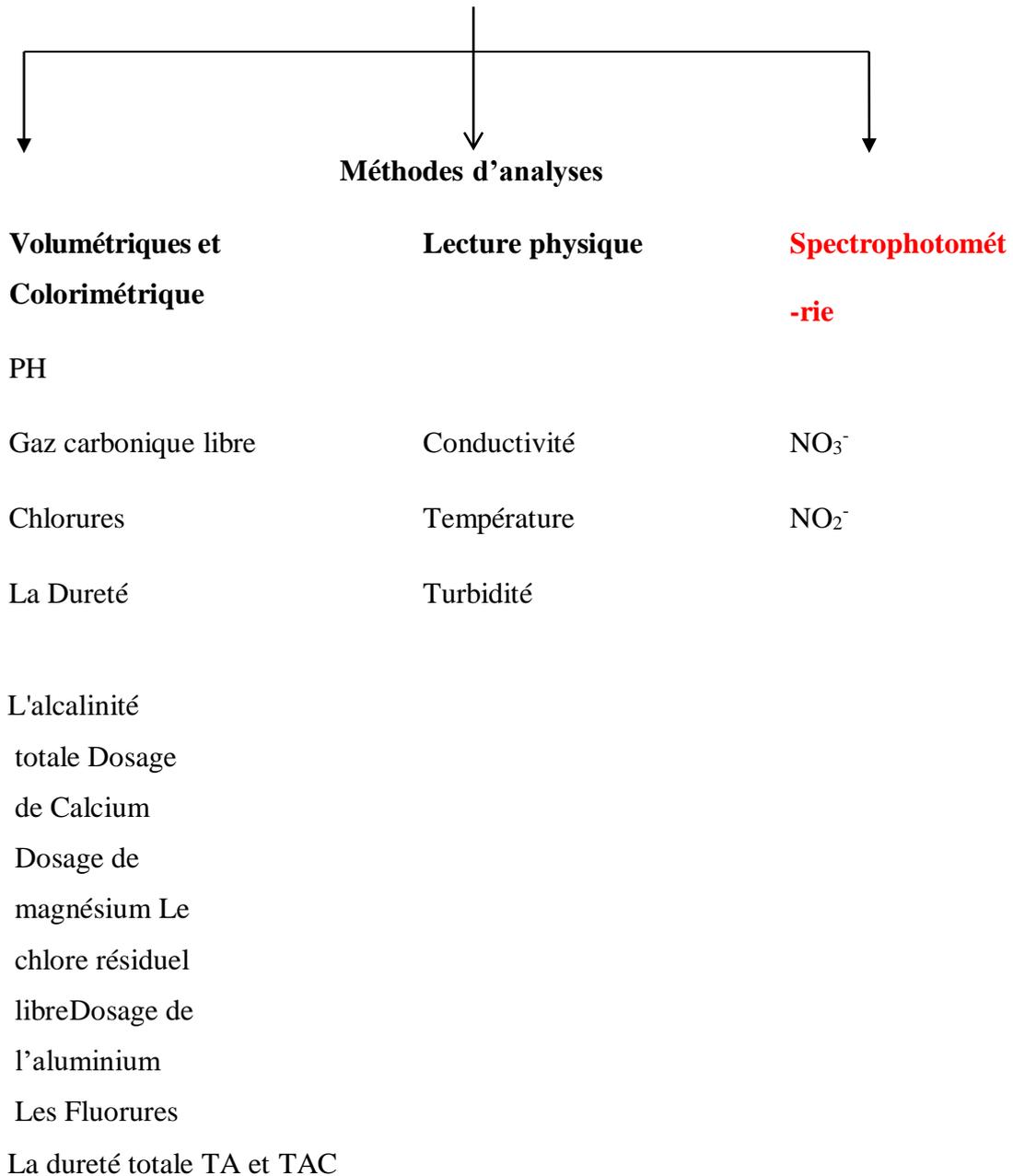


Figure 8. Organigramme des différentes méthodes d'analyse.

A. Chlorures (Manuel pratique d'analyse de l'eau) :

Le chlore est un élément chimique de la famille des halogènes, de symbole Cl, et de numéro atomique 17. Il est abondant dans la nature, son dérivé le plus important est le

« Sel de table » ou chlorure de sodium (NaCl). Ce dernier est nécessaire à de nombreuses formes de vie. Le chlore, à l'état de corps simple se présente sous la forme de la molécule de dichlore Cl₂. L'ion chlorure Cl⁻ : c'est un atome de chlore chargé d'un électron supplémentaire ; c'est un ion négatif (anion), dit halogénure ; un atome de chlore ayant gagné un électron. Il est aussi produit lors de la dissociation du chlorure d'hydrogène dans l'eau. Des chlorures peuvent être localement impliqués dans les pluies acides et phénomènes d'acidification d'eaux superficielles ou souterraines.

- **R**

éactifs :

Acide

nitrique

- **Mode opératoire :**

-Prendre 10ml d'échantillon qu'on verse dans un Bécher.

-1ml d'Acide nitrique pour stabiliser le milieu, Agiter par un barreau magnétique

- **Lecture :** Le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil de Metro
- **Expression des résultats :** Volume affiché sur l'appareil *nombre molaire de chlore

B. La Dureté:

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, etc. Présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca²⁺ et

Mg^{2+}) étant généralement les plus abondants.

Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau [15]. Une eau à titre hydrométrique élevée est dite dure dans le cas contraire il s'agit d'une douce [16].

Pour l'usage domestique, on peut utiliser des eaux titrant jusqu'à 500mg de $CaCO_3$ par litre ($50^\circ F$), mais une bonne dureté se situe entre 80 et 150 mg de $CaCO_3$ par litre (8 et $15^\circ F$).

- **Réactifs :**

-Solution tampon (pH=10) ;

-N.E.T : indicateur. (Acide éthylénedinitrtracétique, sel dissodique dihydraté) ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$) ;

-Solution titre de l'EDTA (N/50).

- **Mode opératoire :**

-Préserver 10ml d'eau à analyser ;

-Ajouter 10 ml de solution tampon, et quelque mg de l'indicateur NET ;

-Remplir la burette avec la solution de l'EDTA N/50 ;

Et titrer jusqu'au virage bleu (st V le volume en ml de l'EDTA verse).

C. **L'alcalinité totale [Manuel pratique d'analyse de l'eau] :**

L'alcalinité totale de l'eau est donnée par la somme des différentes formes d'alcalinité existantes, soit, par la concentration des hydroxydes, des carbonates et des bicarbonates, exprimée en termes de carbonate de calcium. On peut dire que l'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. La mesure de l'alcalinité est d'une importance fondamentale dans le processus de traitement de l'eau, car c'est en fonction de sa teneur que s'établit le dosage des produits chimiques utilisés.

Normalement les eaux superficielles possèdent une alcalinité naturelle en concentration suffisante pour réagir au sulfate d'aluminium dans les processus de traitement. Lorsque l'alcalinité est trop faible ou inexistante, il est nécessaire de provoquer une alcalinité artificielle en appliquant des substances alcalines, comme la chaux hydratée ou la soude (carbonate de sodium) afin d'atteindre cet objectif.

Lorsque l'alcalinité est trop élevée, on procède à l'inverse à l'acidification de l'eau jusqu'à obtention d'une teneur en alcalinité suffisante pour réagir au sulfate d'aluminium ou à d'autres produits utilisés dans le traitement des eaux.

Le titrage s'effectue avec l'acide sulfurique, son mode de calcul est le suivant :

$$\text{Alcalinité totale en mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$$

D. Dosage de calcium :

Le calcium est un élément chimique, de symbole Ca et de numéro atomique 20. C'est un métal alcalino-terreux gris et mou qui ne se trouve jamais à l'état de corps pur dans la nature. Il est le cinquième élément le plus abondant de la croûte terrestre (plus de 3%) et est essentiel pour la matière organique.

• Réactifs :

- Solution NaOH (2N).
- Indicateur de couleur Murexide.
- Solution l'EDTA (N/50).

• Mode opératoire :

Prendre 50ml d'échantillon et le mettre dans un bécher.

- Ajouter 2ml de NaOH et quelques graines de Murexide (couleur rose).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.
- Si une dilution de l'échantillon a été effectuée en tenant compte le facteur de dilution F dans le calcul.

$$[\text{Ca}^{+2}] = V_{\text{Titre}} * 8.016 \text{ mg/l}$$

E. Dosage de magnésium :

Le magnésium (Mg) est le huitième élément naturel le plus abondant dans le corps. Il est indispensable au métabolisme du corps humain, à la perméabilité cellulaire. Il est aussi crucial pour plus de trois cents réactions enzymatiques. Une concentration insuffisante en magnésium dans le corps peut gravement perturber les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaires et rénales. L'apport quotidien recommandé en magnésium dépend de l'âge. Ainsi, il est compris entre 80 mg (pour un enfant de 1 an) et 400 mg (pour une personne de plus de 75 ans). Le magnésium n'est pas réglementé tout comme le calcium, car il ne présente aucun danger pour l'Homme, mais il est recommandé de ne pas dépasser 50 mg/L.

A partir des analyses du TH et de calcium, on peut calculer le magnésium :

$$\text{Mg}^{+2} = \{ [\text{TH} (^{\circ}\text{F}) * 10] - (\text{Ca}^{2+} * 2,5) * 0,243 \} \text{ (mg/l)}$$

F. Le chlore résiduel libre [Manuel pratique d'analyse de l'eau] :

Le chlore est un produit chimique utilisé pour la désinfection de l'eau. Il est important de le mesurer, car cela sert à contrôler le dosage qui est appliqué ainsi que son évolution durant le traitement. Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé rend obligatoire le maintien d'un minimum de 0,2 mg/l de chlore résiduel libre ou de 2 mg/l de chlore résiduel combiné tout au long de l'extension du système de distribution (réservoir et réseau). Les principaux produits utilisés sont : l'hypochlorite de calcium, le chlorure de chaux, l'hypochlorite de sodium et le chlore gazeux. Il existe sur le marché différents types de comparateurs colorimétriques pour mesurer le chlore résiduel, le résultat est exprimé en

mg/l de Chlore Résiduel Libre.

G. La dureté totale :

Dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium. La dureté d'une eau peut être temporaire ou permanente. La dureté temporaire, appelée aussi la dureté carbonatée est causée par la présence de calcium et de bicarbonates de magnésium. Ce type de dureté résiste à l'action des savons et provoque des incrustations. Elle est appelée temporaire car les bicarbonates, par l'action de la chaleur, se décomposent en gaz carbonique, eau et carbonates insolubles qui se précipitent. La dureté permanente, également appelée de dureté de non-carbonates est due à la présence de sulfates, chlorures et nitrates de calcium et de magnésium, elle résiste également à l'action des savons, mais ne produit pas des incrustations car ses sels sont très solubles dans l'eau. Ne se décompose pas sous l'action de la chaleur.

Le décret MS n°2.914/2011 établit la teneur en dureté totale de 500 mg/L de CaCO_3 comme valeur maximale autorisée pour l'eau potable.

- **Méthode de détermination :**

- **Titrage avec EDTA**
- **Technique :**

- a) prendre 25 ml d'échantillon et le diluer avec 50 ml d'eau distillée dans un ballon volumétrique ;
- b) placer dans un bécher de 100 ml et ajouter 1 à 2 ml de la solution tampon pour augmenter le pH à $10 \pm 0,1$;
- c) placer dans un flacon Erlenmeyer de 250 ml et ajouter environ 0,05 grammes de l'Indicateur noir urochrome T ;
- d) titrier avec l'EDTA 0,01M en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage) ;

- e) noter le volume d'EDTA utilisé (ml) ;
- f) faire un essai blanc avec de l'eau distillée ;
- g) soustraire le volume d'EDTA utilisé dans le titrage du blanc du volume d'EDTA utilisé dans le titrage de l'échantillon. La différence est le volume qui sera appliqué au calcul.

Calcul :

Dureté Totale en mg/L CaCO_3 = nombre de ml de l'EDTA*1000*FC/nombre de ml d'échantillon

H. K-TA et TAC :**➤ Le titre alcalimétrique (TA) :**

Le titre alcalimétrique d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates CO_3^{2-} , et en bases fortes, autrement dit son alcalinité.

TA \neq 0 si le pH > 8,3 et si l'eau contient du chlorure.

Pour prendre également en compte les ions bicarbonates (HCO_3^-), on utilise le TAC.

➤ le titre alcalimétrique complet (TAC) :

L'alcalinité d'une eau est fortement liée à sa dureté et donc à son caractère corrosif et à sa capacité d'entartrage des canalisations. Ces titres se mesurent en degrés français (°f).

➤ Réactifs :

- Solution phénolphthaléine (p.p.). Solution méthyle orange.
- Solution d'acide chlorhydrique (HCl 0,05N).

➤ Mode opératoire :

a. Pour le T.A. : Prendre 100ml d'échantillon qu'on verse dans un erlenmeyer. Ajouter quelques gouttes de p.p. (pas de coloration).

b. Pour le T.A.C. :

Ajouter quelques gouttes de méthyle orange sur le même échantillon (orange). Titrer l'échantillon avec la solution HCl jusqu'au virage rose orangé

(noter VHCL).

➤ **Expression des**

résultats : TA=0°f (car il n'y a pas eu de coloration, pH<8,3)

Les analyses physiques :

A. Le pH de l'eau [Manuel pratique d'analyse de l'eau] :

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. Dans les laboratoires de routine des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulation/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau, la valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L'eau au pH de 7 est neutre.

Le décret n°2.914/2011 du Ministère de la Santé recommande que le pH de l'Eau soit maintenu dans la gamme de 6,0 à 9,5 dans le système de distribution.

Il existe plusieurs dispositifs sur le marché de la détermination du pH. Ils sont appelés potentiomètres ou colorimètres.

Dans ce manuel est décrit le fonctionnement de base d'un potentiomètre, bien que les instructions du fabricant puissent varier et qu'elles doivent donc être respectées.

➤ **Mode opératoire :**

- On utilise le pH-mètre.
- Etalonner l'appareil à 20°C.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser.
- Laissons stabiliser l'électrode pendant quelques secondes.

➤ **La lecture :**

- Notons la valeur du pH affiché sur l'écran de l'appareil,
- Les résultats sont exprimés en unité de pH à la température de (20 -25) °C.

B. Température [Manuel pratique d'analyse de l'eau] :

➤ **Mode opératoire :**

- L'appareil mesurant le pH-mètre, il donne également la température de l'échantillon en degré Celsius (°C) ;
- On introduit une électrode dans l'eau étudiée ; la mesure se fait directement sur l'écran de l'appareil.

C. Turbidité:

➤ **Le turbidimètre :**

C'est un appareil qui permet de mesurer la turbidité d'un liquide. C'est l'indice apparent qui montre que l'eau contient des matières en suspension (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...) norme : l'eau potable ne doit pas dépasser 3NTU (Nephelometric Turbidity Units) On utilise un turbidimètre plus précis que les yeux pour déterminer le trouble de l'eau.



Figure 8 : Turbidimètre.

➤ **Mode opératoire :**

- La turbidité se mesure par le turbidimètre.
- On met l'échantillon dans un puits, et on le rentre ensuite dans une chambrecubique de l'appareil, après refermer la chambre très vite.

➤ **La lecture :**

- La lecture se fait sur l'appareil.
- La turbidité est exprimée en NTU.

D. Spectrophotométrie :

a- Nitrite (NO_2^-) :

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 . La formule de l'ion nitrite est NO_2^- .

La présence de nitrite dans l'eau, constitue un indice de pollution.

b-Nitrate (NO_3^-) :

Les nitrates (autrefois nommés nitrites, souvent synonyme de salpêtre) sont les sels de l'acide nitrique. La formule chimique de l'ion nitrate est NO_3^- .

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

➤ **Lecture :**

- Faire «la lecture spectrophotométrique »,
- Lire dans deux longueurs d'ondes 220 et 280,



Figure 9 : Appareil spectrophotométrique.

Chapitre III
Résultats et
discussion

1-Introduction :

Pour affirmer qu'une eau est potable, il faut qu'on réalise un bon nombre d'analyses tant sur le plan physico-chimique que bactériologique.

Notre travail consiste à déterminer la potabilité de l'eau de la wilaya de Relizane. Nous avons suivi la qualité de l'eau brute et potable ; les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité de l'ADE (Algérienne des eaux), et cela durant 15 jours.

La première partie va comporter les différentes analyses ainsi que les résultats des différents paramètres qui attestent la potabilité de l'eau ; la seconde partie sera consacrée à une étude comparative entre l'eau du forage N°01 de belahcel « Relizane » et l'eau du forage Bachelif N°03 « Mazouna »

➤ **Première**
partie 2-
Échantillonnage :

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon.

3-Contrôles des analyses physico-chimiques :

-Le contrôle des paramètres physiques et chimiques pour l'eau brute et traitée est effectué deux fois par jour.

-Les analyses physiques sont mesurées par des appareils faciles à manipuler.

Ils sont représentés dans le tableau N°7.

Tableau 7 : Paramètres mesurés et appareillages.

| Paramètres | Unités de mesure | Appareillage utilisé |
|------------------------|------------------|---|
| Chlore résiduel | mg/l | Comparateur de marque HACH |
| pH | / | pH-mètre de marque HACH tension 3 |
| Température | °C | Conductimètre de marque HACH tension 7 |
| Conductivité | µS/cm | Conductimètre de marque HACH tension 7 |
| TDS (taux de salinité) | mg/l | Conductimètre de marque HACH tension 7 |
| Turbidité | UTU | Turbidimètre de marque HACH |

4 .Les Paramètres organoleptiques :

4.1. Odeur :

Les résultats de l’odeur sont représentés dans le tableau N°08 ci-dessous :

Tableau 8 : les valeurs de l’odeur de l’eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région Wilaya | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme algérienne |
|------------------|----|---------|---------|---------|---------------------|
| Relizane | / | Inodore | Inodore | Inodore | Inodore |

La perception des substances responsables des odeurs est un critère indispensable.

Après traitement, l’eau devient inodore et ne présente aucune odeur désagréable, etcela est conforme à la norme algérienne.

4.2. La couleur :

Les résultats de la couleur sont représentés dans le tableau N°09 et la figure N°12 ci-dessous :

Tableau 9 : les valeurs de la couleur de l’eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|----|----|----|----|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | / | 2 | 4 | 12 | ≤14 |

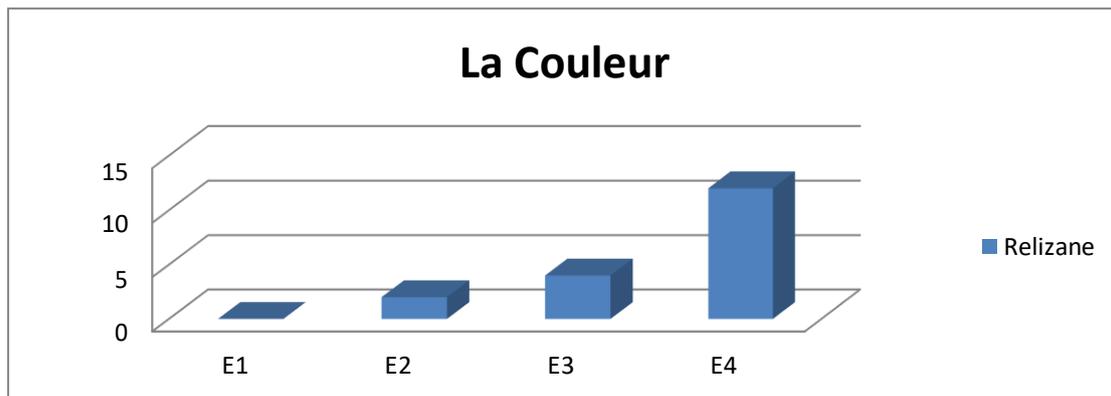


Figure 10 : Évolution des valeurs de la couleur des eaux étudiées.

Le changement de couleur d’une eau potable peut être le premier signe d’un problème de qualité organoleptique.

4.3. Saveur :

Les résultats de la saveur sont représentés dans le tableau N°10 et la figure N°11 ci-dessous :

Tableau 10 : les valeurs de Saveur de l’eau de robinet des échantillons étudiés

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|----|----|-----|----|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | / | 03 | 2,5 | 3 | ≤4 |

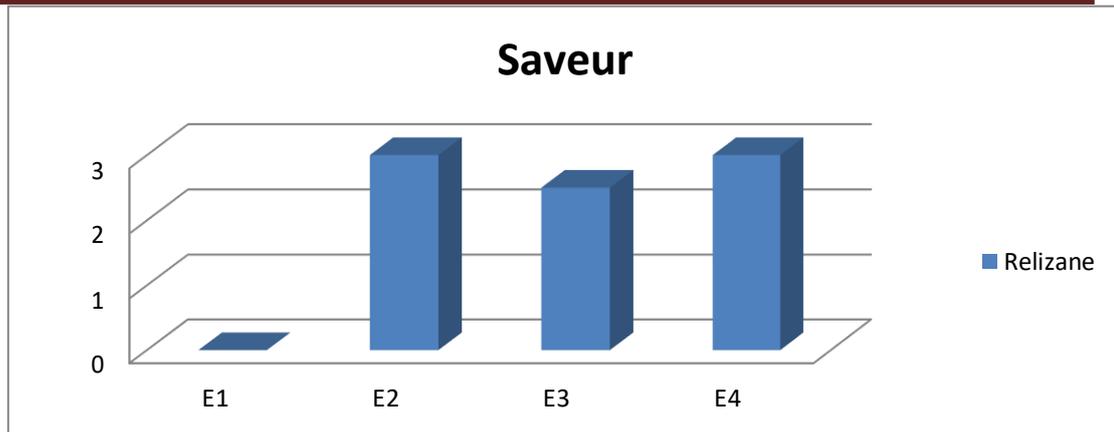


Figure 11 : Évolutions des valeurs de Saveur des eaux étudiées.

5. Résultats physico-chimiques :

Les échantillons suivants ont été analysés : Eau brute (Sidi Mhamed Benaouda « SMBA »), eau décantée (SMBA), eau filtrée (SMBA), eau traitée (SMBA), eau décantée (Bormadia), eau filtrée (Bormadia), eau traitée (Bormadia), eau brute (Hamri), eau traitée (Hamri) tout en sachant :

Date de prélèvement :

05/04/2021 Date d'analyse

: **06/04/2021**

Tableau 11 : les résultats des analyses effectuées à la station de Relizane chaque jour.

| Par Echantillo n | T°C | pH | Cond (µs/cm) | Turbidité (NTU) | TDS (mg/l) |
|------------------------|------|------|-----------------|--------------------|---------------|
| E.Brute.SMBA | 21.7 | 8.49 | 1073 | 19.7 | 942 |
| e.décantée.SMBA | 21.6 | 8.00 | 1867 | 8.63 | 939 |
| E.filtrée.SMBA | 21.5 | 7.96 | 1854 | 3.3 | 932 |
| E.traitée.SMBA | 21.4 | 7.92 | 1873 | 6.4 | 942 |
| E.décantée.Bormadia | 21.5 | 7.79 | 1862 | 26.1 | 936 |
| E.filtrée.Bormadia | 21.5 | 7.77 | 1862 | 2.7 | 936 |
| E.traitée.bormadia | 21.5 | 7.75 | 1862 | 2.2 | 936 |
| E.brute.Hamri | 21.4 | 8.03 | 1585 | 2.1 | 793 |
| E.traitée.Hamri | 22.1 | 7.91 | 1581 | 0.8 | 791 |

5.1. Mesure de pH :

Les résultats de pH sont représentés dans le tableau N°12 et représentés sur la figure N°12:

Tableau 12 : les valeurs de pH de l'eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme OMS |
|----------|------|------|------|------|-----------|
| Wilaya | | | | | |
| Relizane | 8,50 | 8,44 | 8,30 | 8,36 | 6,5-9,5 |

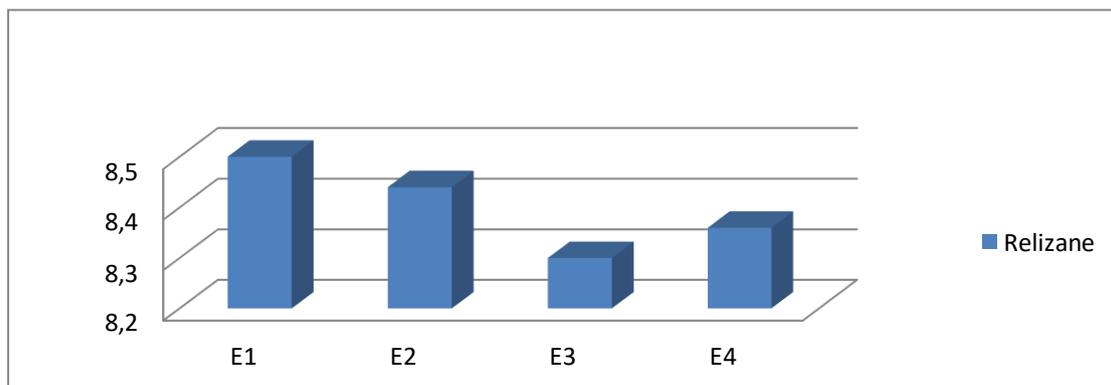


Figure 12 : Évolution des valeurs de pH étudiés.

Il s'agit d'un facteur d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau, Les valeurs de pH des eaux analysées des communes de W. Relizane sont comprises entre 8,30 et 8,50. Se référant aux normes de qualité de l'eau potable, les valeurs de pH des eaux analysées sont conformes à la norme dont les valeurs sont fixées de 6,5 à 8,5.

5.2. Mesure de température :

Les résultats de température sont représentés dans le tableau N° 13 :

Tableau 13 : les valeurs de température de l'eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | 12.6 | 18,6 | 18 ,6 | 18,7 | 25°C. |

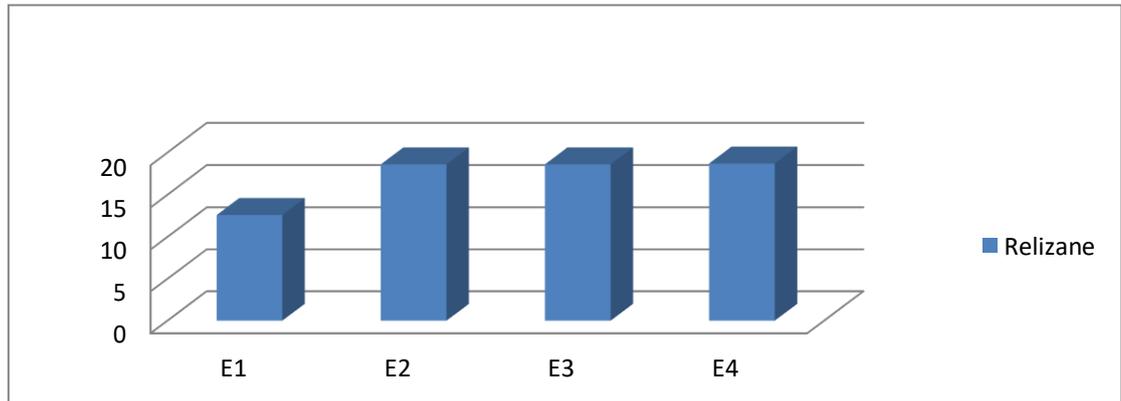


Figure 13 : Évolution des valeurs de Température étudiées Les valeurs de température fluctuent entre 12 et 18.7 °C (W. Relizane).

La norme Algérienne ainsi que la norme de la Communauté Européenne (CEE) montrent que les valeurs enregistrées sont inférieures à 25°C et de ce fait, sont conformes aux normes suscitées.

5.3. Mesure de la conductivité :

Les résultats de conductivité sont représentés dans le tableau n°14 :

Tableau 14 : Les valeurs de conductivité de l’eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|------|------|------|------|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | 1226 | 1544 | 1538 | 1534 | 2800µs/cm |

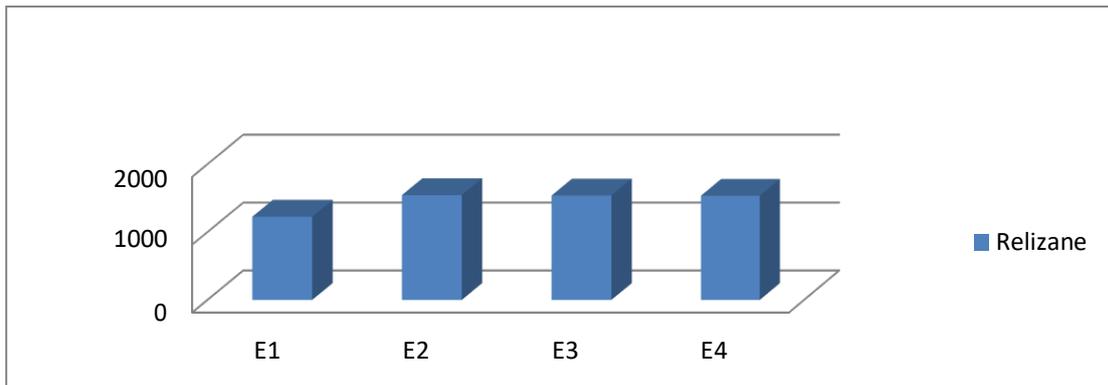


Figure 14 : Évolution des valeurs de Conductivités

La mesure de la conductivité des eaux analysées des communes de W. Relizane enregistrées indiquent les valeurs suivantes : C min=1226µs/cm (E1) et C max =1544µs/cm (E2).

Les valeurs de conductivité électrique pour l'eau de consommateur sont conformes à la norme, dont la concentration maximale admissible (CMA) est respectivement de 2800 µs/cm.

5.4. Mesure de turbidité :

Les résultats des turbidités sont représentés dans le tableau N°15 :

Tableau 15 : Les valeurs de turbidité de l'eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme OMS |
|----------|-----|------|------|------|-----------|
| Wilaya | | | | | |
| Relizane | 2,7 | 1,38 | 1,48 | 2,44 | 5 NTU |

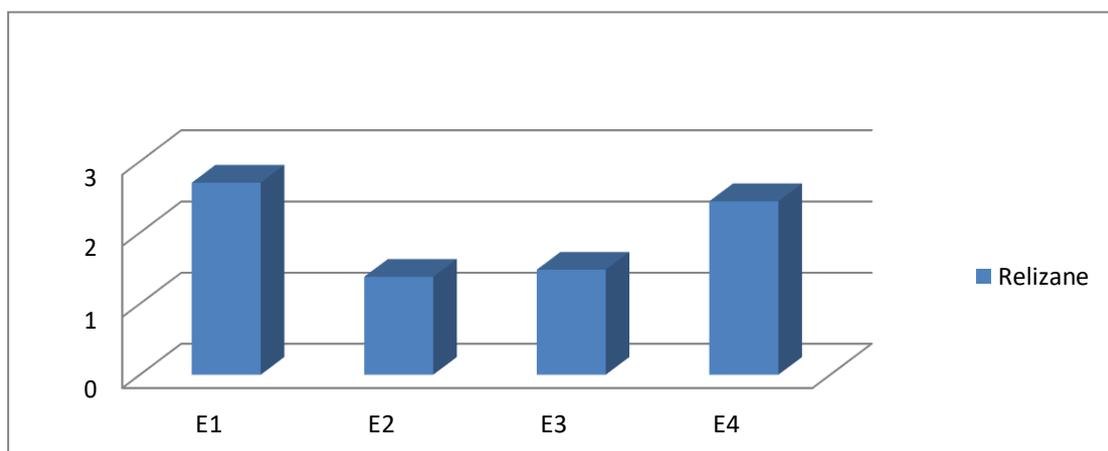


Figure 15 : Évolution des valeurs de turbidité.

La turbidité désigne la teneur d’une eau en particules en suspension organiques et/ou inorganiques qui la troublent. La norme algérienne fixe une valeur limite de 5 NTU de turbidité pour la potabilité de l’eau. Tous les échantillons analysés ne présentent pas une telle turbidité dans les deux wilayas ce fait, sont conformes aux normes suscitées.

5.5. Mesure de total des solides dissous TDS :

Les résultats des totaux des solides dissous sont représentés en mg/l dans le tableau N°16 et représentés sur la figure N°16 ci-dessous :

Tableau 16 : Teneurs en TDS de l’eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région \ Wilaya | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme OMS |
|-----------------|-----|--------|--------|--------|-----------|
| Relizane | 751 | 833,76 | 830,52 | 828,36 | 1000 mg/l |

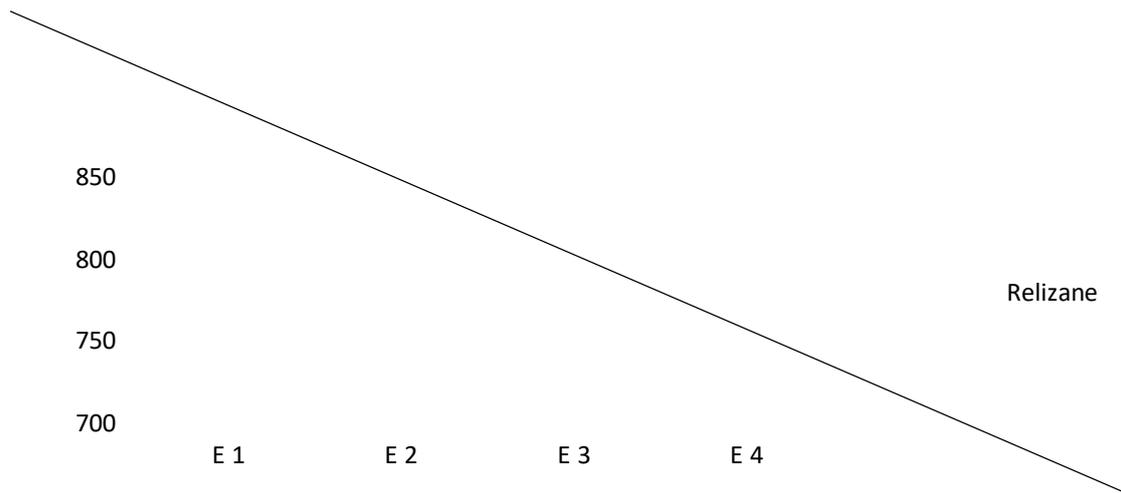


Figure 16 : Évolutions des valeurs de TDS.

Le total des solides dissous ou TDS représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les résultats obtenus après l'analyse des eaux de consommation ont montré que le taux du TDS varie entre 751 et 833,76 mg/L. Les valeurs de TDS se révèlent conformes aux normes préconisées par l'OMS qui sont de 1000 mg/L.

5.6. Mesure de Titre Alcalimétrique simple (TA) :

Les résultats des Titres Alcalimétriques simples sont représentés en mg/l dans le tableau N° 17 et représentés sur la figure N°17 ci-dessous :

Tableau 17 : les valeurs des Titres Alcalimétriques simples de l'eau de robinet des échantillons étudiés

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|----|-----|----|-----|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | 0 | 0,2 | 00 | 0,1 | 0 mg/l |

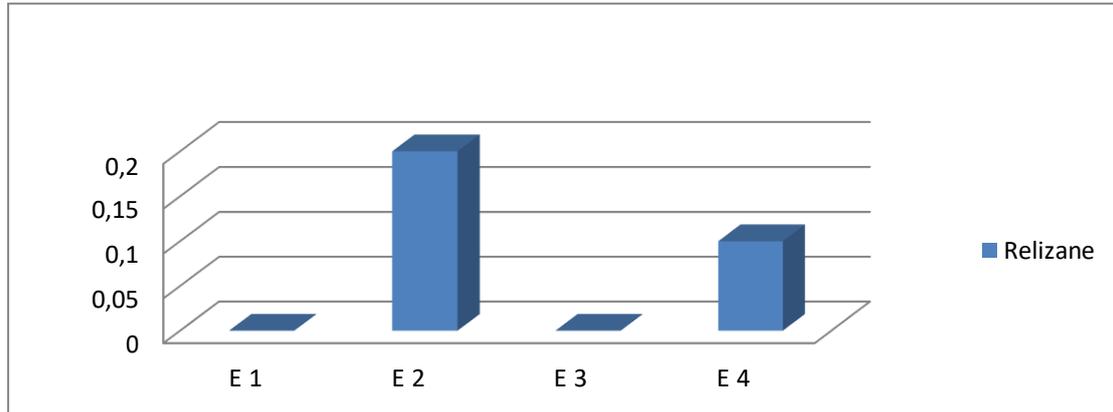


Figure 17 : Évolution des valeurs de TA des échantillons étudiés.

Ces paramètres permettent de contrôler l'alcalinité d'une eau. L'alcalinité est liée à la présence d'ions carbonates, hydroxydes et hydrogéné - carbonates. Le titre alcalimétrique (TA) d'une eau permet de connaître sa concentration en ions carbonates (CO_3^{2-}) et en ions hydroxydes (OH^-).

5.7. Mesure de Titre Alcalimétrique Complete (TAC) :

Les résultats des Titres Alcalimétriques Complètes sont représentés en F° dans le tableau N°18 et la figure N°18 ci-dessous :

Tableau 18 : Les valeurs de TAC de l'eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|-------|------|------|------|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | 12.81 | 14,5 | 14,2 | 13,5 | 60 °F |

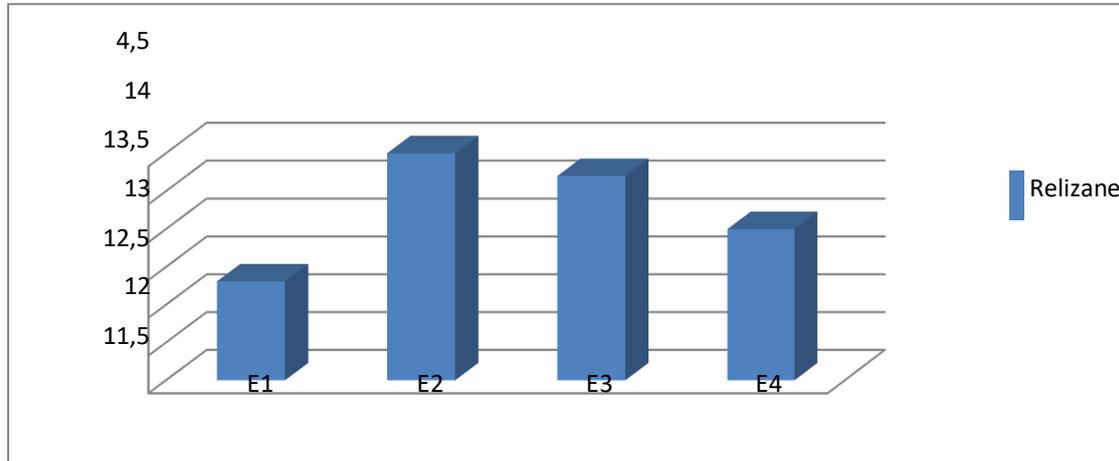


Figure 18 : Évolution des valeurs de TAC.

Le titre alcalimétrique complet (TAC) d’une eau, on additionne le taux d’ions hydrogène-carbonates (HCO_3^-).

Les résultats du TAC obtenus pour les eaux analysées au niveau de la wilaya de Relizane ont une valeur minimale de 11 °F et une valeur maximal 14,5 °F ; ces valeurs de TAC sont largement inférieures à 60 °F donc, ils sont conformes aux normes.

5.8. Mesure de la Dureté Total (TH) :

Les résultats des Duretés totales sont représentés en TH °F dans le tableau N°19 :

Tableau 19 : Teneurs en TH de l’eau de robinet des échantillons étudiés.

| Région | E1 | E2 | E3 | E4 | Norme |
|----------|----|----|------|------|------------|
| Wilaya | | | | | Algérienne |
| Relizane | 47 | 46 | 45,5 | 45,8 | 50 °F |

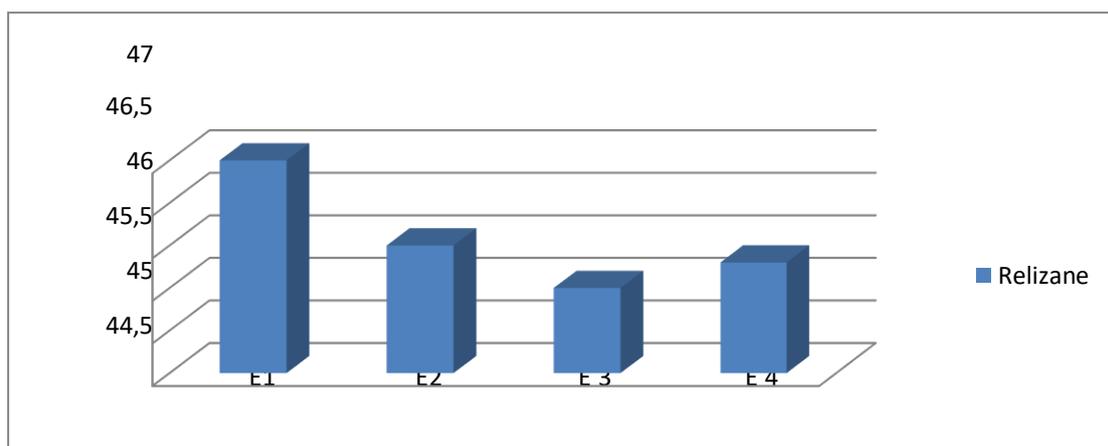


Figure 19 : Évolution des valeurs de TH des échantillons étudiés.

Les valeurs de TH des eaux analysées des 4 régions de Relizane sont d'une valeur minimale 45.5°F et 47 °F comme valeur maximale .

Ces valeurs de TH sont inférieures de 50°F de ce fait, sont conformes aux normes.

6. Résultats physico-chimiques :

Tableau 2 : résultats des analyses physico-chimiques effectuées à la station de

Relizane.

| Paramètre physico-chimiques | Unités | Normes de potabilités | Forage n 01 Belahcel-Relizane- | Forage Bachelif n03-Mazouna- |
|------------------------------|--------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Température | C° | 25 | 16.3 | 17.6 |
| Conductivité | Ms/cm | 2800 | 1680 | 3970 |
| Turbidité | Mg/L | 5 | 0.8 | 0.7 |
| Taux de sels | % | 1500 | 842 | 262 |
| Salinité | Mg/L | 1.5 | 0.8 | 2.1 |
| NO ₂ ⁻ | Mg/L | 0.1 | 0.001 | 0.005 |
| NH ₄ ⁺ | Mg/L | 0.5 | 0.10 | 0.10 |
| TA | F° | 0 | 0 | 0 |
| TAC | F° | 61 | 47.0 | 43.9 |

| | | | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------|--------------|--------------|
| TH | F^o | 50 | 38.8 | 100.0 |
| Ca²⁺ | Mg/L | 200 | 67.0 | 304.0 |
| Mg²⁺ | Mg/L | 150 | 26.7 | 15.2 |
| HCO₃⁻ | Mg/L | 610 | 470 | 439.0 |
| Cl⁻ | Mg/L | 500 | 390.5 | 426.0 |
| PO₄³⁻ | Mg/L | 0.1 | 0.21 | 0.17 |
| PH | - | 6.5-8.5 | 7.53 | 7.17 |
| Na⁺ | Mg/L | - | 126 | 198.0 |
| K⁺ | Mg/L | - | 8.8 | 8.6 |

7. Discussion générale :

Dans les analyses physico-chimiques, on observe que l'eau traitée a une bonne odeur, un bon goût sans coloration car les TDS sont compris entre (0.68-0.79) qui est indispensable à l'organisme et n'est pas corrosive, ni agressive, ni entartante pour les canalisations avec un $\text{pH} = 7.5$ qui correspond aux normes.

Les analyses physico-chimiques sont indispensables pour réduire les valeurs de quelques paramètres comme les nitrates qui modifient l'hémoglobine du sang de façon à lui changer sa structure.

Conclusion générale :

Conclusion générale

Une eau qui doit satisfaire certains nombres de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Elle doit respecter les caractéristiques bactériologiques, physicochimiques et organoleptiques.

L'objectif principal de notre travail est l'étude comparative de la qualité physico-chimique de l'eau des différentes zones au niveau de la wilaya de Relizane.

Au terme de cette étude expérimentale nous avons conclu que l'ensemble des résultats obtenus au cours des différentes analyses physico-chimiques montre que les eaux présentent une bonne qualité organoleptique (Saveur et couleur) et une grande valeur nutritionnelle (composition en minéraux).

Pour les résultats du pH et la conductivité électrique révèlent des valeurs conformes aux normes à l'aide des matériaux spécifiques et des modes opératoires bien déterminés.

Les résultats physicochimiques sont conformes aux normes (algérienne et OMS), malgré les valeurs de TH et TAC de quelques régions sont légèrement supérieures aux normes notamment dans la région de Relizane à cause des produits utilisés dans les traitements.

Les annexes

Annexe I: Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable.

| Élément/substance | Symbole | Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface | Lignes directrices OMS 2013 | Lignes directrices OMS 2014 |
|----------------------------|--|---|---|---|
| Aluminium | Al | / | 0,2 mg/ | 0,2 mg/ |
| Arsenic | As | / | 0,01 mg/l | 0,01 mg/l |
| Baryum | Ba | < 1 µg/l | 0,7 mg/l | 0,7 mg/l |
| Béryllium | Be | < 1 µg/l | Pas de valeur guide | Pas de valeur guide |
| Bore | B | < 1 µg/l | 0.5mg/l | 0.5mg/l |
| Cadmium | Cd | < 1 µg/l | 0,003 mg/l | 0,003 mg/l |
| Chlore | C | | Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l | Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l |
| Chrome | Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶ | < 2 µg/l | chrome total : 0,05 mg/l | chrome total : 0,05 mg/l |
| Couleur | | / | Pas de valeur guide | Pas de valeur guide |
| Cuivre | Cu ²⁺ | / | 2 mg/l | 2 mg/l |
| oxygène dissous | O ₂ | / | Pas de valeur guide | Pas de valeur guide |
| Fluorure | F | / | 1,5 mg/l | 1,5 mg/l |
| Dureté | mg/l en CaCO ₃ | / | 500 ppm | 500 ppm |
| Sulfure d'hydrogène | H ₂ S | / | 0.05 à 1 mg/L | 0.05 à 1 mg/L |
| Fer | Fe | / | Pas de valeur guide | Pas de valeur guide |
| Plomb | Pb | / | 0,01 mg/l | 0,01 mg/l |
| Manganèse | Mn | / | 0,4 mg/l | 0,4 mg/l |
| Mercure | Hg | < 0,5 µg/l | inorganique : 0,006 mg/l | inorganique : 0,006 mg/l |

Les annexes

| | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|---|--|--|
| Nitrate et nitrite | NO ₃ NO ₂ | / | 50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition A long terme) | 50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition A long terme) |
| Turbidité | | / | Non mentionnée | Non mentionnée |
| pH | | / | Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5 | Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5 |
| Sodium | Na | / | < 200 mg/l | < 200 mg/l |
| Sulfate | SO ₄ ²⁻ | / | 250 mg/l | 250 mg/l |
| TDS | | / | Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1200 mg/ | Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1200 mg/ |
| Zinc | Zn | / | 3 mg/l | 3 mg/l |

Annexe II: les normes de l'eau potable (Direction hydrique de RELIZANE 2013).

| Paramètres | Normes |
|---|---------------|
| pH | 6,5 - 8,5 |
| Température C° | 25 |
| Conductivité µs/cm | 2800 |
| Turbidité NTU | 5 |
| HCO₃⁻ mg/l | 600 |
| Ca⁺² mg/l | 200 |
| Mg⁺² mg/l | 150 |
| NH₄⁺ mg/l | 0,5 |
| NO₂⁻ mg/l | 0,1 |
| NO₃⁻ mg/l | 50 |
| Cl⁻ mg/l | 500 |
| MO mg/l | 3 |
| MES mg/l | 2000 |
| Coliformes totaux mg/100ml | 0 |
| Coliformes fécaux mg/100ml | 0 |
| Streptocoque mg/100ml | 0 |

Les annexes

Annexe III : paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine(norme algérienne,2011).(suite)

| 8 | JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 | 18 Rabie Ethani 1432 23 mars 2011 | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------|
| ANNEXE (suite) | | | |
| GROUPE DE PARAMETRES | PARAMETRES | UNITES | VALEURS LIMITES |
| Paramètres chimiques | Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux | µg/l | 0,2 |
| | fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (11,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) pérylène, indéno (1 ,2,3-cd) pyrène. | | |
| | benzo (3,4) pyrène | µg/l | 0,01 |
| | Hydrocarbures dissous ou émulsionnés extraits au CCl ₄ | µg/l | 10 |
| | Phénols | µg/l | 0,5 |
| | Benzène | µg/l | 10 |
| | Toluène | µg/l | 700 |
| | Ethylbenzène | µg/l | 300 |
| | Xylènes | µg/l | 500 |
| | Styrène | µg/l | 100 |
| | Agents de surface réagissant au bleu de méthylène | mg/l | 0,2 |
| | Epychlorehydrine | µg/l | 0,4 |
| | Microcystine LR | µg/l | 0,1 |
| | Pesticides par substance individualisée - Insecticides organochlorés persistants, organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B. et PC.T | µg/l | 0,1 |
| | à l'exception de aldrine et dieldrine | | 0,03 |
| | Pesticides (Totaux) | µg/l | 0,5 |
| | Bromates | µg/l | 10 |
| Chlore | mg/l | 5 | |
| Chlorite | mg/l | 0,07 | |
| Trihalométhanes (THM) (Total) | | | |
| Chloroforme, Bromoforme, Dibromochlorométhane, Bromodichlorométhane | µg/l | 100 | |

Les annexes

Annexe IV : pH de certaines solutions titrées (Direction hydrique de RELIZANE2013).

| Normalité | HCl | CH₃CNONHOa3OHH | NaOH | NH₃ |
|------------------|------------|----------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1 | 0,10 | 2,37 | 14,05 | 11,77 |
| 0,1 | 1,1 | 2,87 | 13,07 | 11,27 |
| 0,01 | 2,02 | 3,37 | 13,12 | 10,77 |
| 0,001 | 3,02 | 3,87 | 11,13 | 10,27 |

Références :

A

A.D.E., (2006). Guide l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux.RELIZANE. Page 41-à47.

A.D.E., (2009).Manuel des analyses physico-chimiques et bactériologique de l'eau potable

ALPHA S. M., (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDMSA dans la ville de Bamako. Doctorat en pharmacie, université de BAMAKO Page 73

ARRUS R., (1985). L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830- 1962). Ed. Office des publications universitaires. Presses universitaires de GrenoblePage 59.

Asha Gupta ,Manipur University , article of WATER POLLUTION-SOURCES,EFFECTS AND CONTROL.

B

BELGHITI M.L., CHAHLAOUI A., BENGOUMI D., EL MOUSTAINE R.

(2013). Étude de La qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappepli-quaternaire dans la région de MKNES .Maroc. LARHYSSJournal Page 55.

BERKOW R., (1977). The Merck manuel. 13e édition. Ch. 11. MERCK, Sharp &DOHME RESEARCH Laboratoires Page 77.

BENAOUDA ABED , A 15/16, mémoire : Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein de l'ADE 2015/2016 page de 13 à 28

D

DEVILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C. (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface. Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à Bruxelles. Fiche 2.

Dewey, F.L., McKinsey.(1980) T.D. et Stone, W.J. The dialysis dementia syndrome: report of fourteen cases and review of the literature. Am. Soc. Artif. Intern. Organs. Page 102.

Direction hydrique de wilaya de RELIZANE, 2009

DORSCH, M.M., Sucrage, R.K.R., MC Michael, A.J., Bathurst, P.A. et DYER, K.F.(1984). Congenital malformations and maternal drinking water supply in rural South Australia: a case-control study. Am. J. Epidemiol. Page.473.

E

EWERS U., SCHILPKOTER H.W., (1991). Chronic toxicity of metals and metal compounds.

F

FELLAH A., (2010) .Contribution à l'étude des polluants métalliques dans l'eau et les sédiments de l'estuaire de la Tafna (Rachgoune Tlemcen).Magister en chimie. Université de Tlemcen.

Finberg, L., Kiley, J. et LUTTREL, C.N. (1963). Mass accidental poisoning in infancy. J. Am. Med. Assoc. Page 187.

H

HIMMI N., FEKHAOUI M., FOUTLANE A., BOURCHIC H., EL MMAROUFY M., BENAZZOUT T., HASNAOUI M. (2003). Relazione plankton parametrico fisico-chimico in un bacino di maturazione (laguna di Beni Slimane – Morocco). Rivista Di Idrobiologia. Università di Perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed ecologia laboratorio Di Idrobiologia “G.B. Grassi”, 110–111p.

HUBERT P. et MARIN M., (2001). Quelle eau boirons-nous demain ?
Edition : Fabienne Travers. P : 64-124.

J

Jean-Claude boeglin. (2001).

JEAN. D.(2008). Dictionnaire raisonné de biologie. Edition frisons - Roch, 18, rue dauphine. Page 384 à 386.

JEAN-MARIE T., PATEL S., ROMAIN L., (2009). Sampling and analysis of natural water. Université de Genève, Suisse.

JOA. (2005). Journal officielle algérienne n°60. la loi n°05 -12 du 4 août 2005, relative à l'eau

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°75, (2009),

Décret exécutif n°09 -414 du 28 Dhou El Hidja 1430 correspondant au 15 décembre 2009 fixant la nature, la périodicité et les méthodes d'analyses de l'eau de consommation humaine.03
Moharram 1431, 20 Décembre 2009

K

KEMMER F. N. (1984). Manuel de l'eau. Technique & Documentation Lavoisier. ISBN 2-85206-220-8. . Page 384 à 386.

Keith. Ph & Allardi .J ,2001 : Atlas des poissons d'eau douce de France

M

MONIQUE H. (1991). Les eaux naturelles et les eaux de consommation saintLaurent.

MANDRI. Page 215.

Ministère de l'écologie .(2002).<http://www.cieau.com/les-ressources-en-eau/dans-le-monde/ressources-en-eau-monde>

O

OKEIL IBRAHIM & KHEDIM FARID. Contribution à l'étude du fonctionnement de la station de dessalement de Mostaganem .Université Abd - El Hamid Ibn Badis deMostaganem. Page 2-3

OLIVAUX Y. (2007). La nature de l'eau. Ed. Marco Pieter. France .Page .563.

OMS (1986). Exigences de qualité : les eaux destinées à la consommation humaine,(1986).

OMS (1997). Exigences de qualité : les eaux destinées à la consommation humaine,(1997).

OMS (1996). Directive de la qualité de l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités, volume : 1 et 3 Genève 1996.

Organisation mondiale de la Santé, (2000). *Nitrates et nitrites*, In *Directives de qualité pour l'eau de boisson ; Volume 2 - Critères d'hygiène et documentation à l'appui* Organisation mondiale de la Santé, Genève, pp 324 -336.

P

PERLAMUTER L (1981). Dictionnaire pratique de diététique et de nutrition,Masson.

R

Rodier. J, 1992 : L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 6ème édition. DUNOD, Paris, 1992.

RODIER .J, BAZIN .C, BROUTIN .J, CHAMBON.P, CHAMPSAUR.H et

RODLL. (2005). l'analyse de l'eau 8^{ème} édition, paris, p665.

RODIER J. (2009). L'analyse de l'eau .9eme édition. DUNOD, Paris, 2009. ISBN978-2-10- 054179-9. Page 1526.

S

SABOURET J.F et TISSIER.L ,2000

SAVARY P. (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau .territorial éditions .p75-115.

SPELLMAN., & FRANK R. (2008).The Science of water: concepts and applications. 2ndEd. CRC Pressa Taylor & Francis Group. USA. Page 417.

W

W.H.O. (World Health Organization), (1987). Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.