

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et la Recherche Scientifique**

Université Sâad Dahlab de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et la Vie

Département de Biotechnologie Agro-Ecologie



**Thème**

**Les sources d'eau en Algérie**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine : Science Agronomique**

**Option : Eau et Environnement**

**Réalisé par :**

\*LEKKAM Yasmina.

**Promotrice :**

\* KHEDDAR Reguia.

**Jury :**

Président : M. Amirouche (USDB)

Promotrice: R. kheddar (USDB)

Examinatrice: N. Degui (USDB)

Année Universitaire : 2021/2022

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à;*

*\* Ma chère mère \**

*La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la  
flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur.*

*\*Mon chère père, qui repose en paix\**

*La grande personne que le temps ne répète pas, qui  
a toujours été à mes côtés et qui s'est toujours  
sacrifiée pour moi et pour me voir réussir*

*A mes sœurs et mes frères*

*A mes nièces : Milissa, Nora, Milina, Serine, Maria,  
Amina, Hocine*

*A toute ma famille*

*A tous mes ami(e)s*

*Bien faible témoignage d'affection et d'amour, je vous  
dédie ce travail en guise de reconnaissance*

*Yasmina*



## *Remerciements*

*Nous nous tenons à remercier avant tout notre bon Dieu ALLAH, qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce Travail.*

*Je remercie en particulier :*

*\*Ma promotrice Mme KHEDDAR Reguia DOCTEUR au département de Biotechnologie Agro-écologie, Université Saad Dahlab, qui a fait l'honneur de m'encadrer, de diriger ce travail, pour ses précieuses aides et conseils, pour sa confiance, pour le temps qu'elle m'a consacré et pour sa contribution dans la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à lui exprimer tout mon respect.*

*Je tiens à remercier les membres de jury, MONSIEUR AMIROUCHE, MADAME KHEDDAR et MADAME DUEGUI pour accepte de lire, mais surtout de consacrer un temps à l'évaluation de la pertinence de notre réflexion sur l'eau en Algérie.*

*Mes sincères remerciements à mes enseignants et tous les enseignants du Département de Biotechnologie Agro-écologie pour leurs efforts dans ma formation tout au long du cursus universitaire.*

*Je tiens a remercier Mme MAAMRI Hayet (ARNH De Blida), pour son grand soutien pour terminer ce travail.*

*Il serait ingrat de ma part si je prétendrais avoir remercié tous ceux qui ont apporté une valeur ajoutée à ce travail. C'est pourquoi, je dis merci à toute personne ayant participé de loin ou de près a la réalisation de mon travail.*

*Merci a tous*

# Sommaire

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

## Résumé

## Introduction .....01

## Chapitre I : Généralité sur l'eau

1. Définition de l'eau .....	03
2. Les propriétés de l'eau.....	03
2.1. Les matières minérales.....	03
2.2. Les matières organiques .....	03
2.3. Les matières dissoutes.....	03
2.4. Les matières colloïdales.....	04
2.5. Les matières en suspensions.....	04
3. Cycle de l'eau .....	04
3.1 .Précipitation .....	04
3.2. Ruissellement.....	04
3.3. Evapotranspiration.....	04
3.4. Infiltration.....	05
4. Ressources hydraulique naturelle .....	05
4.1. Les eaux de surfaces .....	06
4.2. Les eaux souterraines.....	06
5. La comparaison entre les eaux de surface et souterraine.....	08
6. Les nappes d'eaux .....	09
6.1. Définition .....	09
6.2. Types de nappes.....	09
6.2.1. Nappe libre .....	09
6.2.2 Nappe phréatique.....	09
6.2.3. Nappe captive.....	10

6.2.4 Nappe alluviale.....	10
7. les eaux de consommation.....	11
7.1. Eau de robinet.....	11
7.2. Eau de source .....	11
7.3. Eau minérale.....	12
8. La pollution des eaux.....	12
8.1 Définition.....	12
8.2 Manifestation de pollution des eaux.....	12

## **Chapitre II : Les Sources d'eaux**

1. Source d'eau .....	14
1.1.Définition d'une source d'eau .....	14
1.2.Déférentes catégories de sources .....	14
1.2.1. Source de déversement .....	14
1.2.2. Source d'émergence .....	15
1.2.3. Source par fracture.....	15
1.3.Aménagement d'une source.....	16
1.4.Classification des sources selon la continuité et le débit .....	16
1.4.1.Source pérenne .....	16
1.4.2. La source intermittente .....	16
1.4.3. La source temporaire .....	16
2. Eau de source.....	17
2.1. Définition de l'eau de source.....	17
2.2. Les différentes dénominations de l'eau de source.....	17
2.2.1. Eau de source .....	17
2.2.2. Eau de source gazéifiée .....	17
2.3. Paramètres de qualité de l'eau de source.....	17
2.3.1. Paramètres organoleptiques.....	17
2.3.1.1.Couleur .....	18
.2.2.1.2.Odeur et saveur .....	18

2.3.2. Paramètres physico-chimiques .....	18
2.3.2.1. Température .....	18
2.3.2.2. Conductivité électrique.....	18
2.3.2.3. Le potentiel d'hydrogène.....	19
2.3.2.4. La salinité.....	19
2.3.2.5. La turbidité .....	19
2.3.2.6. Résidus sec.....	20
2.3.2.7. La dureté .....	20
2.3.2.8. Le potassium.....	20
2.3.2.9. Les sulfates .....	20
2.3.2.10. Les chlorure.....	20
2.3.2.11. Sodium .....	20
2.3.2.12. Magnésium .....	21
2.3.2.13. Le calcium.....	21
2.3.3. Paramètres de pollution organique.....	21
2.3.3.1. Phosphate.....	21
2.3.3.2. Nitrates .....	21
2.3.3.3. Nitrites .....	22
2.3.3.4. L'Ammonium.....	22
2.3.4. Paramètres indésirables.....	22
2.3.4.1. Le fer .....	22
2.3.4.2. Le cuivre .....	22
2.3.4.3. L'Aluminium .....	22
2.3.4.4. Manganèse.....	23
2.3.5. Paramètres de toxicités.....	23
2.3.5.1. Le mercure .....	23
2.3.5.2. Le plomb .....	23
2.3.5.3. Le cadmium .....	23
2.3.6. Paramètres bactériologiques.....	24

2.3.6.1. Coliforme.....	24
2.3.6.2. Coliformes fécaux.....	24
2.3.6.3. Streptocoques fécaux.....	24
2.3. Classification des eaux de source.....	24
2.3.1 Classification en fonction du degré de minéralisation .....	24
2.3.2 Classification en fonction de la composition ionique.....	25
2.3.3 Classification selon la dureté THt.....	25
2.4. Traitement des eaux de sources.....	26
3. La différence entre une eau de source une eau minérale naturelle.....	27
5. Importance des eaux de sources.....	27
6. Quelles sont les meilleures eaux de source ?.....	28
7. Pollution des eaux de source.....	28
7.1 Mode d'apports de la pollution des eaux de source.....	28

### **Chapitre III : Les eaux de sources en Algérie**

1. Le contexte climatique et hydrographique de l'Algérie .....	29
2. Les ressource en eau en Algérie.....	31
3. L'exploitation des eaux de source en Algérie.....	32
4. Les eaux de source embouteillées en Algérie.....	33
4.1 Cartographie des eaux.....	33
4.2. La qualité d'eau de source en Algérie.....	35
4.3 Le marché de l'eau de source en Algérie.....	37
4.4. Les marque d'eau de source embouteillée étudiée .....	37
4.5. Caractérisation physico-chimique des eaux étudiées.....	38
4.6 Classification des eaux de source embouteillées.....	40
4.6.1 Classification en fonction de la composition ionique.....	40
4.6.2 Classification en fonction du degré de minéralisation.....	40
4.6.3 Classification selon la dureté THt .....	42
5 Les sources d'eaux dans deux régions en Algérie .....	44
5.1 Répartition des eaux de source dans le Nord de l'Atlas Blidéen .....	44

5.2 Classement des sources étudiées de Nord l'Atlas Blidéen selon leur débit.....	46
5.3 Les multiples usages des eaux de sources au niveau de Nord de l'Atlas Blidéen.....	47
5.4 Les sources d'eaux inexploitées étudiées au niveau du Nord de l'Atlas Blideen.....	49
6. Répartition des eaux de source de Jijel. ....	51
6.1 Classement des sources de Jijel selon leurs débits .....	53
Conclusion .....	55

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Schéma simplifié du cycle de l'eau.....	05
<b>Figure 02</b> : Eau de surface .....	06
<b>Figure 03</b> : Eau souterraine .....	07
<b>Figure 04</b> : Nappe libre.....	09
<b>Figure 05</b> : Nappe phréatique.....	10
<b>Figure 06</b> : Nappe captive.....	10
<b>Figure 07</b> : Nappe alluviale .....	11
<b>Figure 08</b> : Source de déversement.....	14
<b>Figure 09</b> : Source d'émergence.....	15
<b>Figure 10</b> : Source par fracture.....	15
<b>Figure 11</b> :Les différentes ressources en eau en Algérie.....	32
<b>Figure 12</b> : Répartition des sites d'eaux minérales naturelles et d'eaux de sources en Algérie.....	34
<b>Figure 13</b> : taux des eaux de sources en fonction de degré de minéralisation.....	41
<b>Figure 14</b> : Taux des eaux de sources en fonction de la dureté.....	43
<b>Figure 15</b> : Répartition spatiale des 36 sources de suivi sur les communes de la wilaya de Blida	
<b>Figure 16</b> :Taux des sources d'eau de Nord de l'Atlas Blidéen selon le débit .....	46
<b>Figure 17</b> : Taux de différents usages des eaux de source du Nord de l'Atlas Blidéen.....	48
<b>Figure 18</b> :Quelques sources du Nord de l'Atlas Blidéen.....	48
<b>Figure 19</b> : Taux de sources inexploitées du nord de l'Atlas Blidéen.....	49
<b>Figure 20</b> : Sources inexploitées du Nord de l'Atlas Blidéen .....	50
<b>Figure 21</b> :Nombre des sources d'eaux de la wilaya de Jijel.....	51
<b>Figure 22</b> :Répartition des points d'eau au niveau de la wilaya de Jijel.....	52
<b>Figure 23</b> : Nombre des sources naturelles des eaux potables depuis 2011 jusqu'à 2020.....	53
<b>Figure 24</b> : Classement des sources de Jijel selon leurs débits.....	54

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : La comparaison entre les eaux de surface et souterraine.....	08
<b>Tableau 02</b> : Relation entre la conductivité et la minéralisation.....	19
<b>Tableau 03</b> : Classification des eaux en fonction de la minéralisation.....	25
<b>Tableau 04</b> : classification des eaux de source selon la dureté THt.....	26
<b>Tableau 05</b> : Classification des sources selon la température.....	26
<b>Tableau 06</b> : Etude comparative entre eau minérale et eau de source.....	27
<b>Tableau 07</b> : Les groupes de contaminants présents dans l'eau de source.....	28
<b>Tableau 08</b> : Caractéristiques des bassins hydrographiques de l'Algérie.....	30
<b>Tableau 09</b> : Dotation annuelle en eau par habitant en Algérie.....	31
<b>Tableau 10</b> : Potentialités en eau par bassin hydrographique.....	31
<b>Tableau 11</b> : Comparaison de qualité des eaux de source.....	35
<b>Tableau 12</b> : Eaux de source embouteillées en Algérie.....	37
<b>Tableau 13</b> : Caractéristiques physico chimiques des eaux de source étudiées.....	39
<b>Tableau 14</b> : Classification des eaux de source étudiée en fonction de la composition ionique	40
<b>Tableau 15</b> : Classification des eaux de source étudiée en fonction de la minéralisation.....	41
<b>Tableau 16</b> : Classification des eaux de source étudiée selon la dureté THt.....	42
<b>Tableau 17</b> : Nombre des eaux de sources suivi par l'ARNH de Blida.....	44
<b>Tableau 18</b> : Classement des sources de Nord de l'Atlas Blidéen selon le débit.....	46
<b>Tableau 19</b> : Les multiples usages des eaux de sources de l'Atlas Blidéen .....	47
<b>Tableau 20</b> : Les sources d'eau inexploitées du Nord de l'Atlas Blidéen.....	49
<b>Tableau 21</b> : Nombre des sources d'eau recensées par la conservation des forêts de Jijel.....	51
<b>Tableau 22</b> : Classement des sources de Jijel selon leurs débits.....	54

## Liste des abréviations

**ES** : Eau de source

**THT** : La dureté totale ou titre hydrométrique

**F°** : Degrais français

**EMN** : Eau minérale naturelle

**MES** : Matières en suspensions

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**BH** : Bassin hydrographique

**ARNH** : Agence national des ressources hydriques

**ADE** : Algérienne des eaux

**J.O.R.A** : Journal Officiel de la Republique Algérienne

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**RER** : Ressources en Eau Renouvelable

**AEP**: Alimentation en Eau Potable

**AEI** : Alimentation en Eau Individuelle

## **Résumé**

L'eau est un élément essentiel à la vie, et aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques, dont l'eau potable est une eau consommable sans risque pour la santé, comme elle peut avoir des modifications chimiques, physiques ou biologiques de leur qualité. Elle doit satisfaire à certaines caractéristiques qui la rendent propre à la consommation humaine. L'Algérie compte environ 9000 sources d'eau naturelle dont laquelle, cette eau de source était exploitée dans différents usages.

**Mots clé :** Eau de source, Exploitation, Algérie.

## **Abstract**

Water is an essential element for life, and also involved in many physiological functions, including drinking water is consumable water without risk to health, as it may have chemical, physical or biological changes in its quality. It must satisfy certain characteristics which make it suitable for human consumption. Algeria has about 9000 natural water sources, of which this spring water was exploited in different uses.

**Key words:** Spring water, exploitation, Algeria

## ملخص :

الماء عنصر أساسي للحياة ، ويشارك أيضًا في العديد من الوظائف الفسيولوجية ، والتي تعتبر مياه الشرب منها مياهاً قابلة للاستهلاك دون التعرض لخطر على الصحة ، حيث يمكن أن يكون لها تعديلات كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية على خصائصها. يجب أن تفي بخصائص معينة تجعلها مناسبة للاستهلاك البشري. يوجد في الجزائر حوالي 9000 مصدر طبيعي للمياه ، تم استغلال مياه الينابيع منها لاستخدامات مختلفة.

**كلمات مفتاحية:** مياه الينابيع ، استغلال ، الجزائر.

# **Introduction Générale**

# Introduction

---

L'eau, ressource naturelle indispensable et irremplaçable, est une partie du patrimoine d'une nation et aussi de l'humanité. Elle a une valeur socio-économique, environnementale et géopolitique particulière (Kettab, 2020).

Les eaux souterraines constituent une excellente source d'eau douce et le plus souvent une eau de bonne qualité, cependant, leur exploitation représente un avantage économique estimable, pour le maintenir, il est nécessaire de prendre des mesures pérennes de protection de la qualité de cette richesse (Derghoum et *al.*, 2021).

La demande d'eau de source fraîche a récemment augmentée en raison de pratiques d'irrigation domestique et industrielle intensive qui ont entraînée l'épuisement des ressources en eau et la détérioration de sa qualité (Metahri, 2014). En effet, certaines sources sont utilisées comme eau potable pour les humains et les animaux.

En Algérie, l'eau est une ressource fondamentalement préoccupante du fait de sa rareté et du développement économique et social désordonné. Cela entraîne une suite de problèmes de gestion au sens large : pertes, gaspillages, traitements aléatoires, dégradations et manque de protection de la ressource, qui s'ajoutent aux conditions naturelles défavorables (Boudjadja et *al.* 2003) L'état des lieux effectué et les réponses apportées ont impliqué des investissements massifs visant à diversifier les ressources en eau (Mozas et Ghosn, 2013). Dont les eaux de sources qui sont actuellement exploitées et commercialisées dans le marché algérien pour satisfaire la consommation des eaux potables.

L'état des sources, des installations hydrauliques, des réseaux de distributions et de la qualité de l'eau est une activité fondamentale de prévention, elle est d'un intérêt primordial et stratégique pour la préservation de l'état de la santé de la population.

On n'ignorait pas non plus les propriétés bienfaites pour la santé, que possèdent les eaux de sources et minérales, ainsi, nombreuses ont été et sont encore utilisées dans les traitements des maladies : eau sulfureuses (affections rhinopharyngées et maladies de la peau) ; eaux bicarbonatées ou magnésiennes (syndromes gastro-intestinaux, lithiases) ...etc. (Ammali, 2020).

Pour répondre à une grande partie des besoins en eau, plusieurs sources importantes en eau potable ont été exploitées par réseau de distribution, d'où l'évolution en vente des eaux de source et minérale dans le temps.

## Introduction

---

Ce travail comprend une recherche bibliographique sur les eaux de source et son exploitation dans différentes usages, dont ce mémoire est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré sur une généralité sur l'eau et le deuxième chapitre comprend les sources d'eau, le troisième chapitre consacré sur les eaux de source en Algérie et à la fin nous tirons une conclusion.

# **Chapitre I**

## **Généralité sur l'eau**

# Chapitre I: Généralités sur l'eau

---

L'eau est indispensable à tous les êtres vivants pour qu'ils puissent subsister. Ce merveilleux élément, qui recouvre près des trois quarts de la superficie du globe, entre pour 60% environ dans la constitution des animaux supérieurs et pour 80% environ dans celle des végétaux. Des échanges continus s'effectuent entre le milieu extérieur et l'être vivant. Toute vie serait impossible si l'eau venait à manquer (Dupont, 1981).

## I.1. Définition de l'eau

L'eau est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de pH neutre (Perry, 1984). C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. Elle peut se trouver, dans la nature, sous les trois formes : liquide (rivière.....etc.), gazeuse (vapeur d'eau) et solide (glace, neiges) (Bernard, 2007).

## I.2. Les propriétés de l'eau

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécule  $H_2O$  elle contient en réalité des substances peuvent être classées selon deux modes différents :

- suivant leur nature chimique : organique ou minérale.
- suivant leur état physique : matières dissoutes, colloïdales ou en suspension.

### I.2.1. Les matières minérales :

Sont essentiellement des composés ioniques, anion et cation, qui proviennent de la dissolution des roches mères dans l'eau qui circule à leur contact.

### I.2.2. Les matières organiques :

Sont des composés du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui retrouvent dans l'eau.

### I.2.3. Les matières dissoutes

Sont des matières dispersées de façon homogène dans l'eau, faiblement polarisées ou ionisées. Elles obéissent à des équilibres de dissolution qui sont fonction de la température et de la pression, ce dernier facteur étant très important pour les gaz.

## I.2.4. Les matières colloïdales

L'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état dissous et la suspension. Les matières colloïdales sont constituées d'éléments de petite taille chargés négativement ce qui explique qu'ils se repoussent et se répartissent de façon dispersées et désordonnées dans la masse liquide.

## I.2.5. Les matières en suspension (MES)

Sont des particules solides dont la taille est supérieure à 10 $\mu$ m, dispersées dans l'eau sans être chimiquement liées avec elle (Rajsek, 2002).

## I.3. Cycle De L'eau

L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement, impliquant toutes les composantes du système climatique global, l'atmosphère, les océans, les terres immergées, la biosphère continentale et la cryosphère (Bouziani, 2000).

L'eau sous ses différents états physiques (gazeux, liquide et solide) suit le cycle suivant la

### (Figure 1)

- **Précipitation** : les nuages déversent leurs contenus (pluie, brume, neige ou grêle sur les océans ou les continents (Ait-Oubelli, 2018).
- **Ruissellement** : parvenue sur le sol, une partie des précipitations s'écoule à sa surface vers le réseau hydrographique et les étendues d'eau libre (lacs, mers, et océans), c'est le ruissellement de surface (Boeglin, 2001).
- **Evapotranspiration** : c'est la somme de toutes les pertes par transformation d'eau en vapeur. On distingue deux composantes :

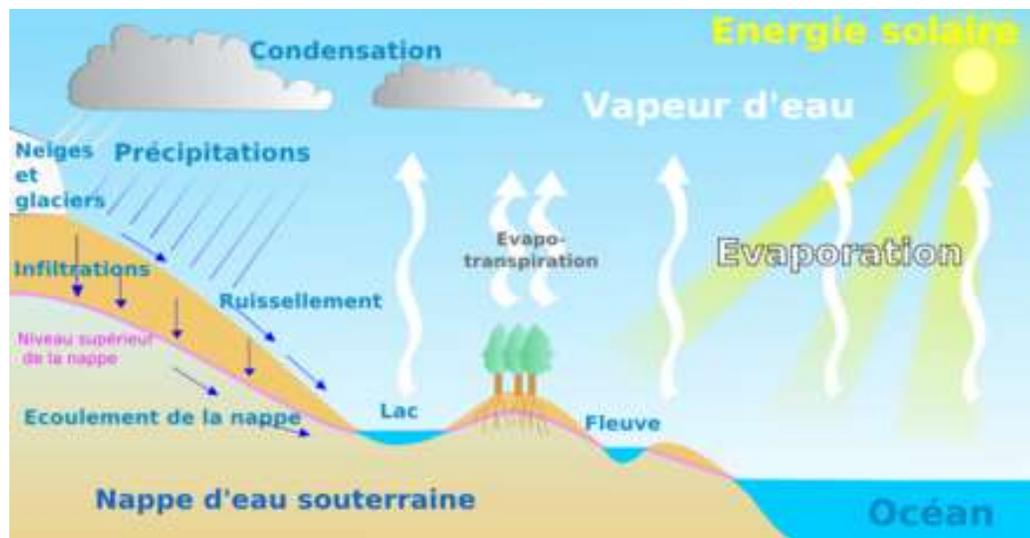
a) **L'évaporation** : c'est le passage de l'eau liquide ou solide à l'état vapeur d'eau (Zella, 2007).

b) **La transpiration** : la transpiration des plantes est égale au volume d'eau transité par les plantes et nécessaire à leurs croissances. Il est estimé de 300 à 1000L d'eau par kilogramme de matière sèche végétale. La transpiration est produite par les

# Chapitre I: Généralités sur l'eau

feuilles, d'autres part, l'eau contenue dans la plante est constamment renouvelée par les racines qui pompent l'humidité du sol (Boeglin, 2001).

- **Infiltration** : une partie des précipitations pénètre dans le sol et dans le sous-sol où elle alimente les eaux souterraines constituant le stock d'eau et les réserves des nappes aquifères. Une partie de ces eaux souterraines retourne naturellement ou artificiellement à la surface du sol d'où elle participera à l'écoulement général ou 'à l'évapotranspiration (Boeglin, 2001).



**Figure. 01.** Schéma simplifié du cycle de l'eau  
(<https://images.app.goo.gl/7LigwESeLYV5P>)

## I.4. Ressources hydraulique naturelle

Il y a quatre sources principales d'eau :

- ✓ Les eaux de pluies ;
- ✓ Les eaux de surface ;
- ✓ Les eaux souterraines ;
- ✓ Les eaux océaniques.

# Chapitre I: Généralités sur l'eau

---

Les eaux de surfaces et souterraines sont les plus utilisées dans l'alimentation humaine et les besoins industrie. (Ait-Oubelli, 2018).

## **I.4.1. Les eaux de surfaces (superficielles)**

Elles sont constituées principalement par les eaux de ruisseaux, rivière, fleuves, lac, barrages-réservoirs, glaciers. Bien qu'il semble s'agir de masse d'eau bien individualisées solides ou liquides, immobiles ou en mouvement, il ne faut pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté(Vilagines, 2003).

Ce sont des eaux qui se caractérisent par une forte charge en impuretés et par une pollution qui varie en fonction du niveau de développement des populations (Bouziani, 2000).



**Figure.2.** Eau de surface (<https://images.app.goo.gl/QuYEER9ebbJMEXdo7>)

## **I.4.2. Les eaux souterraines :**

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique.

Les eaux qui ne sont ni réévaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment leurs

## Chapitre I: Généralités sur l'eau

---

structures qui peuvent permettre la formation des réservoirs aquifères appelés : nappes phréatiques (Aissa El Bey et Boumeddous, 2017).

L'utilisation des eaux souterraines pour la production d'eau potable se justifie par leur pureté microbiologique, leur faible turbidité et la stabilité de leur composition chimique.

Il existe deux types principaux de captage d'eau souterraine :

- Le captage-source qui est un ouvrage construit autour d'un écoulement libre d'eau souterraine
- Le forage –captage qui est de profondeur variable. L'eau est remontée à la surface par pompage.



**Figure.3.** Eau souterraine (<https://images.app.goo.gl/8FimtFRwHgVn1U3f9>)

## Chapitre I: Généralités sur l'eau

---

### I.5. La comparaison entre les eaux de surface et souterraines

Le tableau 1 représente les la comparaison ou les caractéristiques des eaux de surface et les eaux souterraines

**Tableau 01** : La comparaison entre les eaux de surface et souterraine (Ait Oubelli, 2017).

<b>Caractéristiques</b>	<b>Eau de surface</b>	<b>Eau souterraine</b>
<b>Température</b>	Varie en fonction des saisons	Relativement constante
<b>Turbidité</b>	Niveau variable parfois élevé	Faible ou nulle
<b>Contenu minérale</b>	Varie avec le sol, les effluents, les pluies.	Généralement plus important que pour l'eau de surface
<b>Fer et Mn en solution</b>	Généralement pas sauf au fond des pièces d'eau et en état d'eutrophisation	Présent
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Pas présent	Souvent présent en grande quantité
<b>O<sub>2</sub> dissout</b>	Souvent proche du niveau de saturation, absent dans les eaux très polluées	Généralement peu présent
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Pas présent	Souvent présent
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Seulement dans des eaux polluées	Souvent présent sans forcément une pollution bactériologique
<b>Nitrates</b>	Niveaux généralement faible	Niveau parfois important
<b>Silice</b>	Généralement en proportion modérée	Niveau souvent important
<b>Micropolluants d'origine organique et minérale</b>	Présent dans l'eau des pays développés mais et susceptible disparaître rapidement une fois la source éliminée	Normalement pas mais une pollution accidentelle a des effets a très long terme
<b>Organismes vivants</b>	Bactéries, virus, plancton (animal et végétal)	Des bactéries du fer sont fréquemment trouvées

## I.6. Les nappes d'eaux :

### I.6.1. Définition

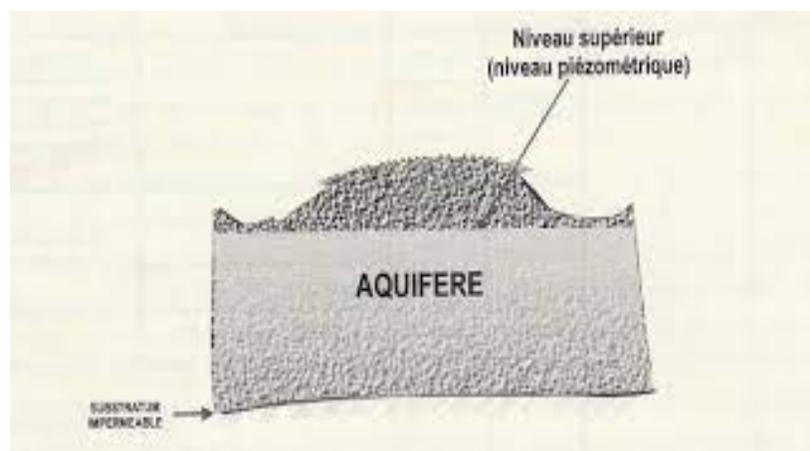
<< L'aquifère >>, ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau.

Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (Aissa El Bey et Boumeddous, 2017).

### I.6.2. Types de nappes

#### I.6.2.1. Nappe libre

Pour former une nappe libre, l'eau s'accumule schématiquement, au-dessus de la base imperméable, c'est une nappe dont le niveau piézométrique s'établit uniquement en fonction de la perméabilité du terrain à travers lequel pénètre l'eau d'infiltration (**figure 4**).



**Figure.4.** Nappe libre(Vilagines, 2003)

## I.6.2.2 Nappe phréatique

C'est la première nappe rencontrée lors du creusement d'un puits. L'inconvénient de la nappe phréatique est qu'elle est quasi totalement polluée, sur tout le territoire, par les fosses septiques, pesticides, engrais... Elle fournit donc une eau non potable(Vilagines, 2003).

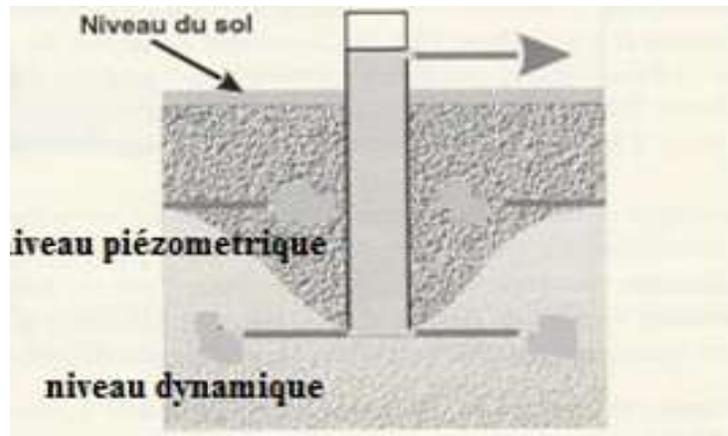


Figure.5. Nappe phréatique(Vilagines, 2003).

## I.6.2.3. Nappe captive :

Les nappes captives peuvent se définir comme << des nappes recouvertes par une couche de terrain imperméable ou peut perméable >>, dont la surface piézométrique peut être située au-dessus de toit. Lorsque le niveau piézométrique de la nappe surplombe le sol, la nappe est dite artésienne. Dans ce cas, un forage conduit à un jaillissement spontané (**figure 6**)(Vilagines, 2003).

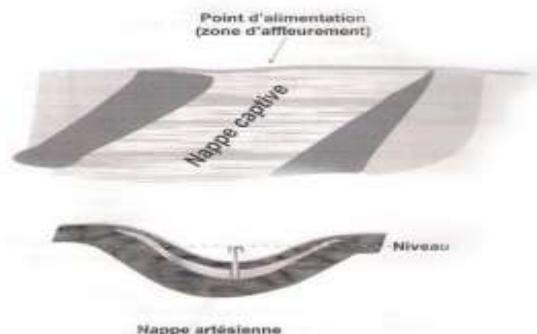


Figure.6. Nappe captive(Vilagines, 2003).

## I.6.2.4 Nappe alluviale

Dans son cours moyen, l'alternance de phases de creusement et de remblaiement peut donner naissance à un certain nombre d'ensembles de terrasses principales (**figure 7**)(Vilagines, 2003).



**Figure.7.** Nappe alluviale(Vilagines,2003).

## I.7. les eaux de consommation

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

### I.7.1. Eau de robinet

Les eaux de robinet, qui parviennent aux usagers via un réseau de conduites, proviennent d'un mélange d'eaux de surface et d'eaux venant de nappes souterraines. Quelle que soit leur provenance, elles doivent être traitées chimiquement pour les rendre propres à la consommation (traitement spécifiques des eaux à potabiliser).

La détermination du résidu à sec à 180°C permet de classer les eaux et sa détermination est réalisée sur un échantillon d'eau chauffé jusqu'à disparition totale du liquide, le résidu blanc obtenu représente le résidu sec(Semsari, 2016).

## **I.7.2. Eau de source**

L'eau de source provient d'une source souterraine il est naturellement potable. Cette eau ne peut pas également subir de traitement et doit également être embouteillée à la source. Contrairement à l'eau minérale naturelle, sa composition ne présente pas le même degré de stabilité mais peut par contre varier, tout en restant stable dans certaines limites. Elle doit respecter les normes de potabilité pour les eaux destinées à la consommation humaine(Semsari, 2016).

## **I.7.3. Eau minérale**

Une eau microbiologiquement saine provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploitée à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à proximité desquelles elle est conditionnée.

Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par sa nature caractérisée par sa pureté, et par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants (J.O.R.A., 2004).

## **I.8. La pollution des eaux**

Les micropolluants de l'eau est l'un de problèmes d'actualité dont la gravité augmente avec le développement industriel. La sécurité des aliments en particulier l'eau constitue aujourd'hui une préoccupation majeure, à différents niveaux, des responsables de la santé publique, des ».

Les indicateurs microbiologiques sont considérés parmi les paramètres les plus importants pour les eaux à usage domestique. Ils correspondent à des germes pathogènes qui proviennent du rejet des eaux usées domestiques ou industrielles directement dans les cours d'eau et /ou des lessivages des sols (Wheal, 1991).

### **I.8.1 Définition**

« La pollution de l'eau s'entend comme une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établie » (Metahri, 2014).

### I.8.2 Manifestation de pollution des eaux

Toute pollution d'eau se manifeste par une altération de l'eau qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et / ou les eaux souterraines. Elle a pour origines principales : l'activité humaine, les industries, l'agriculture, les décharges de déchets domestiques et industriels.

Cette pollution peut être physique : en agissant sur la température de l'eau , ou en réduisant la transparence de l'eau par présence de matières en suspension qui représente l'un des paramètres globaux de pollution, le plus facilement perceptible cependant, c'est l'un des plus difficilement mesurable en continu ( Metahri, 2014).

Par ailleurs, la pollution chimique de l'eau est due à des substances acides, radioactives, à des sels indésirables (nitrates), ou des substances toxiques (pesticides, métaux...).ces éléments toxiques contenus dans certains rejets, peuvent provoquer des phénomènes de toxicité aigue ou chronique. Ils peuvent avoir les origines les plus diverses. Certains peuvent même provenir de résidus d'activités industrielles interrompues depuis plusieurs décennies.

En outre, la pollution organique de l'eau se manifeste par une surconsommation d'oxygène avec notamment des produits comme l'ammoniac qui affecte le milieu naturel récepteur. La pollution organique non toxique peut être digérée par le milieu naturel, si la masse d'eau est suffisante, grâce au phénomène d'autoépuration biologique et physico-chimique. Cependant quand le volume de pollution biodégradable dépasse les capacités d'autoépuration d'un cours d'eau, l'équilibre de l'écosystème peut être modifié en passant par le pseudo-équilibre au déséquilibre.

D'autre part, la pollution bactériologique introduit dans l'eau des micro-organismes dont certains peuvent engendrer des maladies. La présence de micro-organismes (bactéries, virus et parasites) dans les eaux de consommation est le plus souvent due à une dégradation de la qualité de la ressource en eau, à une mauvaise protection ou un manque d'entretien des ouvrages de captages, à une défaillance du traitement de désinfection ou à une contamination de l'eau et son transport ou stockage dans le réseau (Da Silva Valente *et al.*, 2013).

# **Chapitre II**

## **Les sources d'eau**

## Chapitre II: les sources d'eau

---

L'homme est une créature hydrique, et son organisme a besoin d'environ deux litres et demi d'eau par jour. Parmi la grande diversité de boissons qui nous sont offertes pour étancher notre soif, seule l'eau d'un point de vue diététique, semble indispensable à nos cellules. L'eau permet de s'hydrater, se rafraîchir ou encore se purifier, s'enrichir de minéraux nécessaires à l'organisme. Elle sert à véhiculer les éléments nutritifs et à maintenir le fragile équilibre électrolytique à l'intérieur des cellules. A cet effet, il est indispensable d'avoir une eau saine, car l'eau contaminée par des produits chimiques ou des micro-organismes peut nuire à la santé (Blanchon et Boissiere, 2013).

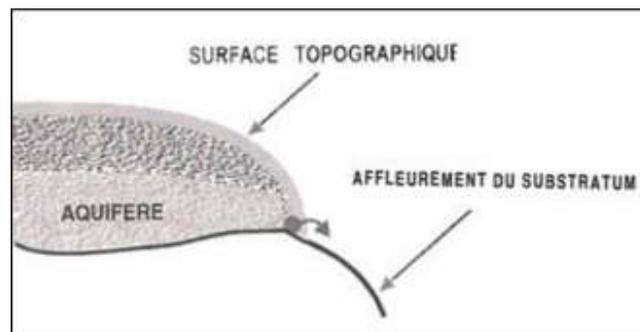
### II.1. Définition d'une source d'eau

Une source d'eau peut être définie comme un point. Une zone ou un endroit à la surface du sol d'où coule ou émerge naturellement une quantité d'eau déterminée provenant d'un aquifère (Custodio et Llimas, 2001).

**II.2. Différentes catégories des sources :** Elles se classent en trois catégories :

#### II.2.1. Source de déversement

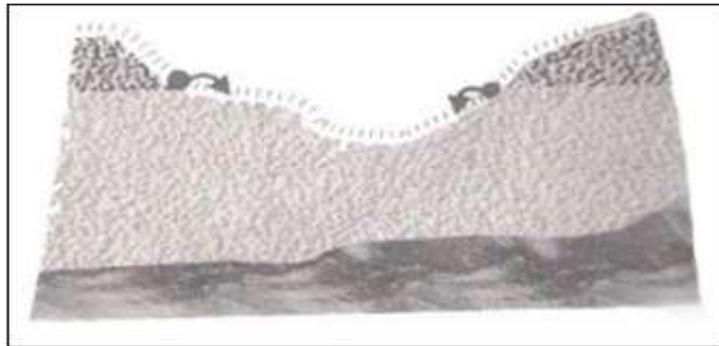
Les sources de déversement se définissent comme étant des sources issues d'un aquifère recoupe par la surface topographique et dont le substratum affleure (**figure 8**). Elles donnent souvent des lignes de sources suivant une ligne d'affleurement de substratum, généralement leur débit est pratiquement constant et leur point d'émergence est fixe (Vilagines, 2003).



**Figure.8.** Source de déversement (Vilagines, 2003).

### II.2.2. Source d'émergence

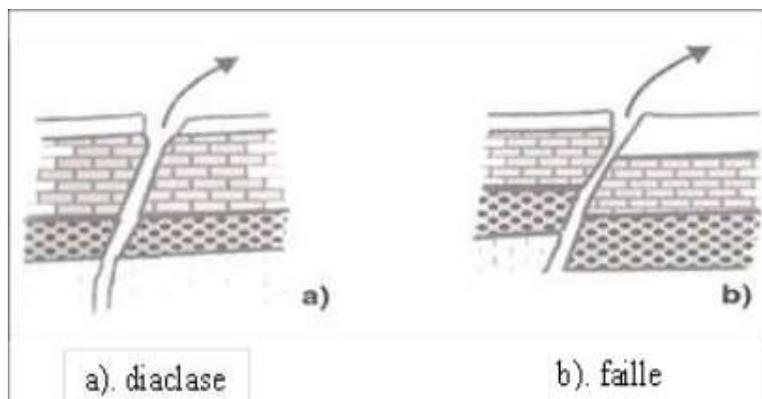
C'est des sources à l'intersection de la surface piézométrique d'un aquifère libre et de la surface topographique et dont le substratum de l'aquifère n'affleure pas. Leur point d'émergence se déplace en fonction des variations du niveau piézométrique. Ces sources écoulement en quelque sorte l'aquifère et ont de ce fait un débit irrégulier. De même, elles peuvent tarir sans que les réserves soient épuisées (**figure 9**) (Vilagines, 2003).



**Figure.9.**Source d'émergence(Vilagines.2003).

### II.2.3. Source par fracture

Elles se définissent comme <<des sources issues de l'intersection de fracture su sous-sol (failles, diaclases) avec la surface topographique >>. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins. Les sources thermo-minérales appartiennent à cette catégorie (**figure 10**) (Vilagines, 2003).



**Figure.10.**Source par fracture(Vilagines, 2003).

### II.3. Aménagement d'une source

Selon Custodio et Llimas (2001), Trois grands types d'aménagements de sources peuvent être envisagée dans un contexte nécessitant le recours à des techniques à faible coût :

- Un aménagement très simple ;
- Un aménagement avec un réservoir ;
- Un aménagement avec un réservoir et filtre.

### II.4. Classification des sources selon la continuité et le débit

#### II.4.1. Source pérenne

Elle coule toute l'année. Son débit varie mais elle ne tarit jamais. À l'étiage, elle est alimentée par la nappe d'eau souterraine contenue dans la zone saturée de l'aquifère. La zone non saturée participe également, par l'intermédiaire de l'alimentation de la nappe ou directement par l'écoulement d'une rivière souterraine à écoulement libre jusqu'à l'exutoire. Sa position dépend du niveau de base de l'aquifère (formation moins perméable faisant barrage, ou masse d'eau libre de surface) (Bruno et *al.*, 2010).

#### II.4.2. source intermittente

Elle s'écoule avec un débit variable de manière périodique. Ces variations résultent d'un phénomène hydraulique de vidange et de remplissage de réservoirs en cascade en Amont de la source. La source de Fontes orbe (Ariège) en est un exemple remarquable, avec une périodicité de 30 minutes, fonctionnant de juin à octobre (Bruno et *al.*, 2010).

#### II.4.3. Source temporaire

Elle ne coule généralement chaque année que lors des hautes eaux. Elle se trouve à une altitude supérieure à la source pérenne. Elle peut être une ancienne source pérenne abandonnée lors de l'enfoncement du niveau de base. La source temporaire peut être qualifiée dans certains cas de source de trop-plein. Elle constitue alors l'exutoire de vidange de l'aquifère lors d'événements pluvieux exceptionnellement importants. Le débit des sources principales ne suffit plus pour drainer les fortes quantités d'eau infiltrée. Les conduits karstiques se mettent en charge et l'eau peut monter de plusieurs dizaines, voire centaines de mètres, comme à la Luire (Bruno et *al.*, 2010).

### **II.5. Eau de source**

#### **II.5.1. Définition de l'eau de source**

Selon le journal officiel de la république algérienne (J.O.R.A), N 45- 30 Joumada El Oulla 1425 correspondant le 18 Juillet 2004, une eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution.

Une eau destinée à la consommation humaine dans son état naturel et mise en bouteille à la source, qui doit satisfaire aux conditions d'exploitation, aux exigences microbiologiques et aux dispositions de la directive 80/778/CEE du Conseil du 15 juillet 1980 (Delarras, 2003).

Elle doit être introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, dans des récipients de livraison au consommateur, ou dans des canalisations l'amenant directement dans des récipients (Vilagines, 2003).

#### **II.5.2. Les différentes dénominations de l'eau de source**

##### **II.5.2.1. Eau de source :**

Est introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément aux dispositions de l'article 4 de journal N°45, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement des ces récipients

##### **II.5.2.2. Eau de source gazéifiée :**

L'eau de source gazéifiée désigne une eau de source qui, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément aux dispositions de l'article 4 de journal N°45, est rendue effervescente par addition de gaz carbonique (J.O.R.A, 2004).

### II.5.3. paramètres de qualité de l'eau de source

#### II.5.3.1. Paramètres organoleptiques

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage (apparition d'une coloration, de précipité, etc.).

##### a) Couleur

Une eau potable ne doit pas présenter une couleur. Cependant, la coloration de celle-ci est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (Rodier et *al.*, 2009).

##### b) Odeur et saveur

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

La saveur d'une eau est due à la combinaison de nombreux facteurs, parmi lesquels interviennent la minéralisation de l'eau (sels minéraux qui donnent des goûts particuliers à l'eau), les matières organiques dissoutes provenant de la décomposition des matières organique végétales et des résidus agricoles, et les métabolites de certains micro-organismes vivants dans l'eau (Rejsek, 2002).

#### II.5.3.2. Paramètres physico-chimiques

L'eau est produit alimentaire qui a une composition et des caractéristiques qui sont objet de certaines modification qui peuvent parvenir au cours de transport et de stockage.

##### a) Température (T°)

Il est important de connaître la température de l'eau. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels, des gaz, et dans la dissociation des sels dissous. Donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du Ph. De plus, la vitesse des réactions

chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau (Rodier et *al.*, 2009).

### b) Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une solution est sa capacité à conduire le courant électrique, elle dépend de la présence des ions et de leur concentration relative, ainsi que de la température à laquelle s'opère la mesure. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau ainsi d'avoir une idée sur la teneur en sels dissous (Rodier et *al.*, 2009). Elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Le tableau.2 représente la relation entre la conductivité et la minéralisation.

**Tableau 02** : Relation entre la conductivité et la minéralisation (Rejsek, 2002).

<b>C = Conductivité (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	<b>Minéralisation</b>
$C > 100$	Très faible
$100 < C < 200$	Faible
$200 < C < 333$	Moyenne
$333 < C < 666$	Moyenne accentuée
$C > 100$	Elevée

### c) Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est en fonction de l'activité des ions hydrogènes  $\text{H}^+$  présents dans cette eau. Il est considéré comme étant l'un des paramètres les plus importants de la qualité des eaux. Dans les eaux naturelles, c'est principalement les deux équilibres de l'acide carbonique (diacide faible) qui imposent la valeur de pH, bien que d'autres espèces peuvent avoir un effet non négligeable comme les équilibres de l'acide phosphorique (triacide faible), de l'ion ammonium (acide faible) ou certaines matières organiques (acides organiques comme les substances humiques) (Rodier et *al.*, 2009).

### d) La salinité

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l. Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (Rodier et *al.*, 2009).

### e) Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc.

L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace.

La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire (Rodier et *al.*, 2009).

### f) Résidu sec

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (Rerjsek, 2002).

### g) La dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium (Rodier et *al.*, 2009).

### h) Potassium (K<sup>+</sup>)

Sa présence est très répandue dans la nature sous forme de sels. Il joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme et règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules. Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 5 à 10 mg/L (Rodier et *al.*, 2009).

### i) Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau proviennent de certains minéraux en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg. L<sup>-1</sup> (Bouziani, 2000).

### j) Les Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et *al.*, 2009).

### k) Sodium $\text{Na}^{2+}$

C'est un métal alcalin, son origine peut être : naturelle (mer, terrain sale...etc), humaine (10 à 15 g NaCl dans les urines/ jour), industrielle (potasse, industrie pétrolière). Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier et *al.*, 2009).

### l) Magnésium $\text{Mg}^{2+}$

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec les ions calcium, c'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature (Rodier et *al.*, 2009).

Sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires. Élément indispensable à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leur origine est naturelle (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (Rejsek, 2002).

### m) Le Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. C'est un composant majeur de la dureté de l'eau. L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/l de calcium (Rodier et *al.*, 2009).

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 kilogramme de calcium essentiellement dans le squelette.

### II.5.3.3. Paramètres de pollution organique

#### a) Phosphates ( $\text{PO}_3^-$ )

Les phosphates font partie des anions les plus faciles à fixer sur le sol. Leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Il n'y a pas de norme limitant la teneur des phosphates dans l'eau (Rodier et *al.*, 2009).

#### b) Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates sont issus de l'oxydation des nitrites (nitration) grâce aux bactéries du genre Nitrobacter.



Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans les eaux souterraines (Rodier et *al.*, 2009). Leurs concentrations

naturelles ne dépassent pas 3 mg/l dans les eaux superficielles et quelques milligrammes par litre dans les eaux souterraines. Pour l'organisme humain, ils ne sont pas toxiques directement (sauf à des doses élevées de plusieurs dizaines de grammes) mais leur réduction en nitrites peut provoquer les mêmes troubles que ceux-ci (Rejsek, 2002).

Les nitrates n'ont pas d'effets toxiques directs à faible doses : mais le fait qu'ils puissent conduire aux nitrites dans les conditions peu oxydantes leur confère une toxicité indirecte (Rodier et al., 2009).

### c) Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque par le genre de *nitrosomonas*, soit à la réduction des nitrates. Ils ne présentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, soit d'origine industrielle, leur présence dans l'eau est donc rare et en faible quantité. Un excès de nitrites dans les eaux de boisson peut provoquer une hypotension chez les humains et une méthémoglobinémie chez les nourrissons (Rodier et al., 2009).

### d) Ammonium $\text{NH}_4^+$

L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique. Sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains et industriels, soit à la réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réduites (Metahri, 2014).

#### II.5.3.4. Paramètres indésirables

##### a) Le fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

Le fer est un métal assez soluble que l'on retrouve dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air. Un excès de fer dans l'eau, se précipite au contact de l'air en formant des flocons rouges qui troublent l'eau et tachent le linge (Metahri, 2014).

##### b) Le cuivre (Cu)

Le cuivre est un élément essentiel pour le métabolisme humain, il est bien connu que sa carence entraîne divers troubles cliniques, notamment l'anémie nutritionnelle chez le nourrisson. L'objectif de qualité esthétique pour le cuivre présent dans l'eau potable est de  $<1$  mg/l, cet objectif a été fixé pour assurer la potabilité de l'eau (Metahri, 2014).

### c) L'aluminium (Al)

Bien que très abondant dans l'écorce terrestre, l'aluminium est peu présent dans les eaux car il est très peu soluble. Dans les eaux traitées sa présence est principalement due aux coagulants utilisés pour la clarification de l'eau. L'aluminium est considéré comme un micropolluant toxique (Metahri, 2014). Les organismes de sante publique et la réglementation ont fixé une concentration maximale de 200 µg/l d'aluminium dans les eaux de consommation.

### d) Manganèse Mn<sup>2+</sup>

La teneur en Mn<sup>2+</sup> est limitée à 0,05 mg/l (la teneur souhaitable est inférieure ou égale à 0,01 mg/l) dans les eaux potables pour le goût qu'il peut donner, pour les taches et les dépôts qu'il peut occasionner et aussi parce qu'il favorise la croissance de certains micro-organismes (Rejsek, 2002).

### II.5.3.5. Paramètres de toxicités

#### a) Le mercure (Hg)

Le mercure peut ou non être toxique, en fonction de ses liaisons chimique. L'OMS recommande une consommation quotidienne de 0,3 mg/jour pour une personne de 60 kg. Le mercure peut être relâché dans les eaux souterraines ou les eaux de surface par les rejets de déchets industriels dans les rivières et les estuaires, par nettoyage de décharges toxiques, par émissions de mercure par les volcans, les activités sismiques souterraines, l'incinération et la combustion de combustibles fossiles. Le mercure relâché dans l'atmosphère est très léger, ainsi il peut parcourir de longues distances et infiltrer les sols ou les plans d'eau par la pluie. Cependant, le mercure n'est généralement pas trouvé en tant que polluant dans notre eau potable (Rejsek, 2002).

#### b) Le plomb Pb

Le plomb est le métal qui focalise le plus l'attention. Il est très rarement détecté dans les eaux souterraines, ses teneurs sont en général <10µg/l (limite de qualité). La contamination des eaux de surface est par contre plus fréquente et plus fluctuante. Les effets du plomb sur la santé humaine sont importants, même pour de faibles expositions, car il est extrêmement toxique et il a la capacité de s'accumuler dans l'organisme tout au long de la vie. La limite de qualité fixée par la réglementation française, pour le plomb, est de 10µg/l comme valeur maximale admissible pour les eaux potable (Metahri, 2014).

### c) Le cadmium Cd

Le cadmium est présent à l'état naturel dans la plupart des roches à des concentrations très faible, ainsi que dans le carbone et le pétrole. Le cadmium peut être présent dans l'eau naturelle par contact avec les roches et des minéraux dissous. Dans l'eau, le cadmium n'a ni gout, ni odeur, ni couleur, et ne peut être détecté que par une analyse chimique. Selon les recommandations pour la qualité de l'eau potable la concentration maximale acceptable pour le cadmium est 0.05 mg/l, chez l'homme, il provoque notamment des problèmes rénaux et l'hypertension artérielle, ses effets toxiques ne le sont pas seulement pour l'homme, mais aussi pour les végétaux et les animaux (Metahri, 2014).

### II.5.3.6. Paramètres bactériologiques

#### a) Coliformes

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporulés, Gram-négatifs, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 heures à des températures comprises entre 35 et 37 °C (Rodier et *al.*, 2009).

#### b) Coliformes fécaux

Les « coliformes fécaux » correspondent aux coliformes qui présentent les mêmes propriétés des coliformes) après incubation à une température de 44°C (Rodier et *al.*, 2009). De surcroit, si ces coliformes fécaux produisent de l'indole à partir d'une peptone riche en tryptophane ou du tryptophane à 44°C, ils sont fortement présomptifs d'*Escherichiacoli* (Delarras, 2003).

#### c) Streptocoques fécaux

Sous la dénomination générale de « Streptocoques fécaux », il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chaînettes, anaérobies facultatifs, catalase négative et immobiles (Rodier et *al.*, 2009).

### II.5.4. Classification des eaux de source

Il existe plusieurs classifications des eaux de source :

#### II.5.4.1 Classification en fonction du degré de minéralisation

Le tableau ci dessous résume les différents types d'eau de sources en fonction de degré de minéralisation

**Tableau 03** : Classification des eaux en fonction de la minéralisation (Rodier et *al.*, 2009).

Classe de l'eau	Résidu sec
Eaux très faiblement minéralisées	résidu sec $\leq 50\text{mg/l}$
Eaux faiblement minéralisées (oligo-minérales)	$50\text{mg/l} < \text{résidu sec} \leq 500\text{mg/l}$
Eaux moyennement minéralisées	$500\text{mg/l} < \text{résidu sec} \leq 1500\text{mg/l}$
Eaux riches en sels minéraux	résidu sec $> 1500\text{mg/l}$

#### II.5.4.2 Classification en fonction de la composition ionique

Selon l'AFSSA (2008) (Agence Française Pour La Sécurité Sanitaire Des Aliments) le classement des eaux se base sur la composition ionique en eaux riches en sels minéraux suivant les caractéristiques suivantes :

- L'eau est calcique, si la teneur en calcium  $> 200\text{mg/l}$ ,
- L'eau est magnésienne, si la teneur en magnésium  $> 50\text{mg/l}$ ,
- L'eau est sulfatée, si la teneur en sulfates  $> 200\text{mg/l}$ ,
- L'eau est bicarbonatée, si la teneur en bicarbonates  $> 600\text{mg/l}$ ,
- L'eau est riche en sodium, si la teneur en sodium  $> 200\text{mg/l}$ ,
- L'eau est pauvre en sodium, si la teneur en sodium  $< 20\text{mg/l}$ ,
- L'eau est chlorurée, si la teneur en chlorures  $> 200\text{mg/l}$ ,

## Chapitre II: les sources d'eau

---

-L'eau riche en potassium, si la teneur en potassium > 40mg/l,

### II.5.4.3 Classification selon la dureté THt :

La valeur THt permet de quantifier la « dureté » d'une eau. On peut en répartir les différents types à l'aide de tableau (Tableau 4)

Le terme « douce » s'étend dans le cas présent par une faible concentration en calcium et magnésium et non l'oppose d'une eau salée (Claude et Arnaud, 2013).

**Tableau 04 :** Classification des eaux selon la dureté THt

7°F < THt < 14°F	Eau douce
14°F < THt < 20°F	Eau moyennement douce
20°F < THt < 30°F	Eau assez dure
THt > 30°F	Eau très dure

**Tableau 05 :** Classification des sources selon la température (Ben Achour et Aguenini, 2020).

Température	Type de source
<25°C	Les sources froides
20° < T < 35°C	Les sources hypo-thermales
35° < T < 50°C	Les sources méso-thermales
50° < T < 100°C	Les sources hyperthermales
> 100°C	Les émissions de vapeur

### II.5.5. Traitement des eaux de sources

Les eaux de sources doivent provenir d'une nappe ou d'un gisement souterrains, exploite à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à proximité desquelles l'eau est conditionnée. Cette dernière ne peut faire l'objet d'aucun traitement ou adjonction autre que :

- La séparation des éléments instables et la sédimentation des matières en suspension par décantation ou filtration ;
- L'incorporation de gaz carbonique ou la regazéification.

Les traitements ou adjonctions sont réalisés à l'aide de procédés physiques, mettant en œuvre des matériaux inertes, précédés, le cas échéant, d'une aération. Ils ne doivent pas avoir pour but ou effet de modifier les caractéristiques microbiologiques des eaux de sources (Hazzab, 2011).

### II.6. La différence entre une eau de source une eau minérale naturelle

Le tableau 6 représente la différence entre eau minérale et eau de source.

**Tableau 06** : Etude comparative entre eau minérale et eau de source (Fricke et *al.*, 2003).

	<b>Eau minérale naturelle</b>	<b>Eau de source</b>
<b>Origine</b>	Souterraine	Souterraine
<b>Protection naturelle</b>	Obligatoire	Obligatoire
<b>Traitements chimiques</b>	Aucun traitement chimique	Aucun traitement chimique
<b>Composition minérale</b>	Obligatoirement constante	Pas nécessairement constante
<b>Allégations santé</b>	Peut revendiquer ces allégations selon sa composition	Non
<b>Effet reconnu sur la santé</b>	Effet favorable sur la sante reconnu par le conseil supérieur de la sante	Non

### II.7. Importance des eaux de sources

L'eau de source est très importante dont il a plusieurs catégories d'utilisation :

## Chapitre II: les sources d'eau

---

- a) **Usage domestique** : C'est consommation en eau de la population branchée au réseau ou non branchée mais qui profite des bornes fontaines pour s'alimenter en eau (cafés, stations d'essence,...).
- b) **Usage industrielle** : Elle correspond aux besoins en eau des établissements industriels implantés dans la ville.
- c) **Usage touristique** : La consommation touristique englobe la consommation de toutes les infrastructures touristiques telles que les hôtels classés, les complexes touristiques, Les villages de vacances et les campings.
- d) **Usage administrative et communale** : C'est la consommation des bureaux, casernes, écoles....
- e) **Autre utilisation** : La conservation des forêts utilise les eaux de source pour éteindre les incendies comme première solution avant l'arrivée des pompiers, aussi on peut les utiliser pour l'irrigation dans les zones rurales (<https://sigessn.brgm.fr/spip.php?article171>).

### II.8. Quelles sont les meilleures eaux de source ?

En matière de comparaison eau, la meilleure eau de source est celle qui possède 3 caractéristiques :

1. Une faible minéralité, inférieure à 200 mg/litre (idéalement moins de 50 mg/l)
2. Un Ph le moins alcalin possible (idéalement légèrement acide avec  $\text{pH} < 7$ )
3. Un faible coût lié à un moindre matraquage marketing (<https://www.solutiosbio.ch/post/meilleurs-eaux-minerales-eaux-de-source>).

### II.9. Pollution des eaux de source

Les masses d'eau souterraine sont drainées par des sources. Si la qualité de leur eau est compromise, elle peut devenir une menace pour la santé publique.

#### II.9.1 Mode d'apports de la pollution des eaux de source

Les divers contaminants pouvant se trouver dans les eaux de source sont illustrés dans le tableau suivant :

## Chapitre II: les sources d'eau

---

**Tableau 07 :** Les groupes de contaminants présents dans l'eau de source (Kresic et Stvanovic, 2010).

<b>Contaminants</b>	<b>Définition</b>
Contaminants inorganiques	Comprennent les métaux toxiques et différents types de nutriments et de sels, tel que le nitrate $\text{NO}_3^-$ , l'ammoniac $\text{NH}_4$ et le cadmium ...etc.
Contaminants organiques	Substances naturelles et anthropiques ; ces dernières comprennent les produits chimiques synthétiques tel que le pétrole.
Contaminants biologiques	Divers agents pathogènes tel que les bactéries indicatrices fécales (FIB).

**Chapitre III**  
**L'eau de source en**  
**Algérie**

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

---

L'Algérie est située entre les altitudes 20-36°N et les longitudes 12° E-8 °W, elle dispose d'une superficie totale (ST) de 2 381 741 km<sup>2</sup>, faisant d'elle le plus vaste pays de l'Afrique, du monde Arabe et du bassin méditerranéen. Son altitude moyenne est de 800 m, son point culminant est le Tahat (3 003 m), alors que son point bas, le chott Melrhir est à moins 40 m.

Le nord (Tell) et le sud (Sahara) d'une altitude faible (200-500 m) sont séparés par deux chaînes de montagnes l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien et entre les deux Atlas, les Hauts Plateaux à une altitude moyenne d'environ 1 000 m (Zella, 2019).

### III.1. Le contexte climatique et hydrographique de l'Algérie

Les aires climatiques sont très diversifiées et le climat varie du type méditerranéen au type saharien. Les données climatiques indiquent un fort gradient des précipitations allant du Nord au Sud et un second, de moindre importance, allant de l'Est à l'Ouest. « La géographie de l'Algérie divise le territoire en régions nettement différenciées sur le plan du relief, le climat, les capacités agricoles et les réserves aquifères et minières. Les chaînes des monts de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, déployées à distances variables de la côte, distinguent le Nord pluvieux du Sud sec. Entre le Tell oriental et le Tell occidental la pluviométrie et le climat marquent une différence similaire ».

Ces paramètres pluviométriques commandent la répartition de la population algérienne sédentaire et du développement urbain. Ils permettent de distinguer trois grandes régions favorables à l'urbanisation : littoral, plaines et hauts plateaux du Tell. En fait, l'Algérie se divise en quatre grandes zones bioclimatiques :

- Les étages humide et subhumide ;
- L'étage semi-aride ;
- L'étage aride ou steppique ;
- L'étage saharien.

Pour ce qui est du découpage hydrographique, le territoire de l'Algérie a été divisé en 1996 en cinq régions hydrographiques regroupant les 17 bassins versants du pays (tableau 8). Le décret exécutif n° 96 - 100 du 6 mars 1996 portant définition du bassin hydrographique et fixant le statut-type des établissements publics de gestion a défini le bassin hydrographique

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

"comme la surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents de telle façon que tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface suit son trajet jusqu'à l'exutoire". "Chaque bassin hydrographique est séparé des bassins qui l'entourent par la ligne de partage des eaux qui suit les crêtes"(Journal of Advanced Economic Research, 2021).

**Tableau 08** : Caractéristiques des bassins hydrographiques de l'Algérie (Zella, 2019).

<b>N</b>	<b>BH</b>	<b>Surface km<sup>2</sup></b>	<b>Bassins versants</b>
<b>1</b>	Oranie Chott Chergui	77 169	Côtiers oranais Mecta-Tafna-chott Chergui
<b>2</b>	Cheliff-Zahrez	56 227	Côtiers Dahra-Cheliff-Chott Zahrez
<b>3</b>	Algérois-Hodna-Soummam	47 588	Côtiers algérois-Sebaou-Isser-Soummam-chott Hodna
<b>4</b>	Constantinois- Seybouse-Mellegue	44 348	Côtiers constantinois- Kebir Rhumel- Medjerda. Mellegue- Seybouse- Hauts Plateaux constantinois
<b>5</b>	Sahara	2 018 054	Sahara- Chott Melghir
	Total	2 243 386	Différence entre les deux chiffres 138 512 ha
	Surface totale	2 381 741	
	Algérie		

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

En Algérie, les pluies diminuent d'Est en Ouest et du Nord au Sud. L'Est algérien est la partie la plus humide avec une moyenne pluviométrique de 530 mm par an. Le Centre occupe la seconde place avec 480 mm. Enfin, l'Ouest est plus sec avec une moyenne annuelle de 260. Sur l'ensemble du pays, les précipitations moyennes s'élèvent à 89 mm/an (FAO, 2015). L'eau qui tombe n'est pas captée en totalité. Les sécheresses jalonnent l'histoire du pays et l'aridité est une menace constante. C'est qui est important de souligner ici, c'est que le climat en Algérie est caractérisé par une aridité très marquée et par l'irrégularité de la pluviométrie.

Selon les spécialistes, à l'horizon 2025 l'Algérie connaîtra une diminution des précipitations de l'ordre de 5 à 13% et une élévation des températures de 0,6 à 1,1°C. De même, en l'espace **d'une quarantaine d'années, entre 1962 et 2000, la dotation annuelle en eau par habitant a été divisée par 3**, passant de 1500 à 500 m<sup>3</sup>/hab/an, comme le montre le (tableau 9) suivant :

**Tableau 09 :** Dotation annuelle en eau par habitant en Algérie (Journal of Advanced Economic Research, 2021).

Années	1962	1990	1995	1998	2000	2020	2030
m <sup>3</sup> /habitants/an	1500	720	680	630	500	430	–

### III.2. Les ressources en eau en Algérie

Les RER de l'Algérie (tableau 10) s'évaluent à 17,2 km<sup>3</sup> dont 12 km<sup>3</sup> dans le nord (10 km<sup>3</sup> superficiels et 2 km<sup>3</sup> souterrains) et 5,2 km<sup>3</sup> dans le sud (0,2 superficiels et 5 km<sup>3</sup> souterrains)

**Tableau 10 :** Potentialités en eau par bassin hydrographique (Zella, 2019).

N	Bassin Hydrographique	Eaux superficielles	Eaux souterraines	Total km <sup>3</sup>
		km <sup>3</sup>		
1	Oranie Chott Chergui	1,4	0,6	2
2	Cheliff- Zahrez	1,5	0,33	1,83
3	Algérois- Hodna- Soummam	3,4	0,64	4,04
4	Constantinois- Seybouse- Mellegue	3,7	0,43	4,13
	<b>Nord</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
5	Sahara	0,2	5(fossile)	5,2
	<b>Total</b>	<b>10,2</b>	<b>7</b>	<b>17,2</b>

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

Les potentialités des eaux superficielles dans les BH du centre et l'est du pays sont pratiquement le double de celle de l'ouest. Les eaux de surface apportent 60 % du total et les eaux souterraines ne représentent que 40 % (Zella, 2019).

!yupn

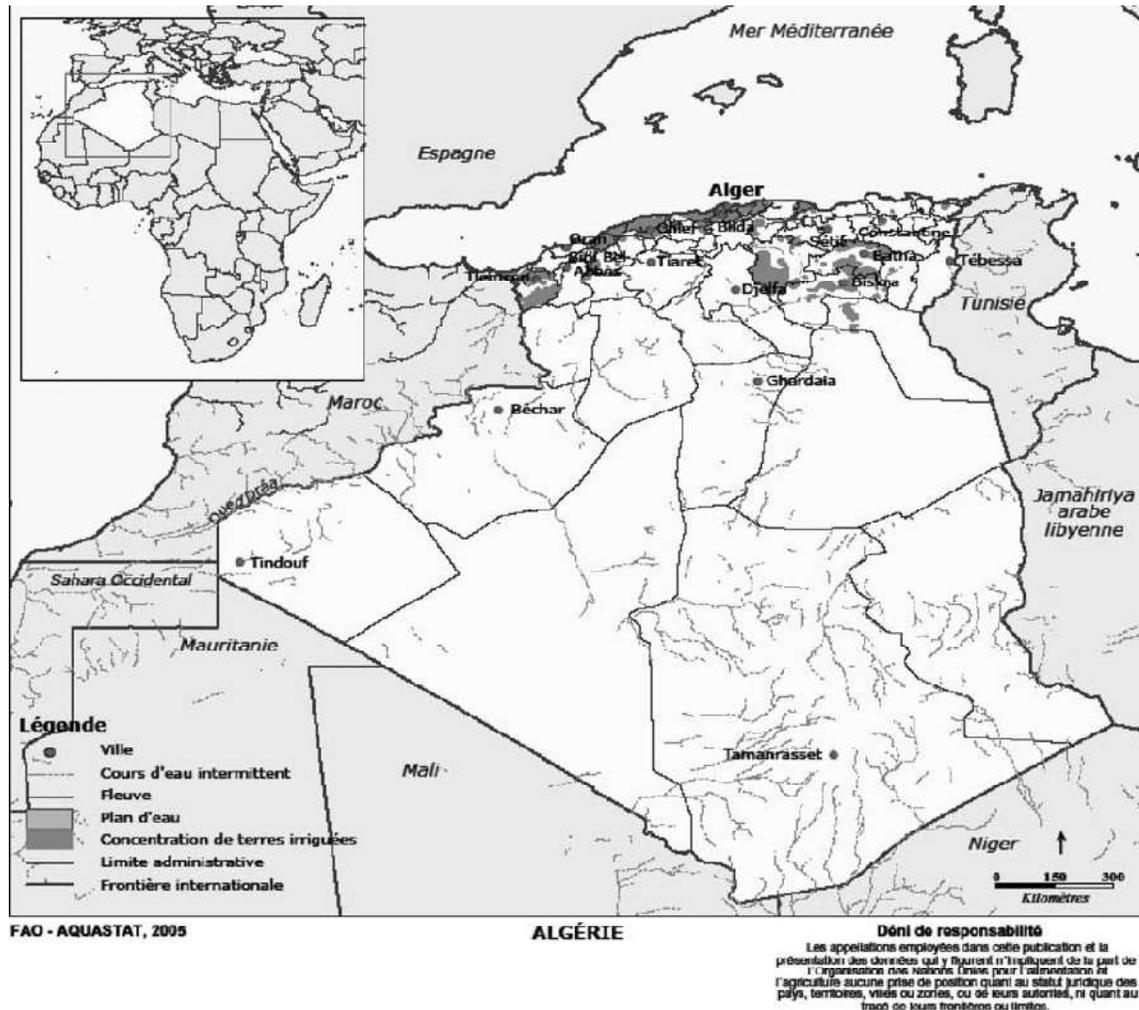


Figure.11. Les différentes ressources en eau en Algérie (Mozas et Ghosn, 2013)

### III.3.L'exploitation des eaux de source en Algérie

Le débit global d'exploitation des champs de captage des de source et minérale en Algérie a atteint 699 litres par seconde (l/s), soit 60.394 m<sup>3</sup>/jour, a indiquée le ministre des ressources en eau, **Ali Hamame**, 2019 dont il a précisé dans un entretien accordé à l'APS, que le secteur des ressources en eau a octroyé 71 concessions d'eau de source et 26 concessions d'eau minérale.

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

---

Le ministre a tenu à préciser que l'autorisation d'utilisation des eaux minérales et des eaux de sources est un acte de droit public, réglementé par le décret exécutif n° 04-196 modifiée et complétée par le décret exécutif n° 13-298 relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelle et des eaux de sources.

A-t-il avancé, aucune concession d'exploitation d'eau de source ou minérale n'est accordé sans l'accord de l'Agence nationale des ressources hydrique (ANRH), seule habilité à affirmer si le champ captant est favorable à l'exploitation d'eaux de sources ou d'eaux minérales.

Caractérisée par quelques imperfections et une situation de pseudo vide-juridique pour un traitement spécifique recommandé, la législation appliquée en Algérie jusqu'à juillet 2004, en matière d'exploitation et de production des eaux conditionnées, a engendré une situation de non contrôle et de confusion, notamment en matière de qualité. Cette situation a poussé les pouvoirs publics à adopter une série de textes relatifs à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de sources embouteillées. Ces textes reflètent bien la volonté des pouvoirs publics de concrétiser la mise à niveau de l'ensemble du dispositif réglementaire aux normes internationales. Les textes adoptés répondent à deux objectifs fondamentaux, à savoir le respect des qualifications requises pour la sélection de ces types d'eaux et pour leur consommation et le respect de l'environnement (Hezzab, 2011).

### **III.4. Les eaux de source embouteillées en Algérie**

Les eaux embouteillées se regroupent en deux catégories, les eaux minérales naturelles et les eaux de source.

#### **4.1 Cartographie des eaux**

La pluparts des eaux de source et minérale sont localisées dans le nord algérien et concentre dans la région centre Est (Figure12).

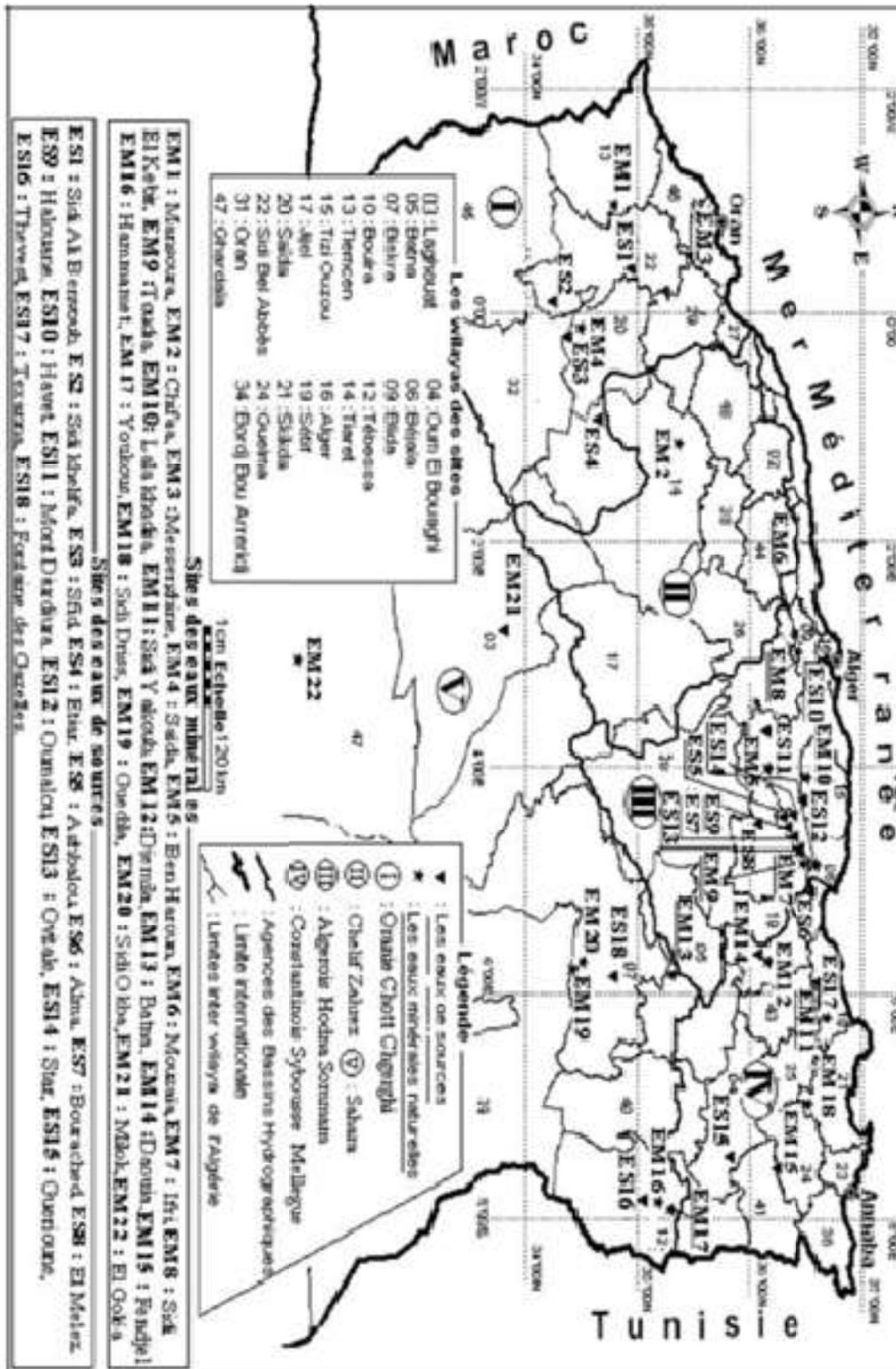


Figure.12. Répartition des sites d'eaux minérales naturelles et d'eaux de sources en Algérie

### III.4.2. La qualité d'eau de source en Algérie

L'arrêté interministériel du 22 janvier 2006 fixe les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et de sources ainsi que les conditions de leur traitement et les adjonctions autorisées. L'annexe II associée à cet arrêté définit les critères relatifs à la qualité des eaux de source et les seuils de quantification qui leur sont associés (Le tableau 11) donne cette comparaison et indique que ce type d'eau, les valeurs du seuil fixées pour chaque élément ou substance sont globalement comparables pour les deux législations, algérienne et européenne. Toutefois, pour certains éléments, notamment les substances toxiques, la réglementation européenne semble plus stricte. Ainsi, il y'a lieu de noter que la réglementation algérienne relative aux eaux de sources ne donne aucune indication pour certains éléments indésirables ou toxiques comme le bore, les bromates, le nickel et les pesticides mentionnés dans les annexes de la directive européenne (Hazzab 2011).

**Tableau 11 :** Comparaison de qualité des eaux de source (Arrêté interministériel, 2006), (Hazzab, 2011)

Valeur maximale admissible selon les normes				
caractéristiques	Symbole	unités	Algériennes (arrêté interministériel du 22 janvier 2006)	Européenne (directive 98/CE du conseil du novembre 1998)
<b>Caractéristiques organoleptiques</b>				
couleur	-	Mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	25	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement normal
Odeur à 25°C	-	-	Niveau 4	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement normal
Saveur à 25°C	-	-	Niveau 4	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

				normal
Turbidité	-	Unité JAKSON	2	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement normal
<b>Caractéristiques physico-chimiques</b>				
pH	-	Unité pH	6,5 à 8,5	6,5 à 9,5
Conductivité à 20°C	-	µs/cm	2800	2500
Dureté	Ca CO <sub>3</sub>	Mg/l	100 à 500	-
Chlorures	Cl <sup>-</sup>	mg/l	200 à 400	250
Sulfates	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	75 à 200	250
magnésium	Mg <sup>++</sup>	mg/l	150	50
Sodium	Na <sup>+</sup>	mg/l	200	200
potassium	k <sup>+</sup>	mg/l	20	12
Aluminium total	Al	mg/l	0,2	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	O <sub>2</sub>	mg/l	3	5
Résidus sec après dessiccation à 180°C	-	mg/l	1500 à 2000	-
<b>Substances indésirables</b>				
Nitrates	NO <sub>3</sub>	mg/l	50	50
Nitrites	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,1	0,5
Ammonium	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,5	0,5
Fer	Fe	mg/l	0,3	0,2
manganèse	Mn	mg/l	0,5	0,05
Cuivre	Cu	mg/l	1,5	2
Zinc	Zn	mg/l	5	3
argent	Ag	mg/l	0,05	0,01
Fluorures	F	mg/l	0,2 à 2	1,5
Azote	N	mg/l	1	1
<b>Substances toxiques</b>				
arsenic	As	mg/l	0,05	0,01
cadmium	Cd	mg/l	0,01	0,005
cyanure	Cn	mg/l	0,05	0,05
chrome	Cr	mg/l	0,05	0,05
mercure	Hg	mg/l	0,001	0,001
plomb	Pb	mg/l	0,055	0,01
sélénium	Se	mg/l	0,01	0,01

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

Benzo(3,4)pyrène	-	µg/l	0,2	0,01
Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H. P. A)	-	µg/l	0,01	0,1

### III.4.3 Le marché de l'eau de source en Algérie

Le marché algérien de l'eau de source est un marché ouvert et développé qui est assez standardisé dans la qualité de l'eau de source est considéré comme le moins cher au monde, bien qu'il s'engage à respecter toutes les normes de qualité et de sécurité alimentaire.

Les formes des bouteilles qui existent sur le marché c'est :

- la forme de 1,5 L qui est principale sur le marché par 80 %.
- la forme de 5 L présente par 10%.
- la forme de 0,5 L : l'augmentation de la demande sur les bouteilles de petite forme dans le marché parce que plus pratique que les grandes formes.

### III.4.4 Les marques d'eau de source embouteillée étudiée

La liste des eaux embouteillées étudiées, agréées par l'état algérienne est représentée ci-dessous

**Tableau 12 :** Eaux embouteillées en Algérie

Appellation	Wilaya concessionnaire
<b>El ghadir</b>	Bordj bou Arreridj
<b>Sidi Rached</b>	Tizi-Ouzou
<b>Arwa</b>	Sétif
<b>Besbassa</b>	Souk Ahras
<b>Mont Djurdjura</b>	Bouira
<b>Owis</b>	Bordj bou Arreridj
<b>Mileza</b>	Bordj bou Arreridj
<b>Ovitale</b>	Bejaia
<b>Nestle</b>	Blida
<b>Righia</b>	Taref
<b>Qniaa</b>	Bejaia
<b>Fezguia</b>	Oum El Bouaghi
<b>Tazliza</b>	Adrar

---

<b>El Kantra</b>	<b>Biskra</b>
Hirouche	Bejaia
Hassia	Chelef
Ledjar	Tiaret
Taya	Mila
Soummam	Bejaia
Ifren	Bejaia
Star	Bejaia
Ichemoul	Batna

---

### III.4.5. Caractérisation physico-chimique des eaux étudiées

Les caractéristiques physico chimiques de l'ensemble des eaux étudiées sont données dans le (tableau 13). Ces caractéristiques ont été relevées à partir de l'étiquetage des différents produits, il s'agit du pH, de valeur du résidu sec et des concentrations des anions et des cations dissoutes dans un litre d'eau.

Tableau13 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux de source étudiées (\*Résidu sec a10°C).

	Concentration des cation en (mg/l)				Concentration des anions en mg/L							pH	Résidu Sec 180°c
	calcium	magnésium	sodium	Potassium	sulfate	chlorure	fluor	bicarbonate	nitrate	nitrite	silice		
	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	F	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SiO <sub>2</sub>		
El Ghadir	111	28	25	3	106	37	-	317	25	0	-	7,5	700
Sidi Rached	134,38	6,69	29,21	2,45	139	50	-	235	21,80	0	-	7,39	610
Arwa	120	23	56	1	104	100	-	256	45,5	<0,01	-	7,33	450
Besbassa	54,16	2,64	2	5	4	10	-	164,70	9	<0,01	-	7,29	206
Mont Djurdjura	101	29	49	2	52	99	-	332	30,30	<0,01	-	7,78	610
Ouwis	106	25	60	2	177	48,59	-	261	18,30	<0,01	-	7,42	724
Mileza	111	34	29	1	190	10	-	311	3,2	<0,01	-	7,33	680*
Ovitale	91	14	30	1	86	50	-	214	<15	0	-	6,92	420
Nestlé	55	17	>12	0,5	33	>15	-	210	4,6	0	-	7,8	372
Righia	08	03	12,8	0,35	01	19,30	-	24,40	2,5	0,02	-	6,70	100
Qniaa	111,66	26,97	48,22	2,48	66,66	92,12	-	259,02	12,39	0,01	-	7,24	602
Fezguia	78,15	35,23	22	4,1	33,25	35,5	-	285	0,73	0	-	7,22	415
Tazliza	48	20	48	8	96	76	-	104	19,97	0,01	-	7,32	407
El Kantra	90	37	36	3	162	59	-	247	9,60	<0,01	-	7,32	636
Hirouche	107,40	18,20	22,20	1,60	54	62,20	0,18	262,80	32,80	<0,01	-	7,20	550,80
Hassia	63	8	20	1	7	36	-	198	9,20	0	-	7,25	291
Ledjar	64	37	30	4	66	41	-	308	<50	<0,1	-	7,53	660
Taya	94	34	185	1	199	208	-	311	7,40	<0,06	-	7,45	941
Soummam	114	32	71	2	196	78	-	293	19,02	<0,01	-	7,21	755
Ifren	68,8	10,69	32	2,4	62,5	17,04	-	283,04	3,22	<0,01	-	7,48	300
Star	115	33	30	1,8	95	82	-	330	37,2	<0,02	-	7	490
Ichemoul	85	13	10	1	54	9	-	247	10,7	<0,01	-	7,34	382

### III.4.6 Classification des eaux de source embouteillées

#### III.4.6.1 Classification en fonction de la composition ionique

Le tableau suivant indique la classification des eaux de source embouteillées selon la composition ionique :

**Tableau 14** : Classification des eaux de source en fonction de la composition ionique

Catégorie d'eau	Eaux	%
Eau calcique : Teneur en calcium >150 mg/l	-	-
Eau sulfatées : Teneur en sulfate >200 mg/l	-	-
Eau magnésiennes : Teneur en magnésium >50 mg/l	-	-
Eau bicarbonatées : Teneur en bicarbonates >600 mg/l	-	-
Eau pauvre en sodium : Teneur en sodium <20 mg/l	Besbassa, Nestle, Righia, Hassia, Ichemoul	22,72
Eau chlorurées : Teneur en chlorures >200 mg/l	Taya	4,55
Eau fluorées : Teneur en fluor > 1mg/l	-	-

D'après le tableau ci-dessus, la totalité des eaux de source étudiés ne possède aucune richesse en minéraux à l'inverse on trouve que les marques : Besbassa, Nestlé, Righia, Hassia et Ichemoul sont des eaux pauvres en sodium représentent 22,72% des eaux de source étudiées, seul l'eau Taya est considérée comme une eau de chlorurée sa teneur en chlorure est 208 mg/l.

#### III.4.6.2 Classification en fonction du degré de minéralisation

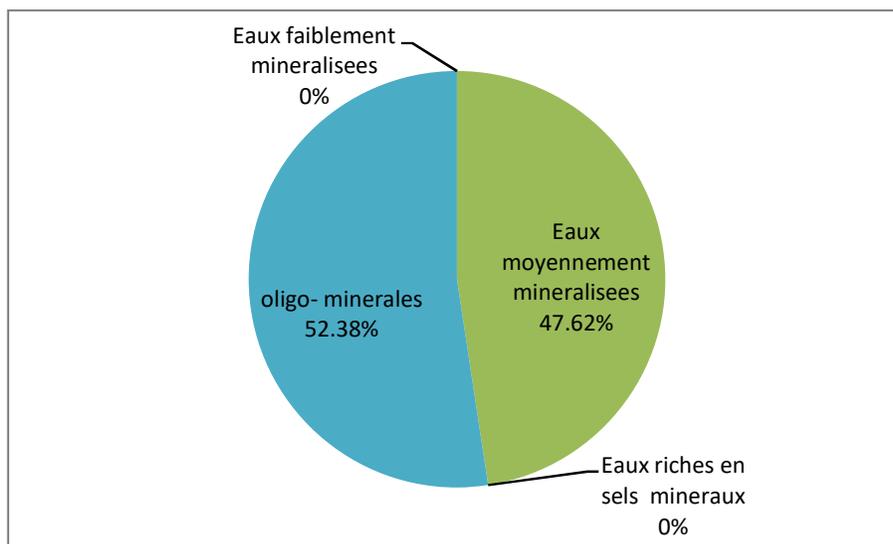
Parmi les eaux de source embouteillées étudiées, seul l'eau de source Mileza présente un résidu sec à une température différente de la température fixée par la réglementation qui est 180°C.

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

La classification des eaux de source étudiées sont présentées dans le tableau suivant

**Tableau 15 :** Classification des eaux de source en fonction de la minéralisation

Classe de l'eau	Eaux de source	%
Eaux très faiblement minéralisées : Résidu sec $\leq 50$ mg/l	-	-
Eaux faiblement minéralisées : (oligo-minérales) $50\text{mg/l} < \text{résidu sec} \leq 500$ mg/l	Arwa, Besbassa, Ovitale, Nestle, Righia, Fezguia, Tazliza, Hassia, Ifren, Star, Ichemoul	52,38
Eaux moyennement minéralisées $500\text{mg/l} < \text{résidu sec} \leq 1500$ mg/l	El Ghadir, Sidi Rached, Mont Djurdjura, Ouwis, Qniaa, El Kantra, Hirouche Ledjar, Taya, Soummam	47,62
Eaux riches en sels minéraux Résidu sec $> 1500$ mg/l	-	-



**Figure.13.**taux des eaux de sources en fonction de degré de minéralisation

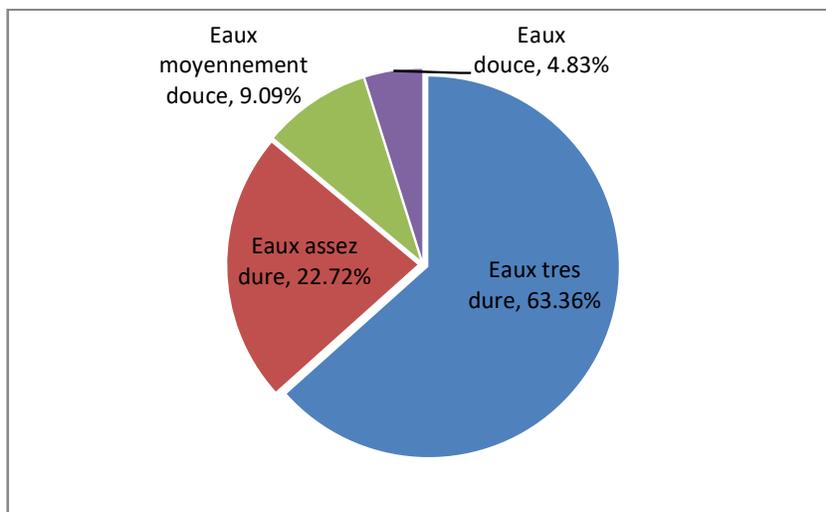
Il ressort du tableau ci-dessus que, plus de la moitié (52,38) des eaux sont de type oligo-minérale (eaux faiblement minéralisées); alors que le reste des eaux (47,62) sont moyennement minéralisées.

### III.4.6.3 Classification selon la dureté THt

**Tableau 16 :** Classification des eaux de source selon la dureté THt

Type d'eau	Nom	Classification
Eau de source	El ghadir	Eau très dure
	Sidi rached	Eau très dure
	Arwa	Eau très dure
	besbassa	Eau moyennement douce
	Mont djurdjura	Eau très dure
	Ouwis	Eau très dure
	Mileza	Eau très dure
	Ovitale	Eau assez dure
	Nestle	Eau assez dure
	Righia	Eau douce
	Qniaa	Eau très dure
	Fezguia	Eau très dure
	Tazliza	Eau assez dure
	El kantra	Eau très dure
	Hirouche	Eau très dure
	Hassia	Eau moyennement douce
	Ledjar	Eau très dure
	Taya	Eau très dure
	Soummam	Eau très dure
	Ifren	Eau assez dure
Star	Eau très dure	
Ichemoul	Eau assez dure	

Nous constatons selon la figure 14, que 63.36 % des eaux de source étudiées sont des eaux très dure ( $TH > 30$ ) et 22,72 % des eaux de source sont des eaux assez dure ( $20 < TH < 20$ ), 9.09 % sont des eaux moyennement douce ( $14 < TH < 20$ ), et seul l'eau Righia est considérée comme une eau douce ( $7 < TH < 14$ ) (4.83%).



**Figure.14.** Taux des eaux de sources en fonction de la dureté

### III. 5. Les sources d'eaux dans deux régions en Algérie

Nous avons choisi deux régions du nord d'Algérie riche en sources d'eau comme exemples sur l'exploitation et la répartition des sources en eau en Algérie à savoir : l'Atlas Blidééen et Jijel

#### III.5.1. Répartition des eaux de source dans le Nord de l'Atlas Blidééen

L'agence Nationale des Ressources Hydrique de la wilaya de Blida en 2003 dans un projet réalisé pour l'étude des émergences naturelle de Nord de l'Atlas Blideen, entre Meftah et El Afroun à recenser 135 sources. En 2010 parmi les 135 sources, 29 sources sont retenues pour le suivi mensuellement sur dix mois de l'année hydrologique (decembre2010-septembre 2011).

**Tableau 17 :** Nombre des eaux de sources suivi par l'ARNH de Blida

Commune	Nbre de source	Nom de la source
Hammam Melouane	1	Ain Tiouririn
Meftaah	5	Ain Tarkout, Ain Morsli, Ain Elarbi, Ain El Khedra, Ain Ami Rabh
Ouled Slama	1	Ain Oued Elanser
Bougara	1	Ain Guern Mansour
Bouinane	4	Ain Ezhairya, Ain Marmoucha, Ain Berrahal, Tafrent
Bouaarfa	9	Ain Oued Hsayn, Ain Kdadha, Ain Djeghjough, Tal Zit, Ain Oued Esselgou, Ain Sidi Fodil, Ain Mihoub, Ain Echikh, Ain Beni Sbiha
Chiffa	2	Ruisseau Des Singes, El Kaff Errachi.
Ain Romana	5	Ain Tiousserine, Tala Ouanser, Ain Ksaimya, Ain Oued Safsaf, Lanaser
Suhan (Larabaa)	1	Ain Boumakhlouf.

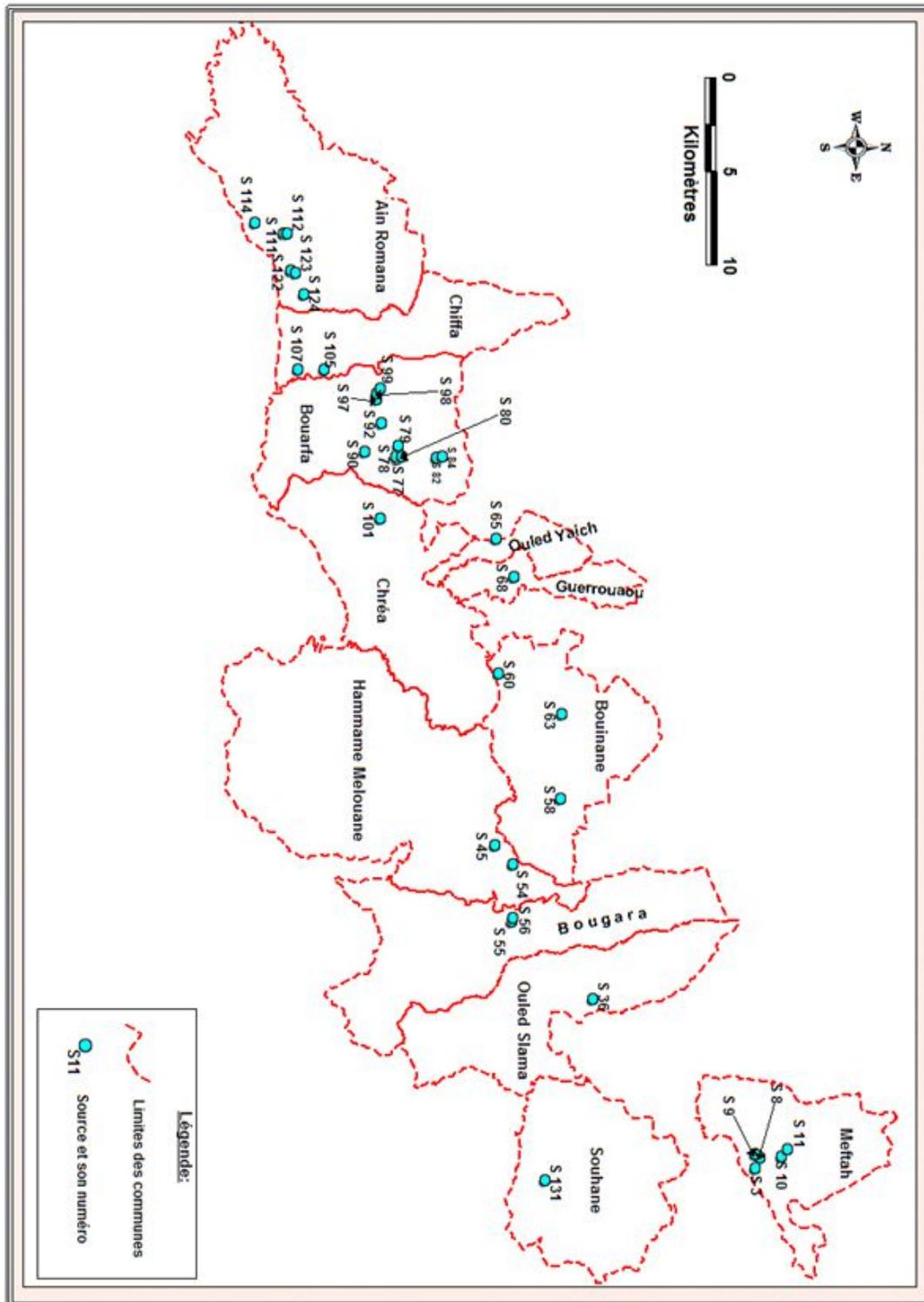


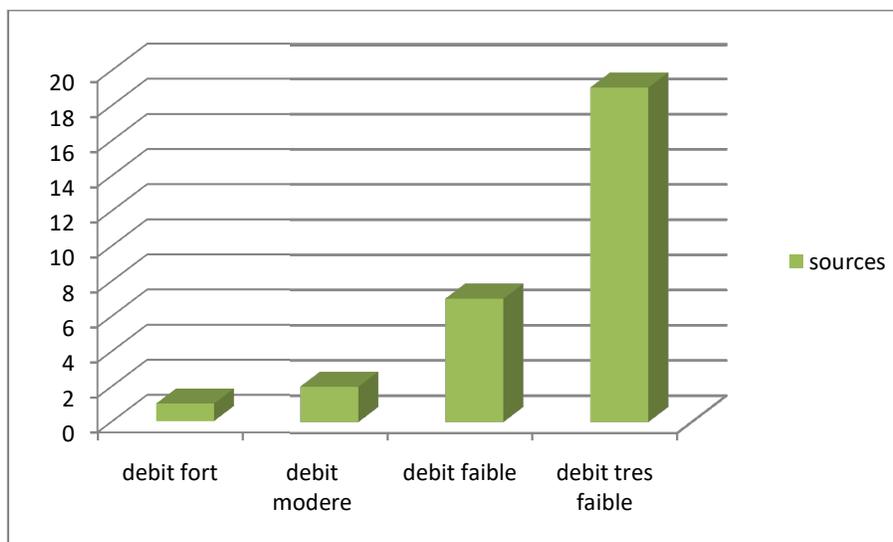
Figure 15: Répartition spatiale des 36 sources de suivi sur les communes de la wilaya de Blida

### III.5.1.1 Classement des sources étudiées de Nord l'Atlas Blidéen selon leur débit

Le Tableau 18 représente quelques source d'eau dans la région de Nord l'atlas Blidéen avec leur débit (plus fort débit >10 jusqu ' à très faibles débits <1).

**Tableau 18 :** Classement des sources de Nord de l'Atlas Blidéen selon leur débit (ARNH de Blida)

Classe	Débit l/s	Sources
Fort débit	>10	Ruisseau des Singes
Débit modéré	de 5 à 10	Tala Ouanser, Ain Oued Esselgou.
Débit faible	de 1 à 5	Ain Marmoucha, Ain Berrahal, El Kaf Errachi, Ain Tiousserine, Ain Ksaimya, Ain Oued Safsaf, Lanaser
Débit très faible	<1	Ain Tiouririn, Ain Tarkout, Ain Morsli, Ain Elarbi, Ain El Khadra, Ain Ami Rabah, Ain Oued Elansar, Ain Guern Mansour, Ain Ezahairya, Ain Oued Hsayn, Ain Kdadha, Ain Djeghdjough, Tala Zit, Ain Sidi Fodil, Ain Mihoub, Ain Echikh, Ain Beni Sbiha, Ain Boumakhlouf, Tafrent



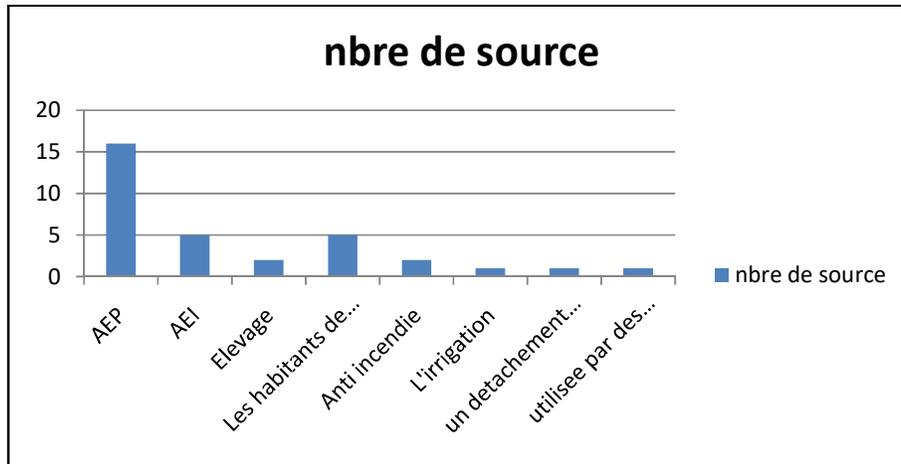
**Figure.16.** Taux des sources d'eau de Nord de l'Atlas Blidéen selon le débit

### III.5.2. Les multiples usages des eaux de sources au niveau de Nord de l'Atlas Blidéen

Le tableau 19 représente les diverses utilisations des eaux de source de l'Atlas Blidéen

**Tableau 19 :** Les multiples usages des eaux de sources de l'Atlas Blidéen

L'usage	Source
AEP (Alimentation en eau potable)	Ain Tioririn, Ain Tarkout, Ain Morsli, Ain Elarbi, Ain El Khedra, Ain Ami Rabah, Ain Ezhairya, Ain Kdadha, Ain Djeghdjough, Tala Zit, Ain Echikh, Ain Beni Sbiha, El Kaf Errachi, Ain Ksaimya, Ain Oued Safsaf, Ain Boumekhlouf
L'élevage	Ain Tioririn, Ain Tarkout, Ain Ezahairya
Les habitants de la région	Ain Morsli, Ain Elarbi, Ain El Khedra, Ain Ami Rabah, Ain Kdadha, Ain Djeghdjough,
Utilisée par des prises dans l'oued par les riverains	Ain Oued Elansar
AEI (Alimentation en eau individuelle)	Ain Tiouririn, Ain Tarkout, Ain Ezahairya, Ain Echikh, El Kaf Errachi
Les besoins d'un détachement militaires	Ain Oued Hsayn
L'irrigation	Ain Mihoub
Anti incendie	El Kaf Errachi, Lanser



**Figure.17.** Taux de différents usages des eaux de source du Nord de l'Atlas Blideen



**Source 1 :** Ain Mihoub



**Source 2 :** Ain Echikh



**Source 3 :** Lanaser



**Source 4 :** Ain Elarbi

**Figure.18.** Quelques sources du Nord de l'Atlas Blideen (ANRH de Blida).

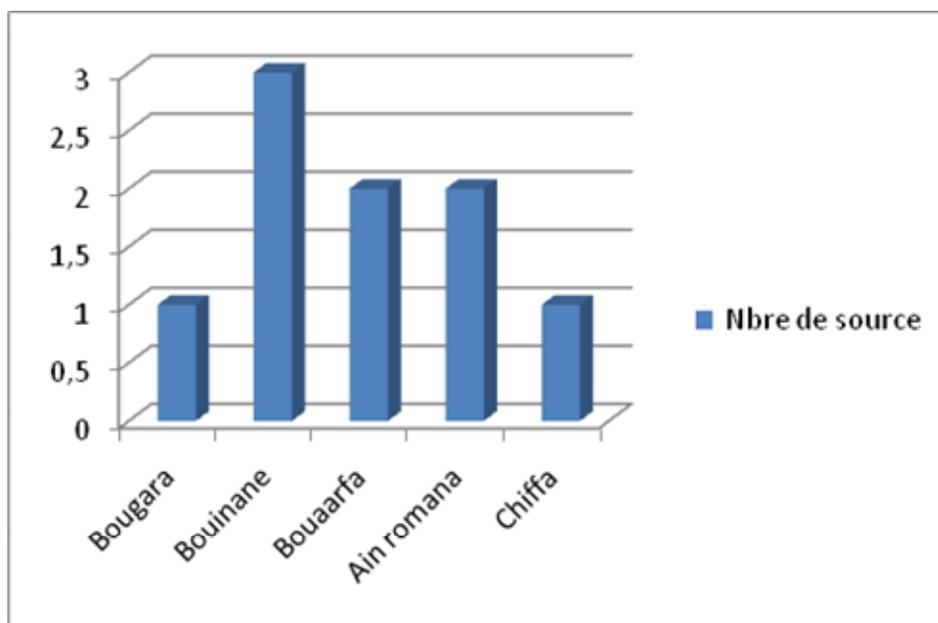
## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

### III.5.3. Les sources d'eaux inexploitées au niveau du Nord de l'Atlas Blideen

L'ANRH de Blida a relevé, parmi les 29 sources étudiées, 9 sources inexploitées (**tableau 20**)

**Tableau 20** : Les sources inexploitées du Nord de l'Atlas Blideen.

Nom de la source	La Commune
Ain Guern Mansour	Bougara
Tafrent, Ain Marmoucha, Ain Berrahal	Bouinane
Ain Oued Esselgou, Ain Sidi Fodil	Bouaarfa
Ruisseau des Singes	Chiffa
Ain Tiousserine, Tala Ouanser	Ain Romana



**Figure.19.** Taux de sources inexploitées du nord de l'Atlas Blideen



**Source 1** : Ruisseaudes Singes



**Source 2** : tafrent



**Source 3** : Ain Guern Mansour



**Source 4**: Ain Berrahal

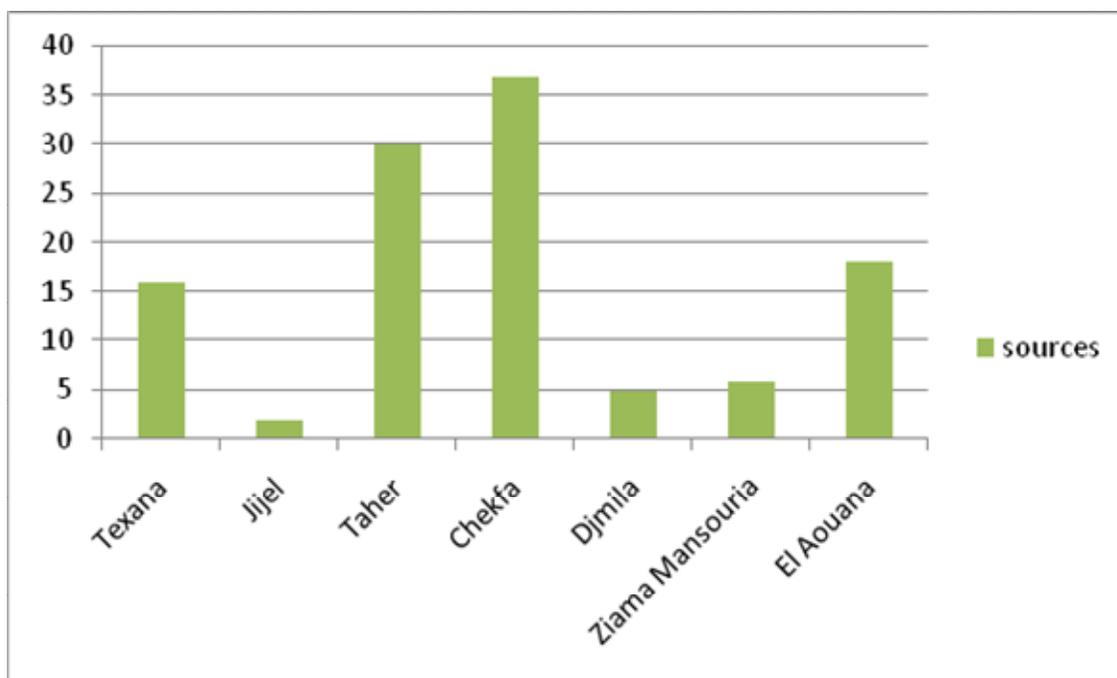
**Figure.20.** Sources inexploitées du Nord de l'Atlas Blidéen

### III.6. Répartition des eaux de source de Jijel

La conservation des forêts a recensé 114 sources sur l'ensemble de la wilaya dont 11 sources sont tariées et 103 sources opérationnelles, la Daira de Chekfa occupe la première position avec 37 sources, suivi par la Daira de Taher avec 30 sources, la Daira d'El-Aouana vient en troisième position avec 18 sources suivi par la Daira de Taxenna avec 16 sources, la Daira de Jijel vient en dernière position avec 02 sources seulement (Tableau 21)

**Tableau 21 :** Nombre des sources d'eau recensées par la conservation des forêts de Jijel

Daira	Texanna	Jijel	Taher	Chekfa	Djimla	Ziama Mansouria	El Aouama
Nbre de source	16	02	30	37	05	06	18

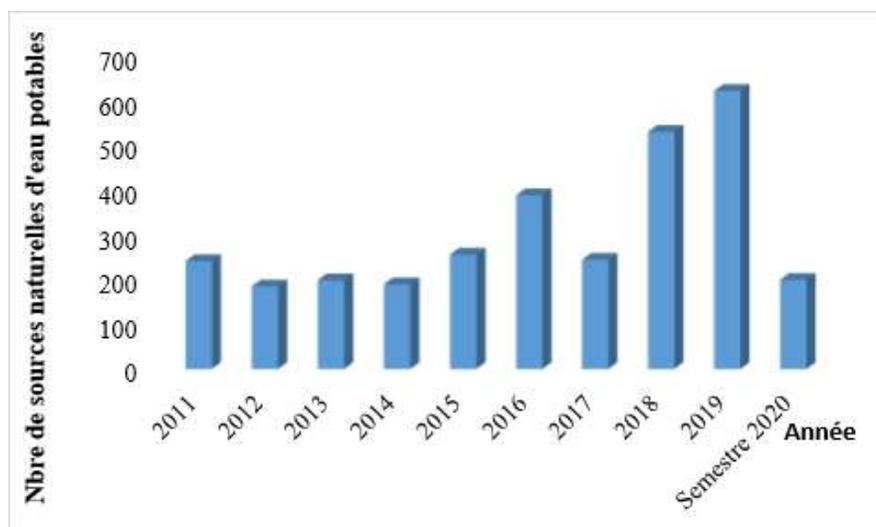


**Figure.21.** Nombre des sources d'eaux de la willaya de Jijel



## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

Dans le cadre d'un suivi mensuel de la qualité des eaux de sources et des fontaines publiques, un monitoring est réalisé depuis l'année 2011 en analysant ses eaux bactériologiquement. Les résultats obtenus présentent des fluctuations du nombre de sources d'eau potable d'une année à l'autre. Le nombre maximal des sources d'eau potables a été enregistré durant l'année 2019 avec 624 sources suivi par l'année 2018 avec 532 sources. L'année 2016 viens en troisième position avec 390 sources. Ce nombre a été faible durant les premières années de suivi (2011 à 2015) puis il a connu une augmentation importante durant les dernières années (2016 à 2020) (figure 23).



**Figure.23.** Nombre des sources naturelles des eaux potables depuis 2011 jusqu'à 2020

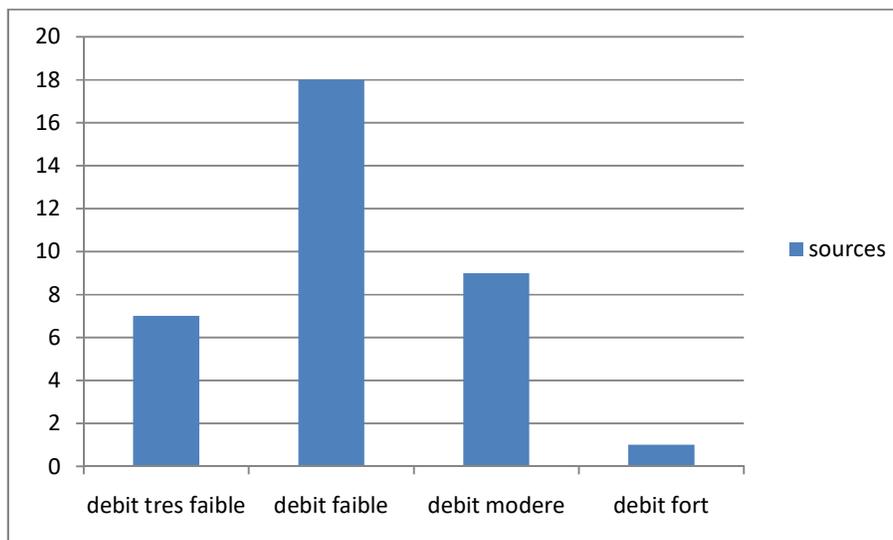
### III.6.1 Classement des sources de Jijel selon leurs débits

Le tableau 22 représente quelques sources d'eau dans la région de Jijel, avec leurs débits. Le plus fort débit est enregistré à Ach el Baz à Djimla avec 18 L/s et le plus faible à kheiri oued Adjoul à la source d'El Rmila avec 0.2 L /s.

## Chapitre III: les sources d'eau en Algérie

**Tableau 22 :** Classement des sources de Jijel selon leurs débits (ADE de Jijel)

Classe	Débits l/s	Sources
Forts débits	> 10	Ach-Ellbaz.
débits modérés	De 5 à 10	Azerdiz, Ain Kerma, Tchraft, Mazinine, Akbia, Fedj el Afss, Ezen, Taouarguen, Marchicha.
Débits faibles	De 1 à 5	Sadat, Ben Sriket, Boukhdache, Rahmma, Tissbiline, Guarmane, Semia, Mouchaoun, Tamezguida, El maa el barad, Nuitra, Masrat, Rass Ezzane, Manchoura, El Ghedrane, El Rmila, Ait Saadallah Bensakhri, El Meridj
Débits très faible	< 1	Boulahdaid, Bountre, Akharat, Bouita, Anchid Bekkara, Ain chanbit



**Figure.24.** Classement des sources de Jijel selon leurs débits

## **Conclusion Générale**

## Conclusion

---

Dans le troisième chapitre on s'est bien étalé sur la question de la classification des eaux embouteillées commercialisées en Algérie, il s'agit de classer 22 eaux de source. Les principales conclusions tirées sont :

Il apparaît que plus de 50 % des eaux de source sont des eaux de type oligo-minérales (Eaux faiblement minéralisées).

La classification des eaux en fonction de la composition ionique montre que la majorité des eaux de source ne possèdent aucune richesse en minéraux par contre les marques : Besbassa, Nestlé, Righia, Haasia et Ichemoul sont des eaux pauvres en sodium, et seule la marque Taya est considérée comme une eau chlorurée.

La classification des eaux selon la dureté montre que la majorité des eaux de source sont considérées comme étant des eaux très dures (TH >30 degré française).

Quant à l'eau de source, qui n'est pas embouteillée commercialisée en Algérie, nous avons pris la wilaya de Jijel et le Nord de l'Atlas Blidéen comme exemples.

La wilaya de Jijel est l'une des wilayas côtières d'Algérie, elle dispose d'un réseau hydrique très riche et varie représenté par cinq petits barrages et quinze retenues collinaires en exploitation. En plus de cette richesse en ressource en eau la wilaya contient un nombre important de sources naturelles destinées à la consommation humaine, la majorité de ces sources sont permanentes. Dans le cadre d'un monitoring des sources naturelles d'eau potable réalisé par conservation des forêts de la wilaya durant l'année 2019. Le suivi couvre 114 sources réparties sur tout le territoire de la wilaya. Les résultats obtenus montrent que la Daira de Chekfa vient en première position avec 37 sources suivie par la Daira de Taher avec 30 sources, la Daira d'el Aouana avec 18 sources puis la Daira de Texanna avec 16 sources. La Daira de Jijel vient en dernière position avec 2 sources seulement.

Les résultats obtenus du suivi mensuel de la qualité des eaux de sources et des fontaines publiques réalisés par la direction de la santé publique de la wilaya durant la période 2011-2019, en analysant ses eaux bactériologiques présentent des fluctuations du nombre de sources d'eau potable d'une année à l'autre. Le nombre maximal des sources d'eau potables a été enregistré durant l'année 2019 avec 624 sources suivie par l'année 2018 avec 532 sources. L'année 2016 vient en troisième position avec 390 sources. Ce nombre a été faible durant les

## Conclusion

---

premières années de suivi (2011 à 2015) puis il a connu une augmentation importante durant les dernières années (2016 à 2020).

La classification des sources selon le débit montre que la majorité des sources étudiées ont un débit faible.

L'Atlas Blidéen est un massif montagneux d'Algérie, situé au centre de l'Atlas tellien. Il recèle une multitude de joyeux naturels et culturels. L'un de ces trésors est sans conteste le Parc National de Chréa, renfermant plusieurs cédraies, rivières, cascades, et sources délicieuses destinées à la consommation humaine. L'Agence Nationale des Ressources hydrique de la wilaya de Blida en 2003 a recensé 135 sources dans un projet réalisé pour l'étude des émergences naturelles de Nord de l'Atlas Blidéen entre Meftah et El Afroun

En 2010, parmi ces 135 sources, 29 sources sont retenues pour le suivi mensuel sur dix mois de l'année hydrologique (Décembre 2010- Octobre 2011) : 9 sources de la commune de Bouaarfa, 5 sources de la commune de Meftah et Ain Romana, 4 sources de Bouinane, 2 sources Chiffa, et 1 source de la commune de Hammam Melouane, Ouled Slama, Bougara, et Larbaa, les résultats obtenus :

La classification des sources selon le débit montre que, la majorité de ces sources possèdent un débit très faible ( $< 1$ ).

Les utilisations de ces sources sont multiples : l'élevage, l'irrigation, anti incendie, pour les besoins d'un détachement militaires, AEP, AEI, les habitants de la région.

Parmi ces sources, il y a celle qui ne sont pas utilisées (Ain Guern Mansour, Tafrent, Ain Marmoucha, Ain Berrahal, Ain Oued Esselgou, Ain Sidi Fodil, Ruisseau des singes, Ain Tiousserine, Tala Ounaser).

## **Références Bibliographique**

## Références Bibliographique

---

- ❖ **Agence Française Pour La Sécurité Sanitaire Des Aliments., 2008** -*Lignes directrices pour l'évaluation des eaux minérales naturelles et de sources au regard de la sécurité sanitaire*. Rapport AFSSA, 92P.
- ❖ **AISSA EL BEY. R et BOUMEDOUS.L., 2017-** *Etude comparative de la teneur en ions «Calcium» et «Magnésium» de deux types d'eaux de source originaire de la ville de Blida «Taberkachent» et «Laaouina» A Chéra*. Mém. Master, 1, Faculté des S.N.V. Univ.Blida 81p.
- ❖ **AIT-OUBELLI. M., 2018-**Les eaux embouteillées en Algérie. Mém. du master, Fac. S.N.V., Univ. Blida 1, Algérie, 96p.
- ❖ **ALGERIE PRESSE SERVICE, 2019.***Ressources en eau minérale*, disponible sur : <https://www.aps.dz/economie/92285-eau-de-source-et-minerale-plus-de-60-300-m3-produits-par-jour>
- ❖ **ARRETE INTERMINISTERIEL,2006.** Fixant la liste des laboratoires effectuant les analyses de la qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source.
- ❖ **BEN ACHOUR. A.et AGUENINI. Z., 2020-***Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de deux sources «Yema Bahriya» et «Oued Bourebo» (Chrea)*.Mémoire du master, Microbiologie, Depart. De Biologie et physiologie cellulaire, Faculté des sciences de la nature et de la vie.,Univ.Blida 1, Algérie, 76p.
- ❖ **BERNARD.C., 2007-** *Introduction A l'étude de la médecine expérimentale*. Ed. Bibliobazaar. 316p.
- ❖ **BLANCHON. D. et BOISSIERE. A., 2013** -*Atlas mondial de l'eau : défendre et partager notre bien commun*. Nouvelle édition augmentée. Ed. Autrement, Paris, 264p.
- ❖ **BOEGLIN. J.C., 2001** -*Techniques d'ingénieur, G1 l'environnement*. Ed. Technique d'ingénieur, Paris, 110p.
- ❖ **BOUZIANI. M., 2000-** *L'eau de la pénurie aux maladies*, Ed. ibn Khaldoun. 247p.
- ❖ **CHAUSSAD J.I. ROVEL J.M., MOUCHET P., ANDRIAMIRADO I., MARCHAND D., LESOILLE M., BAIG S., MAZONIE P., BOURDILOT J.C., BNNOLYE V., HESSE C., HAURRY A., MOLES J., 2005-** *Mémento technique de l'eau dégerment*. Tome1. Dixièmes édition, Lavoisier TEC DOC. Paris. 320p.

## Références Bibliographique

---

- ❖ **CLAUD. C. et ARNAUD. G., 2013** -*Analyse des eaux, réglementation, analyse volumétrique et spectrophotométriques, statistique cours et exercice corrigées* .Ed. Elipses marketing S.A, 296P.
- ❖ **CUSTODIO. E. et LLAMAS. R., 2001** -*Hidrologia subterranea. Tomo 1. Segunda* .Ed. Barcelona, España . Ediciones Omega, S.A.
- ❖ **DELARRAS. C., 2003** -*Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux*. Ed. Lavoisier, 269p.
- ❖ **DUPONT. A., 1981**-*Hydraulique urbaine : Hydrologie captage et traitement des eaux*. Tome1. Ed. Eyrolles, Paris.262p.
- ❖ **DERGHOUM. N, FOUGHALI. N, MESSAKHER. D., 2021**- *contribution a l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de la wilaya de Guelma*. Mémoire de master, biologie moléculaire et cellulaire, Départ. De biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Univ. Guelma, Algérie, 57p.
  
- ❖ **Frick. M. et al., 2003** -*Classification of mineral water types and comparison with drinking water standards. Environmental Geology*. 17(2):554-563.
- ❖ **HAZZAB. A., 2011**-*Eaux minérales naturelles et eaux de source en Algérie*. Elsevier Masson.343, 20-31.
- ❖ **J.O.R.A, 2004**. Chapitre de la définition et du classement des eaux minérales naturelles et des eaux de source. *Journal Officiel de la République Algérienne* N°45, Article2, section 3. Du 18 juillet(2004).
- ❖ **JOURNAL OF ADVANCED ECONOMIC RESEARCH, 2021**.Water Management In Algeria: Towards A New Paradigm,[en ligne] disponible sur:
- ❖ **KETTAB. A., 2020** -*Les ressources en Algérie : Réalité, enjeux , stratégies, et perspectives séminaires international*. «Eaux changement climatique».
- ❖ **KRESIC. N. et STVANOVIC. Z., 2010** -*Ground water hydrology of springs*. Ed. Butterworth heinemam, 565p.
- ❖ **METAHRI. S., 2014**- *Production d'eau potable, cours pédagogique de deuxième année master traitement et valorisation des ressources hydrique*, Départ. des sciences agronomiques, fac. des sciences biologiques et agronomiques, univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 2014

## Références Bibliographique

---

- ❖ **MOZAS M. ET GHOSN A., 2013-***Etat des lieu du secteur de l'eau en Algérie, Rapport Etude et analyse*, IPMED, 27p
- ❖ **PERRY. J., 1984-** *Microbiologie : cours et question de révision*. Ed. Dunod. Paris.296p.
- ❖ **REJSEK. F., 2002-** *Analyse des eaux. Aspects réglementaire et techniques*, édition : Centre Régionale De Documentation Pédagogique D'aquitaine, France. 358p.
- ❖ **RODIER. J. et al., 2009 -***Analyse de l'eau 9eme* .Ed. Dunod. Paris, 1526p.
- ❖ **SEMSARIS., 2016-***Les eaux naturelles : Chimie, Equilibres fondamentaux, pollutions*. Ellipses Ed. Marketing S.A. 164P.
- ❖ **VILAGINES. R., 2003-***Eau, environnement et sante publique. Introduction A l'hydrologie*. Deuxième édition TEC et DOC. Paris.198p.  
[www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/494/6/1/153655](http://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/494/6/1/153655)
- ❖ **ZELLA. L., 2019 -***Ressources hydriques*. OPU, 255P.
- ❖ **ZELLA.L., 2007-** *L'eau, pénurie ou incurie* OPU, 144P.

### Webographie

- ❖ <https://www.solutionsbio.ch/post/meilleurs-eaux-minerales-eaux-de-source>, consulté le 30/07/2022.
- ❖ <https://sigessn.brgm.fr/spip.php?article171> consultée le 30/07/2022.
- ❖ [coursgeologie.com/comprendre-les-eaux-souterraines-264](https://coursgeologie.com/comprendre-les-eaux-souterraines-264), consulté le 02/06/2022.
- ❖ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphate>, consulté le 29/07/2022.
- ❖ [1]. : (<https://fondation-lamap.org/sequence-d-avtivites/le-cycle-de-l-eau-dans-la-nature>).
- ❖ [2] : (<https://www.flickr.com/photos/144330620@N04/33953400642>).
- ❖ [3] : (<https://images.app.goo.gl/6Myh2fiF7EBSwCKn7>).

## Références Bibliographique

---