

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



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



**Filière :** Sciences Agronomiques

**Option :** Aménagement

Hydro-Agricole

**Mémoire de fin d'études :**

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

**Thème :**

*Evaluation des ressources en eau de la région d'El  
Harrouch*

**Présenté par :**

- Lasoui Inas
- Mecibah Aya
- Medhouche khawla

**Membres de Jury:**

<b>Dr : Hebale Aziz</b>	(MCA)	<b>Président</b>	Université du 20 Août 1955- Skikda
<b>Pr : Heddami Salim</b>	(Pr)	<b>Examineur</b>	Université du 20 Août 1955 - Skikda
<b>M : Saadoune Abdelaziz</b>	(MAA)	<b>Encadreur</b>	Université du 20 Août 1955 - Skikda

**Année universitaire : 2022-2023**

## **Remerciement**

*D'abord Nous Remercions Dieu Tout Puissant, Maitre Des Cieux Et De Terre, Qui Nous A Permis de mener à bien ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury de soutenance composés du président Dr. **Hebal Aziz** et Examinatrice Pr. **Heddam Salim** Pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur Mr **Saadoune Abed elaziz** Tout au long de ce processus, votre engagement à nous guider et à nous conseiller a été d'une importance capitale. Vos connaissances approfondies dans le domaine, votre passion pour la recherche et votre capacité à transmettre vos idées de manière claire et concise ont grandement enrichi nos expériences.*

*Je tiens également à souligner votre disponibilité et votre patience à répondre à nos questions, à discuter de nos idées et à me fournir des commentaires constructifs.*

*Votre conseil et son aide durant toute la période du travail. Pour l'orientation, la confiance, la*

*Patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être menée au bon part. Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à votre haute personnalité.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les cinq (5) années des études.*

*Enfin nous tenons à remercier également les personnes administratives et tous ceux qui contribuer de près ou de loin à l'élaboration de ce thème*

## ***Dédicace :***

*Je commencerai par des sincères remerciements à Allah.*

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute reconnaissance.*

*Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à mon encadreur de ce mémoire **SADOUNE ABDELAZIZ**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.*

*Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers nos parents et les amis qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.*

***Lasoui Inas***

***Medhouche Khawla***

***Mecibah Aya***

# Sommaire

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale ..... 01

## Chapitre 01: Cadre générale

I. 1. Situation géographique ..... 02

I .2. Démographie..... 03

I .2.1. La structure socio-économique de la population de la commune d'EL Harrouch..... 03

I .2.2. La densité ..... 05

I .3. Cadre géologique..... 05

I.4. Géomorphologie ..... 06

I.5. Réseau hydrographique ..... 06

I.6. Climatologie..... 08

I.6.1. Variation des facteurs climatiques ..... 08

I .6.1.1. Les températures..... 08

I .6.1.2. Les précipitations ..... 09

I.7. La végétation ..... 11

## Chapitre 02: Généralité de l'eau

II .1 Définition de l'eau..... 12

II .2. Composition de la molécule d'eau ..... 13

II .3. Différents états de l'eau ..... 13

II .3.1. L'eau sous forme solide ..... 14

II .3.3. L'eau sous forme de gaz ..... 14

II .4. Définition de l'eau potable ..... 14

II .5 Cycle de l'eau ..... 14

II .5.1 Evaporation, évapotranspiration..... 15

II .5.2 Condensation..... 15

II .5.3 Précipitations ..... 15

II .5.4 Ruissellement et infiltration ..... 16

II .6. Le paramètre de qualité des eaux .....	16
II .6.1. Les paramètres organoleptiques .....	16
II .6.1.1. La turbidité (NTU) .....	16
II .6.1.2. La couleur.....	16
II .6.1.3. Goût et odeur.....	16
II .6.2. Les paramètres physico-chimiques .....	17
II .6.2.1 La température T (°C) .....	17
II .6.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH) .....	17
II .6.2.3. Conductivité .....	18
II .6.2.4. Oxygène dissous .....	18
II .6.2.5. L'alcalinité .....	18
II .6.2.6. Sodium et potassium .....	18
II .6.2.7. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) .....	18
II .6.2.8 Les chlorures .....	19
II .6.2.9. Les sulfates .....	19
II .6.2.10. Les nitrates et les nitrites .....	19
II .6.2.11 Matières en suspension (MES) .....	19
II .7. Les types d'eau .....	19
II .7.1. Eau potable .....	20
II .7.2. Eaux douces .....	20
II .7.3. Eaux plates .....	20
II .7.4. Eaux dures .....	20
II .7.5. Eaux de marais .....	20
II .7.6. Eaux de mers et saumâtres .....	21
II .8. Importance de l'eau .....	21

### **Chapitre 03: pollution de l'eau**

III .1 Définition de la pollution de l'eau.....	23
III .2. Origine de la pollution de l'eau .....	23
III .2.1 Phénomènes naturels .....	23
III .2.2 L'activité humaine .....	23

III.2.3 Pollution domestique.....	24
III.2.4 Pollution industrielle .....	26
III.2.5. Pollution urbaine .....	27
III.2.6. Pollution agricole .....	27
III.3. Les types de pollutions .....	27
III.3.1 Pollution physique .....	28
III.3.2 Pollution thermique .....	28
III.3.3 Pollution radioactive .....	28
III.3.4 Pollution mécanique .....	28
III.3.5 Pollution chimique .....	28
III.3.6 La pollution biologique .....	29
III.3.7. Pollution microbiologique .....	30
III.3.8 La pollution virale .....	31
III.3.9 La pollution organique .....	31
III.4. Conséquences de la pollution .....	31
III.5. Maladies à transmission hydrique .....	33
III.5.1. Les maladies à transmission hydrique .....	34
III.5.1.1. Les maladies d'origine bactérienne .....	34
III.5.1.2. Les maladies d'origine virale .....	35
III.5.1.3. Les maladies d'origine parasitaire.....	35
III.6. La décharge d'El harrouch .....	36

### **Chapitre 04: évaluation des ressources en eau**

IV.1. Aperçu mondiale et nationale sur les ressources en eau .....	37
IV.2. Ressource en eau d'EL Harrouche .....	38
IV.2.1. Eaux conventionnelles .....	38
IV.2.1.1. Les eaux souterraines .....	38
IV.2.1.2 Ressources superficiels .....	41
IV.3. L'état de l'AEP dans El Harrouch.....	46
IV.4. Réseau d'assainissement .....	49
IV.5. Les eaux pluviales.....	50

Conclusion générale.....	51
Recommandation .....	52
Références bibliographiques .....	53

# Liste des figures

<b>Figure .01</b> : Situation géographique de la région d'El-harrouch.....	02
<b>Figure 0 2</b> : répartition de la population par tranche d'âges .....	04
<b>Figure.03</b> : Carte du réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Saf-Saf (Maou, 2011).....	07
<b>Figure 04</b> : Variation moyenne mensuelle de la température de station de Skikda .....	09
<b>Figure 05</b> : Variation moyenne mensuelle de la température de station de Zérdazas (Période 1970-2006) .....	09
<b>Figure 06</b> : Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station de Skikda .....	10
<b>Figure 07</b> : Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station d'ElHarrouch. ....	10
<b>Figure 08</b> : Répartition mensuelle des précipitations au niveau de station de Zérdazas.	
<b>Figure 09</b> : La répartition de l'eau sur terre .....	11
<b>Figure 10</b> : La molécule d'eau.....	13
<b>Figure11</b> : Cycle de l'eau dans la nature .....	15
<b>Figure 12</b> : pollution a l'activité humaine .....	24
<b>Figure13</b> : photo d'oued Saf Saf pris 21 Mai 2023 .....	25
<b>Figure 14</b> : Pollution industrielle.....	26
<b>Figure 15</b> : Sources de contamination et transfert jusqu'au milieu littoral .....	31
<b>Figure 16</b> : Situation de la décharge d'El Mechmess.....	36
<b>Figure17</b> : les ressources en eau dans le monde. ....	37
<b>Figure18</b> : Carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Saf-Saf (ABH CSM, modifiée .....	42
<b>Figure 19</b> : Variation des concentrations de quelques éléments chimiques en Amont et en aval de l'oued Saf-Saf (Mai 2005) .....	43
<b>Figur20</b> : Barrage de Zerdazas .....	45

# Liste des tableaux

<b>Tableau01</b> : Evolution de la population de la ville d'EL HARROUCH.....	03
<b>Tableau 02</b> : répartition de la population par tranche d'ages.....	04
<b>Tableau 03</b> : La densité des grandes agglomérations dans la wilaya de Skikda et el harrouch ..	05
<b>Tableau 04</b> :Coordonnées Lambert des stations étudiées et périodes d'observation.....	08
<b>Tableau 05</b> : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau superficielle en fonction de la température.....	17
<b>Tableau 06</b> : Salinité des différents océans et mers .....	21
<b>Tableau 07</b> : Principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines .....	29
<b>Tableau 08</b> : Les risques de la pollution de l'eau.....	32
<b>Tableau 09</b> : Principales maladies d'origine bactériennes .....	34
<b>Tableau 10</b> : principales maladies d'origine virale .....	35
<b>Tableau 11</b> : principales maladies d'origine parasitaire.....	35
<b>Tableau 12</b> : FORAGE E/HARROUCH 2.....	39
<b>Tableau 13</b> : FORAGE SALAH BOUCHAOUR.....	39
<b>Tableau 14</b> : FORAGE KOUDIET R'MEL .....	39
<b>Tableau 15</b> : Bureau de sécurité et d'hygiène EL Harrouch.....	41
<b>Tableau16</b> : les sources en eau dans El harrouch.....	41
<b>Tableau17</b> : spatiale de quelques éléments chimiques dans les eaux de l'oued Saf-Saf .....	43
<b>Tableau 18</b> : réservoir d'el harrouch .....	44
<b>Tableau19</b> : production eaux souterraines (mois de janvier 2023) ADE El Harrouche.....	46
<b>Tableau 20</b> : Bureau d'hydraulique El Harrouch.....	47
<b>Tableau 21</b> : Réseaux d'assainissement.....	49
<b>Tableau22</b> : Assainissement individuel .....	50

**Introduction**

**Générale**

**Introduction Générale :**

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. L'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. L'eau est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport (Henri, 2012).

L'eau est un élément essentiel dans notre vie et c'est un facteur de production dans le développement durable. Cette dernière recouvre 72% des 509 millions de Km<sup>2</sup> de la surface du globe. C'est ainsi qu'on surnomme la terre la planète bleue **.de science-et-vie. (S. d.). Consulté le 06 2021, sur <http://www.de science-et-vie.com>.**

L'évaluation des ressources en eau est une démarche essentielle pour comprendre et évaluer la disponibilité et la qualité de l'eau dans une région donnée. Cette évaluation est cruciale pour la gestion durable et la planification des ressources en eau, afin de répondre aux besoins croissants de la population, de l'agriculture, de l'industrie et de l'environnement.

L'évaluation des ressources en eau implique généralement une collecte et une analyse approfondies des données sur les différentes sources d'eau, y compris les eaux souterraines, les eaux de surface, les précipitations et les réservoirs d'eau. Des techniques et des outils spécialisés sont utilisés pour quantifier et caractériser ces ressources en termes de quantité, de qualité et de disponibilité. La ville de El Harrouch est une zone riche en ressources en eau souterraines et de surface dans certaines sont utilisables et d'autres non.

L'objectif de notre travail est : **une étude analytique de la gestion et de l'évaluation de l'eau à El Harrouch.**

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur :

- **Chapitre I :** Cadre générale.
- **Chapitre II :** Généralité sur l'eau.
- **Chapitre III :** Pollution de l'eau.
- **Chapitre IV :** évaluation des ressources d'eau dans El Harrouche.

# **Chapitre 01**

## **Cadre Générale**

## I. 1. Situation géographique :

El Harrouch est une petite ville jouit d'une situation extraordinaire, car elle se retrouve sur un axe de développement majeur reliant la ville de Skikda et la métropole de Constantine et Annaba, qui est la route nationale. C'et axe correspond aux routes nationale 3 et 44 **(Bouraoui ,2007)**

La commune d'El Harrouch est située géographiquement au Nord-est du pays et au sud de wilaya de Skikda. Sa surface globale est de 101,80 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par la commune d'EmjezEdichich au Nord-est par la commune de Salah Bouchaour, au Sud est par la commune de Zérdazas au Sud-ouest par la commune d'Ain Bouziane et au Nord-ouest par la commune de Sidi Mézghiche.

La commune d'Harrouch est située géographiquement au Nord- est de l'Algérie et Sud de la Wilaya de Skikda **(A. Boubryem, F. Derradji, 2018)**



**Fig01** : Situation géographique de la région d'El-harrouch. (Mapcarta)

## I.2. Démographie :

La population totale de la municipalité d'el harrouch est de 39306 habitants en 2023, pour une superficie de l'ordre de, soit une 101, 80 km<sup>2</sup>.

Outre le chef-lieu qu'est la ville d'El Harrouch, la commune est constituée par trois agglomérations secondaires : Toumièttes, Saïd Bousbaa et Bir-Stal. Actuellement, l'agglomération d'El Harrouch constitue le seul et le principal centre urbain dans la commune.

**Tableau01** : Evolution de la population de la ville d'EL HARROUCH

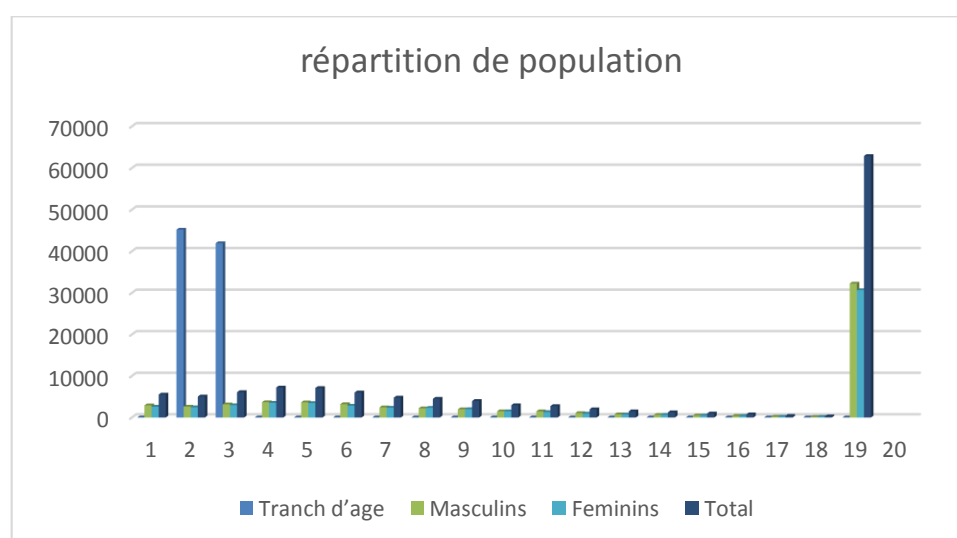
	Année			
	2007	2012	2017	2022
Habitants	47159	52588	57472	62856
Taux d'accroissement	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%

### I .2.1. La structure socio-économique de la population de la commune d'EL Harrouch:

La population par tranches d'âges : estimation 2022 :

**Tableau 02:** répartition de la population par tranche d'âges

Tranche d'âge	Masculins	Féminins	Total
00-04	2916	2585	5501
05-09	2604	2442	5046
10-14	3146	2951	6097
15-19	3673	3524	7197
20-24	3634	3459	7093
25-29	3185	2823	6008
30-34	2432	2340	4772
35-39	2192	2305	4497
40-44	1965	1997	3962
45-49	1480	1471	2951
50-54	1459	1289	2748
55-59	1053	916	1969
60-64	741	716	1457
65-69	609	631	1240
70-74	470	477	947
75-79	364	377	741
80-84	185	182	367
85 Et plus	117	146	263
<b>Total</b>	<b>32225</b>	<b>30631</b>	<b>62856</b>

**Fig. 0 2 :** répartition de la population par tranche d'âges

### I .2.2. La densité :

La densité de population totale d'ELHAROUCH est estimée de 69 ,119 habitants/Km<sup>2</sup>, et la densité dans les grandes agglomérations est interprétée dans le tableau suivant :

**Tableau 03** : La densité des grandes agglomérations dans la wilaya de Skikda et El harrouche

Daïras	Population en 2022	Surfaces km <sup>2</sup>	Densité par km <sup>2</sup>
<b>SKIKDA</b>	936753	93,14	10057 ,47
<b>El Harrouche</b>	39564	572,4	69 ,119

### I .3. Cadre géologique :

La structure du bassin d'El Harrouch et sa bordure correspondent à trois phases sont :

- a) Au Sud, le Djebel Deirah est la retombée de substratum paléozoïque de la chaîne calcaire des kefsSebargoud et M'souma. Il est limité par l'accident décrochant et vertical du col du Kantor qui est responsable de l'escarpement de ligne de faille du Djebel Deirah et de son prolongement vers Koudiat Zouemel.
- b) Le fond de la dépression et les buttes occidentales sont taillés dans les argiles et marnes van colores des flysch mauritaniens.
- c) Enfin le talus septentrional fait partie de la nappe numidienne

Les terrains de la commune d'El Harrouch sont drainés par trois oueds et trois chaabatts et dont les bassins versants s'étendent même à l'extérieur de la commune.

Le plus important cours d'eau, après Oued SafSaf qui passe à la limite Est-nord-est de la commune, est Oued N'ssa. Son bassin versant est de 85,7 Km<sup>2</sup> de superficie et occupe la plus grande partie de la commune.

- Oued Barous est situé à l'Ouest de la commune avec seulement la moitié du flanc à sa rive droite dans la commune. Sa surface de tout ce bassin versant est 21.15km<sup>2</sup>.

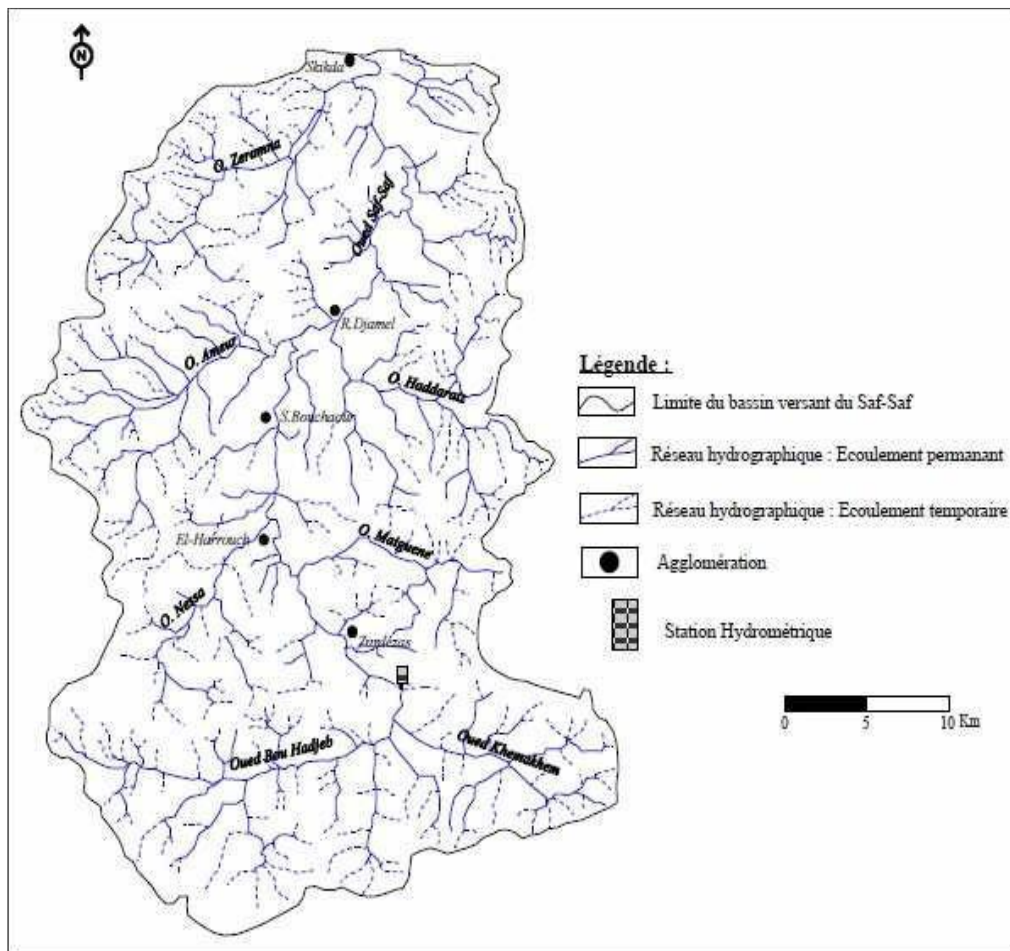
**(Aya Wissam ,2016)**

#### **I.4. Géomorphologie :**

La topographie de la commune est assez irrégulière. La partie Sud de la commune est constituée par une topographie assez élevée. Les principaux pics qui culminent dans cette partie de la commune sont Kef Toumienne (883m). Djebel Tounsi (800m). Djebel Bouaded ainsi que Kef M'souna. On note aussi la présence de nombreuses Koudiats tels que Koudiat Zouamel et Koudiat Kala ainsi que Koudiat Roumania. La partie Nord, constituée de l'agglomération chef-lieu et de ses environs, est située dans une zone dépressionnaire se terminant vers l'Est par une petite plaine drainée par l'Oued Saf Saf auquel conflue Oued N'ssa au Sud. Cette zone se trouve limitée par une série de nombreuses koudiats. La partie Nord-Ouest (partie intermédiaire entre les deux premières) se caractérise par une topographie plus ou moins élevée avec une altitude moyenne de 250 m, avec quelques massifs qui dominent la région et en particulier Djebel Boussatour. **(Boubryem. a,2018)**

#### **I.5. Réseau hydrographique :**

Les terrains de la commune d'El Harrouch sont drainés par trois oueds et trois chaabatts et dont les bassins versants s'étendent même à l'extérieur de la commune. Le plus important cours d'eau, après Oued Saf Saf qui passe à la limite Est-Nord-est de la commune, est Oued N'ssa. Son bassin versant est de 85,7 Km<sup>2</sup> de superficie et occupe la plus grande partie de la commune. A l'amont du bassin, l'oued Saf-Saf résulte de la confluence des cours des oueds Khemakhem et Bouhadjeb qui drainent, respectivement, les parties Est et Ouest du bassin. Il constitue l'unité principale dans l'alimentation du barrage des Zardézas. De forme allongée, il couvre une surface de 322 km<sup>2</sup> et est caractérisé par des pentes relativement plus importantes (pente moyenne de l'ordre de 40 m/km). Il est contrôlé à l'amont du barrage par la station de jaugeage de Khémakhem (Fig. 3) **(Maou, 2011)**.



**Fig.03.** Carte du réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Saf-Saf(Maou, 2011)

L'oued Nessa (à El-Harrouch) draine un bassin, à dominance marneuse, très compartimenté de 106 km<sup>2</sup>. Ce bassin, de forme triangulaire et plus ou moins étroit, se trouve à une altitude de 80 m. Il est délimité par une ligne de relief culminant à 300 m au Nord et plus de 800m au Sud au Col d'El Kentour et Kef Toumiette(Maou, 2011).

L'oued Barous est situé à l'Ouest de la commune avec seulement la moitié du flanc à sa rive droite dans la commune. La surface de ce bassin versant est 21.15km<sup>2</sup>. Enfin, l'oued Ben Hadid, situé à la limite Nord-ouest de la commune, draine un bassin versant qui englobe l'ensemble de ces cours d'eau de 16,85km<sup>2</sup>. En plus des oueds, le réseau hydrographique est constitué d'un ensemble de chaabets à savoir :

- Chaabet El Mroudj, située au Nord de la commune, traverse le chef-lieu d'El Harrouch. La Surface de son bassin versant est de 11,25 km<sup>2</sup>.
- Chaabet M'souna est située à l'Est de la commune. A sa partie avale, un affluent sans Dénomination vient s'ajouter pour se jeter dans l'oued SafSaf.

- Chaabet Melha est située au Nord de Chaabett El Mroudj. La surface de son bassin versant est de 3,40km<sup>2</sup>. Ce cours d'eau est tributaire de l'oued Saf Saf .Les cours d'eau suscités sont à régime exoréique. Leur exploitation pour l'agriculture est au fil d'eau pour les terrains à leur proximité. Pendant les pluies exceptionnelles, ils présentent des risques d'inondations pour les constructions situées sur leur lit majeur (URBACO, 2011).

## I.6. Climatologie :

Les données climatiques nécessaires à l'élaboration de la présente étude sont recueillies au Niveau de la station météorologique de Skikda, de l'Office National de la Météorologie (Alger) et de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH).

Par ailleurs, les stations choisies dont les données (précipitations et températures) sont les plus Complètes et les plus proches du secteur d'étude sont celles de Skikda, El Harrouch, Zérdazas. Les coordonnées de ces stations météorologiques et les périodes d'observations sont Consignées au tableau.

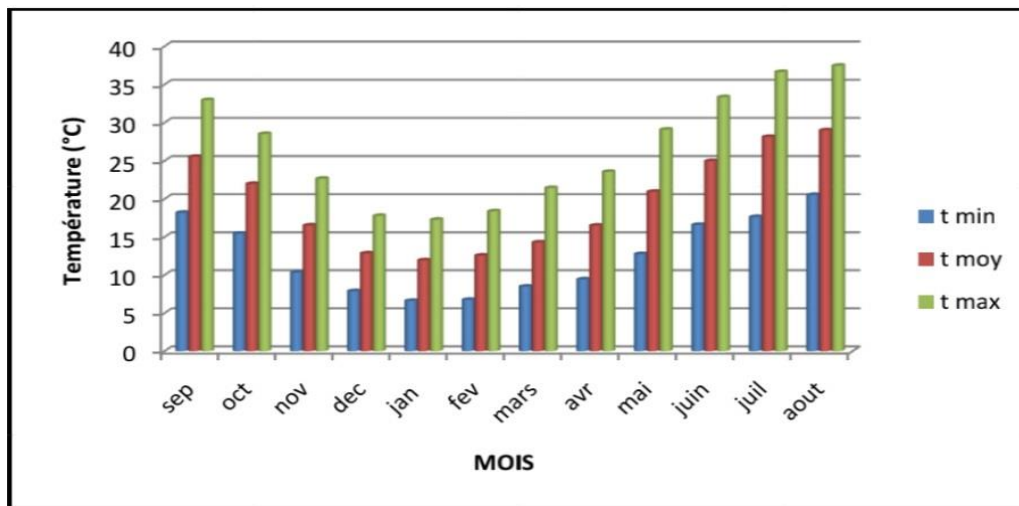
**Tableau 04.** Coordonnées Lambert des stations étudiées et périodes d'observation (BCEOM-BG-SOGREAH, 2005)

Station	Code	X (km)	Y (km)	Altitude. (m)	Période d'observation
Skikda	03.08.01	874.500	406.400	5	1990-2012
El Harrouch	03.09.06	869.700	379.700	137	1970-2009
Zardézas	03.09.03	875.290	374.590	189	1970-2008

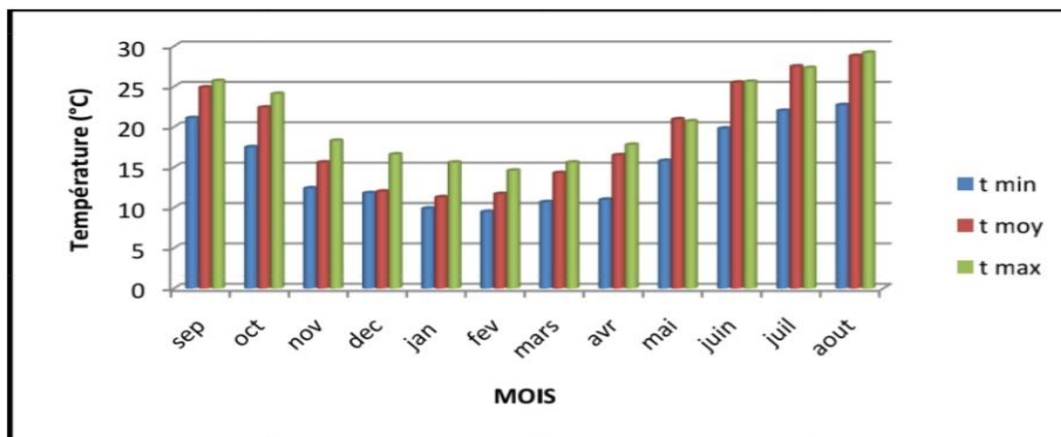
### I.6.1. Variation des facteurs climatiques :

#### I.6.1.1. Les températures :

La température est un facteur limitant, donc la connaissance des températures est nécessaire Pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture. Dans la région de Skikda, la Température est influencée principalement par la mer. Pour les deux stations de Skikda et Zérdazas, le mois de Janvier est le mois le plus froid (11 à 15°C) et le mois d'Août étant le Plus chaud ; 37°C à Skikda et 29°C à Zérdazas (figures 4 et5).



**Fig.04.**Histogramme de Variation moyenne mensuelle de la température de station de Skikda  
(Boubryem.A 2018)



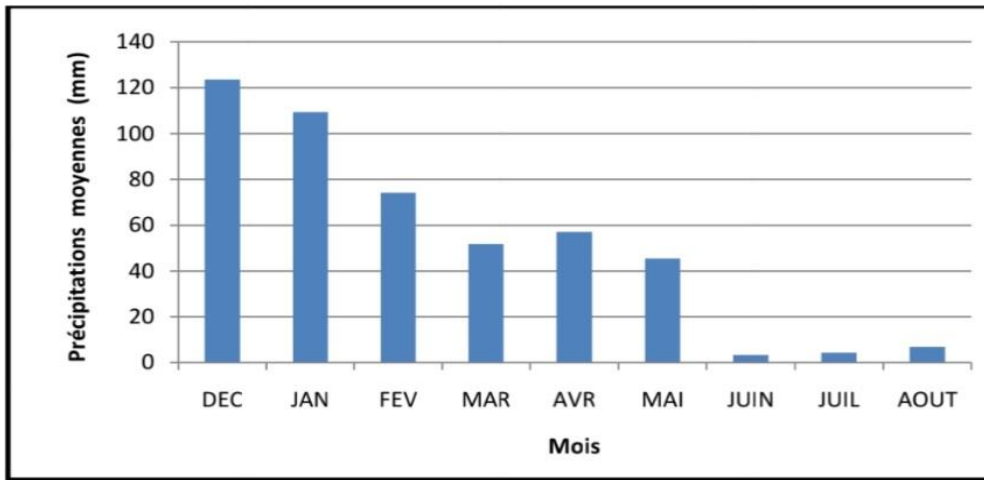
**Fig.05.**Variation moyenne mensuelle de la température de station de Zérdazas

(Période 1970-2006). (Boubryem. A 2018)

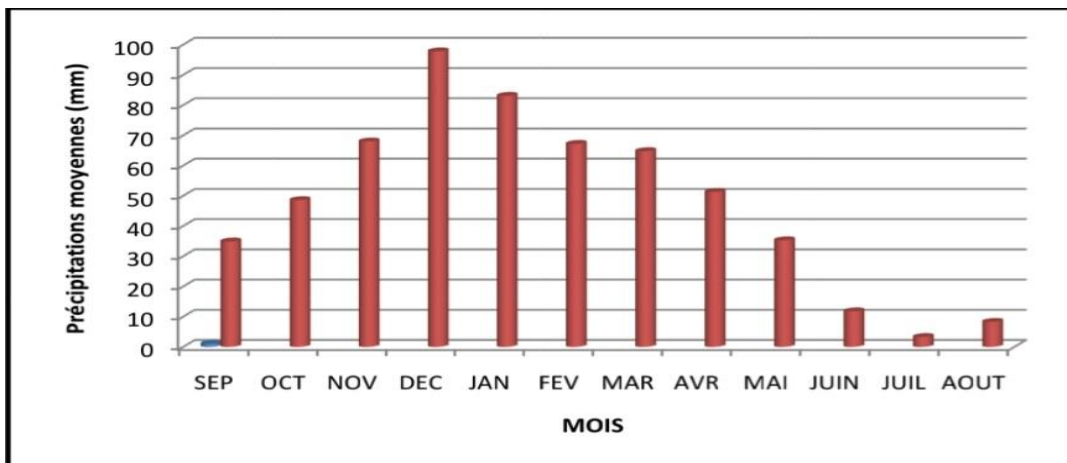
Les températures sont positives tout au long de l'année. La température moyenne annuelle des deux stations de Skikda et de Zérdazas est de l'ordre de 19,61°C et de 19,3°C ; respectivement.

#### 1.6.1.2. Les précipitations :

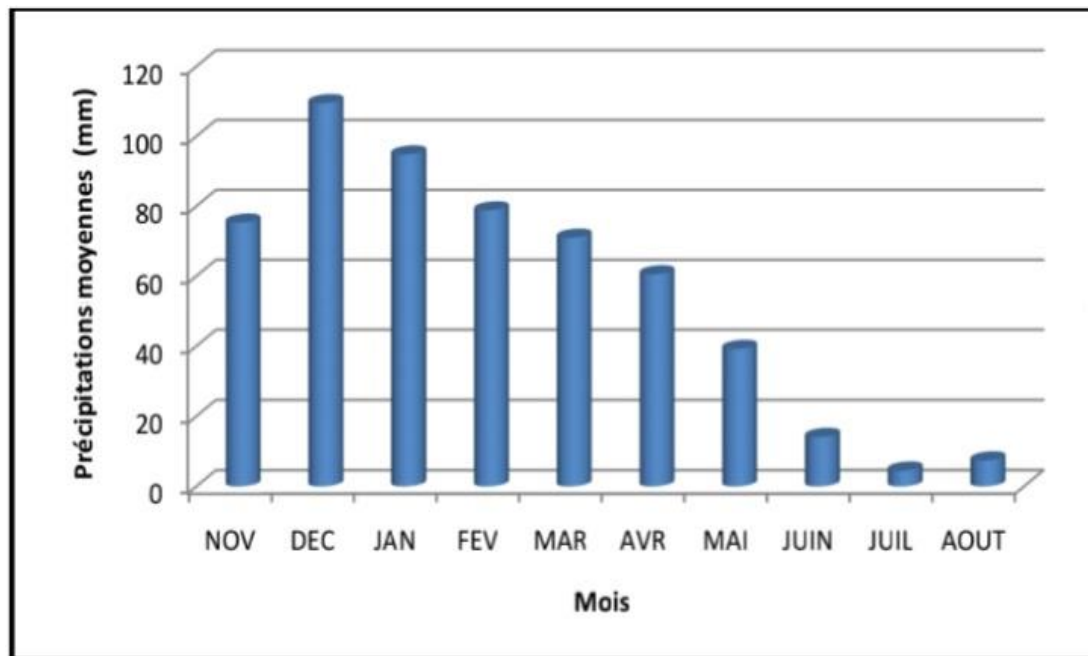
La pluie est un facteur essentiel qui caractérise le climat d'une région. Elle joue un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eau et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines. Les précipitations moyennes mensuelles au niveau trois stations sont représentées sur les diagrammes suivants.



**Figure.06.** Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station de Skikda.(Boubryem. A 2018)



**Fig.07 :**Répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station d’El Harrouch. (Boubryem. A 2018)



**Fig.08.** Répartition mensuelle des précipitations au niveau de station de Zérdazas.

(Boubryem. A 2018)

L'examen de la répartition mensuelle des précipitations au niveau de la station de Skikda, Montre que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de décembre (124 mm), la moyenne interannuelle des précipitations est de l'ordre de 670mm. Les deux derniers diagrammes (figures 7, 8) donnent un aperçu sur les variations mensuelles des précipitations dans les stations d'El Harrouch, de Zérdazas. Une période pluvieuse constituée par les mois les plus arrosés, se situe entre Octobre et Février où le mois de Décembre est le mois le plus pluvieux au niveau des deux stations ; on a enregistré un maximum de l'ordre de 97,8 mm à la station d'El Harrouch, 109,55mm à Zérdazas. Tandis que le mois de Juillet est le mois pluvieux marqué par un minimum ne dépassant pas les 5mm (3.3mm à la station d'EL-Harrouch et 4,5 mm à la station de Zérdazas).

### **I.7. La végétation :**

Le couvert végétal de la région étudiée est très développé, avec l'Olivier qui reste l'arbre par excellence du pourtour méditerranéen. Il se caractérise par des forêts de pins et eucalyptus occupant les montagnes, et des plaines cultivées, produisant des céréales et des légumes. (Bounekta. N, Khecha. N, Sebbat, M 2012)

# **Chapitre02**

## **Généralité sure l'eau**

## II.1 Définition de l'eau :

Nom féminin du latin *aqua*, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la

Température ordinaire. L'eau est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments De base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est les substrats fondamentaux des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne). La majeure partie de l'eau (97%) est contenue dans les océans (**Figure 1**), et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'Homme. Les 3% d'eau douce restants ne sont toutes fois pas Entièrement disponibles pour l'Homme. En effet, environ 68,3% de celle-ci se présente à l'état solide dans les glaciers et 31,4% seulement se trouve à l'état liquide dans les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce, les rivières et l'eau contenue dans la matière vivante...etc. une faible proportion de ces 31,4% est sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère (**Assouline et Assouline, 2007**).

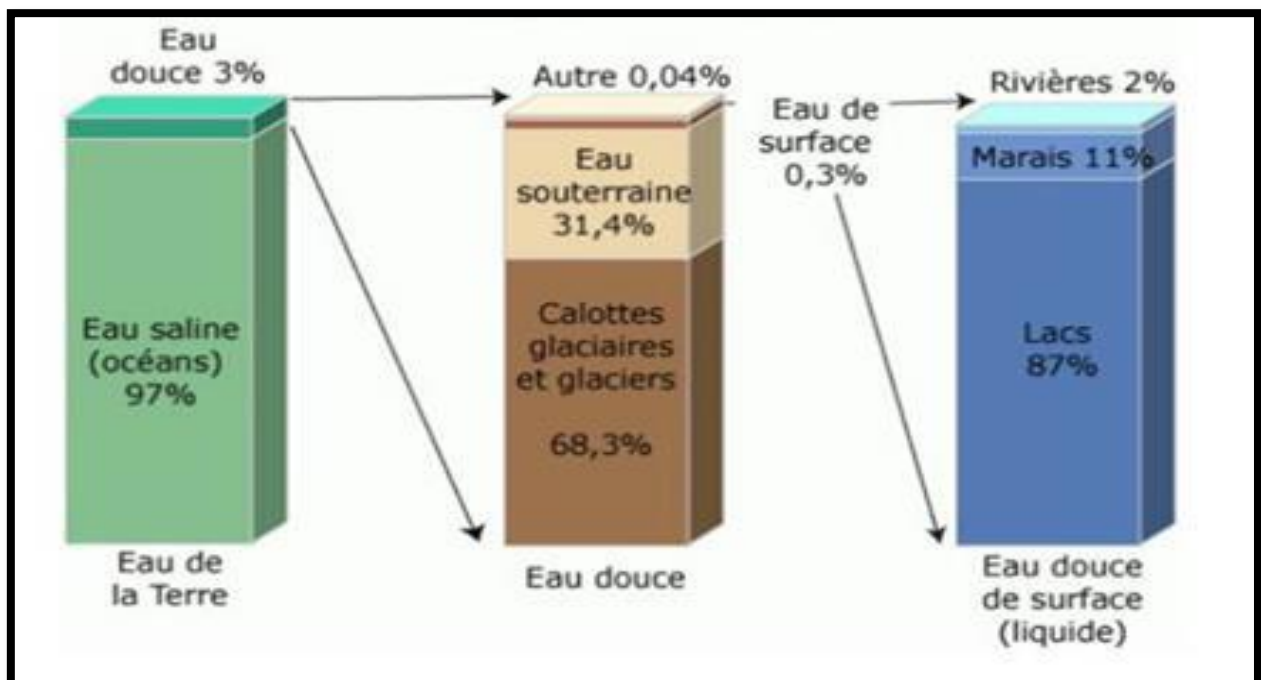


Fig. 09 : La répartition de l'eau sur terre (Vasco, 2017).

## II.2. Composition de la molécule d'eau :

H<sub>2</sub>O est la formule de la molécule d'eau. Dans cette molécule, un atome d'oxygène O

Est relié à deux atomes d'hydrogène H par des liaisons Covalentes. La molécule a la forme

D'un V majuscule, d'angle au sommet proche de 105°.

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécule de H<sub>2</sub>O, elle est un très bon solvant, et dissout un grand nombre de corps ioniques, comme les sels en donnant des ions, ainsi que certaines substances chimiques toxiques ou non formées de molécules polaires (Metahri, 2012).

En effet, l'eau se charge en composé solides ou gazeux tout au long de son cycle, Suivant le milieu (rivières, roches, atmosphère) dans laquelle elle circule (Saidi, 2014).

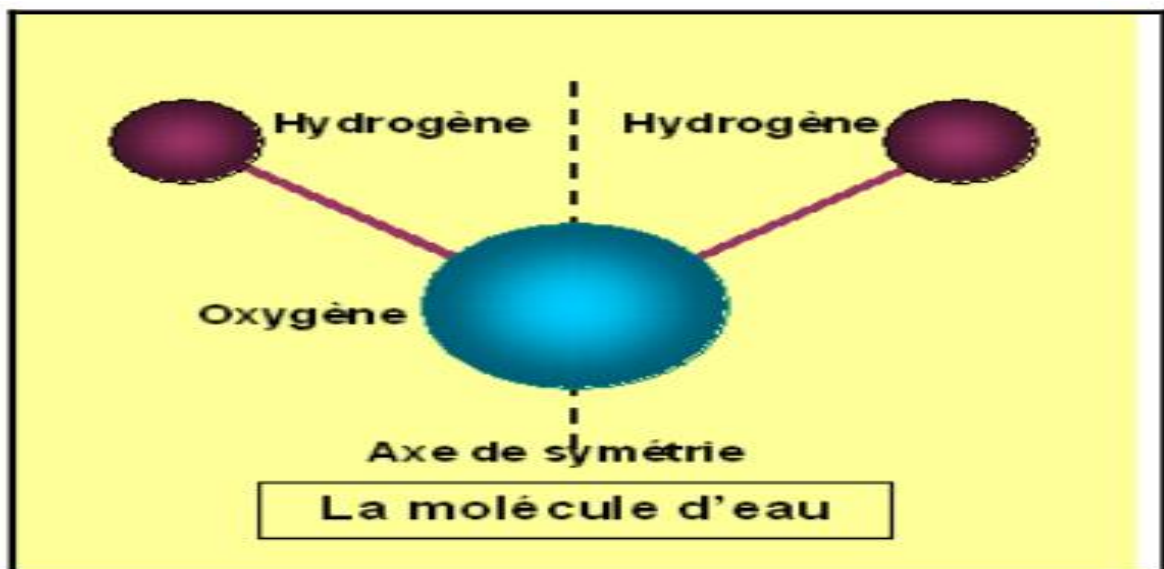


Fig. 10 : La molécule d'eau (Chelli et Djouhri, 2013).

## II.3. Différents états de l'eau :

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous

Différents états : sous forme solide, liquide et gazeuse.

**II.3.1. L'eau sous forme solide :**

L'eau est solide quand la température est inférieure à 0 °C. C'est la glace de la Banquise au niveau des pôles, celle des glaciers alpins, la neige sur laquelle nous pouvons Skier, le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les Glaciers représentent 2,1 % de l'eau présente sur la Terre (**Merouani et Bouguedah, 2013**).

**II.3.2. L'eau sous forme liquide :**

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constituées d'eau salée ; ils représentent 97,2 % de l'eau de la Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les lacs et les rivières correspondent à 0,01 % de l'eau présente sur Terre et les eaux souterraines à 0,06 % de cette eau (**Lazhar, 2011**).

**II.3.3. L'eau sous forme de gaz :**

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à 0,001 % de l'eau de la Terre (**Merouani et Bouguedah, 2013**).

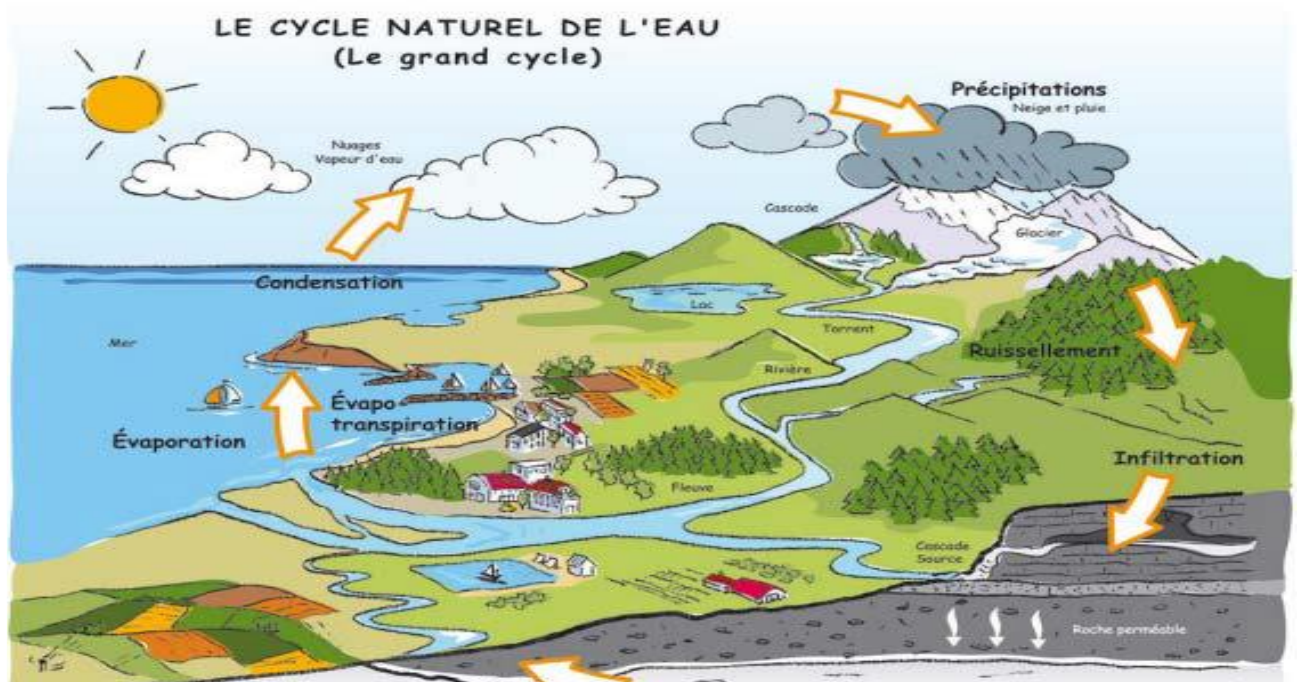
**II.4. Définition de l'eau potable :**

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques. Elle doit, par ailleurs, être limpide, incolore et ne présente aucun goût ni odeur désagréable (**O.M.S, 1986**).

**II.5 Cycle de l'eau :**

L'eau est en tous lieux présents autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Elle se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, dans le sol et dans le sous-sol de notre terre : c'est le cycle de l'eau (**Vilagines, 2003**). Le soleil est le moteur de ce cycle, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement suite à l'énergie thermique qu'il rayonne. Ce cycle se divise en deux parties étroitement liées (**Figure 02**). Une partie atmosphérique qui implique la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous sa

forme de vapeur d'eau en particulier et une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'elle soit superficielle ou souterraine (Chelli et Djouhri, 2013).



**Fig. 11 :** Cycle de l'eau dans la nature.

Le cycle de l'eau se décompose en plusieurs étapes et résumé comme suites :

### II.5.1 Evaporation, évapotranspiration :

Sous l'action du soleil, une partie de l'eau des mers, océans, lacs et rivières ainsi que l'eau provenant de la transpiration des végétaux s'évapore, en se débarrassant de son sel et ses impuretés.

### II.5.2 Condensation :

La vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes lorsqu'elle traverse des couches d'air froid de l'atmosphère qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages. Ces nuages arrivent au dessus des continents où ils s'ajoutent à ceux déjà formés.

### II.5.3 Précipitations :

Sous l'action de phénomènes météorologiques complexes où interviennent surtout les vents et les différences de températures, Les nuages s'alourdissent et déversent leur contenu sur la terre, forme de pluie, neige ou grêle (Ayad, 2017).

**II.5.4 Ruissellement et infiltration :**

La plus grande fraction des eaux tombe directement dans les océans. L'autre proportion s'infiltrant dans le sol et alimentent les nappes souterraines, Les nappes phréatiques contribuent, à leur tour, à l'alimentation des sources et des rivières qui vont alimenter les océans. Et le cycle recommence (**Jackes, 1996**).

**II.6. Le paramètre de qualité des eaux :****II.6.1. Les paramètres organoleptiques :****II.6.1.1. La turbidité (NTU) :**

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons et les micro-organismes, matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

La mesure de la turbidité ne donne pas d'indications sur la nature, la concentration et la taille des particules en suspension qui sont responsables (**Dunod (2009)**)

**II.6.1.2. La couleur :**

Les eaux naturelles sont toujours plus ou moins colorées. Selon la nature et la concentration des matières colorantes. Ces matières sont le plus souvent d'origine naturelle. Le degré de couleur dépend seulement de la concentration en matières colorantes, mais aussi du PH et de la turbidité.

La mesure de la couleur d'une eau naturelle se fait par comparaison avec une échelle artificielle de couleur (**RONALAD V. (2003). RODIER J. (1996). KETTAB A. (1992).**)

**II.6.1.3. Goût et odeur :**

L'odeur et la saveur anormales sont causées par la présence dans l'eau des matières organiques dissoutes provenant de la décomposition des matières organique végétales, de microorganismes vivant dans l'eau comme certaines algues ou champignons microscopiques, et aussi certains sels minéraux donnent des goûts particuliers à l'eau(**RONALAD V. (2003)**). Dans le cas d'une eau potable, l'apparition ou le changement de goût et d'odeur peuvent être

signe d'activité microbienne et de lacune dans le traitement ou de contamination. (FRANCK Rejsek).

## II.6.2. Les paramètres physico-chimiques :

### II.6.2.1 La température T (°C) :

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier et al, 2005).

Les eaux souterraines gardant généralement une fraîcheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres. (PHILIPPO P, POMMERY J, THOMAS P. (1981)).

**Tableau 05** : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau superficielle en fonction de la température (MASSON, 1988).

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C–22°C	Bonne	1B
22°C–25°C	Moyenne	2
25°C–30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

### II.6.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes  $H^+$  présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (Rodier et al, 2009). Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (JORA, 2011). Au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Savary, 2010 ; Bouziane, 2000).

**II.6.2.3. Conductivité :**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations **(Rejsek, 2002)**.

**II.6.2.4. Oxygène dissous :**

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l est fonction de l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l **(Ladjel, 2006)**.

**II.6.2.5. L'alcalinité :**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrate.

**II.6.2.6. Sodium et potassium :**

Le sodium et le potassium les 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> éléments les plus abondants à l'état naturel sont en proportion très variable. Aucune norme ne limite la concentration en sodium (ou en potassium) dans les eaux potables. On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture, pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols. Le potassium, beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. **(TADRAT-HENRY M, BEAURY J.P. (1984)**. Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile INC, Canada. **(POTELON J-L, ZYMAN K. (1998)**. Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial)

**II.6.2.7. Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :**

Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Sa présence en grande quantité peut être aussi due à la dissolution du gypse. La dissolution ou la précipitation du calcaire dépend de la teneur en CO<sub>2</sub> et du pH. Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de Ca<sup>2+</sup> **(Saidi, 2014)**.

**II.6.2.8 Les chlorures :**

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Ainsi, les eaux provenant des régions granitiques sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage. (RODIER J. (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème édition.] (VALIRON, F. (1989). Gestion des Eaux : alimentation en eau – assainissement.

**II.6.2.9. Les sulfates :**

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates, en proportion très variable. Leur présence résulte de la solubilité des sulfates de calcium des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfates répandus dans les roches (les pyrites par exemple).

Les eaux traitées aux sulfates au sulfates d'aluminium ajouté lors du traitement en mesurant la teneur en sulfates avant et après la coagulation, bien qu'une légère fraction d'ions  $SO_4^{2-}$  soit entraînée par adsorption avec le floc. (PHILIPPO P, POMMERY J, THOMAS P. (1981).

**II.6.2.10. Les nitrates et les nitrites :**

Les nitrates ( $NO_3^-$ ) et les nitrites ( $NO_2^-$ ) sont naturels dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre 'Nitrosomonas', puis en nitrates par les bactéries du genre 'Nitrobacter'.

**II.6.2.11 Matières en suspension (MES) :**

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux (essentiellement superficielles) sont très diverses tant par leur nature que leur dimension. Elles sont constituées de quartz, d'argiles, de sels minéraux insolubles, de particules organiques composées de micro-organismes, et de produits de dégradation animaux ou végétaux (MARCE Dore).

**II.7. Les types d'eau :**

Et sans empiéter encore sur les études particulières portant sur les différents types d'eau, lesquelles établissent précisément une certaine corrélation entre composition et origine, nous pouvons distinguer :

**II.7.1. Eau potable :**

La notion de potabilité est liée directement à l'alimentation humaine. Une eau naturelle est dite potable si elle présente les qualités suivantes :

- Fraîcheur et limpidité ;
- Absence d'odeur et de couleur ;
- Goût agréable ;
- Suffisamment douce, aérée ;
- Minéralisation raisonnable ;
- Absence de matières organiques et de germes pathogènes (**Degremont, 2005**).

**II.7.2. Eaux douces :**

L'eau douce, par opposition à l'eau de mer, est une eau caractérisée suffisamment par sa faible teneur en sels dissouts la rendant apte au captage destiné à la consommation humaine.

**II.7.3. Eaux plates :**

Ce sont des eaux caractérisées par un manque total de saveur, pourvus en oxygène, sans fraîcheur naturelle (**Degremont, 2005**).

**II.7.4. Eaux dures :**

Une eau dure incruste à froid ou à chaud les retenues qui la contiennent. La dureté est engendrée par la présence des ions calcium ; magnésium, et un à degré moindre le fer et l'aluminium (**Degremont, 2005**).

**II.7.5. Eaux de marais :**

Les eaux de « marais ou « tourbier » sont des eaux douces caractérisées par une faible valeur de pH, due à la présence d'acides organiques et qui les rend très corrosives. On les appelle parfois « eaux rouges » en raison de la présence des particules à base d'oxyde de fer en suspension (**Degremont, 2005**).

### II.7.6. Eaux de mers et saumâtres :

La salinité observée dans les différents océans ou mers du globe résulte d'un équilibre entre évaporation, pluies et apport des fleuves (salinité faible) d'une part et d'échange d'eau avec les autres mers ou océans auxquels ils sont reliés d'autre part. Elle est donc très variable comme l'illustre le **tableau 02**.

Une eau saumâtre est une eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sel dissous est généralement comprise entre 1 et 10 g/l alors qu'elle est (en moyenne) de 35 g/l pour l'eau de mer. Dans les estuaires maritimes, la

Conjonction des courants d'eau douce avec l'eau de mer donne naissance à des poches d'eau saumâtre (**Chelli et Djouhri, 2013**).

**Tableau 06 : Salinité des différents océans et mers (Degremont, 2005)**

Origine	Salinité (g.L-1)
Mer Baltique	17
Mer Noire	22 à 25
Mer Méditerranée	32 à 38
Océans atlantique et pacifique	37 à 40
Mer rouge-Golfe arabique	40 à 47
Mer Mort	270

### II.8. Importance de l'eau :

L'eau est un élément essentiel à la vie et au fonctionnement global du globe terrestre, car elle atteint 70-80% de la surface totale de la terre. L'eau est au cœur des écosystèmes naturels et de la régulation climatique. Le cycle hydrologique est le nom donné au mouvement

continu de l'eau en dessous, au-dessus et à la surface de terre. A travers les états liquide, gazeux et solide Presque 98% de l'eau est salée, impropre à la consommation et moins de 1%de l'eau est potable et disponible à l'utilisation, la majorité est enfermée dans les neiges et

dans les polaires (**Lassoued et Touhami, 2008**). L'eau est essentielle à la vie : il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant. Tout le monde en a besoin, et pas juste pour boire. C'est la plus abondante de la matière vivante (jusqu'à 90% du poids pour certains être vivants, animaux et végétaux...).

L'eau est le principal constituant des corps humains. Elle représente aussi un pourcentage très important dans la concentration de tous les êtres vivants. Le corps d'un être humain adulte est composé de 60% d'eau et une consommation minimale de 1,5 litre d'eau par jour lui est nécessaire (**Diop, 2006**).

Outre d'être le constituant des cellules, l'eau remplit les fonctions :

- Participe aux nombreuses réactions chimiques dans le corps humain
- Assure le transit d'un certain nombre de substances dissoutes indispensables aux cellules
- Permet l'élimination des déchets métaboliques.
- Aide au maintien d'une température constante à l'intérieur du corps (**Monod, 1989**).

# **Chapitre 03**

## **Pollution de l'eau**

### III.1 Définition de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est due à sa contamination par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (**Ramade, 1984**). La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci En modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, Dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les Microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels (**Tekfi, 2006**). La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol qui subit donc la dégradation de ces deux milieux (**Bouziani, 2000**). On appelle pollution de l'eau toute modification de la qualité de l'eau qui a des conséquences nocives pour la santé des êtres humains consommant cette eau polluée.

### III.2. Origine de la pollution de l'eau :

Cette pollution provient de plusieurs sources d'origine anthropiques, c'est-à-dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, et peut aussi résulter de phénomènes naturels tels qu'une éruption volcanique ou autre.

Tout d'abord il y a lieu de considérer séparément les pollutions biologiques, les pollutions chimiques et les pollutions radioactives, car chacun de ces groupes requiert un traitement particulier. Les origines peuvent être ainsi classées :

#### III.2.1 Phénomènes naturels :

Certains phénomènes naturels peuvent être à l'origine de la pollution des eaux et sont identifiés en relation avec les éruptions volcaniques, des épanchements sous-marins, d'hydrocarbures, le contact avec les filons, ou gisements d'éléments toxiques et la présence d'une thermo-minérale (**Chibani, 2009**).

#### III.2.2 L'activité humaine :

C'est une pollution qui est due suite à la forte activité urbaine, domestique, industrielle et agricole.



**Fig. 12 :** pollution a l'activité humaine (Centre d'information sur l'eau)

### **III.2.3 Pollution domestique :**

Elle est généralement liée aux rejets d'eaux usées. Les eaux usées issues de l'utilisation d'eau quotidien (toilettes, cuisine, douche...) contiennent des déchets organiques ou de la matière fécale. Les habitations mal ou non raccordées au réseau d'assainissement collectif peuvent ainsi engendrer une pollution bactériologique de l'eau. Les produits ménagers que nous utilisons sont chargés des polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangé à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Difficilement traités par les réseaux d'assainissement. Les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques.



**Figure13** : photo d'oued Saf Saf pris 21 Mai 2023

### III.2.4 Pollution industrielle :

Un grand nombre d'opérations industrielles et manufacturières rejettent des agents polluants directement ou indirectement dans les sources d'eau environnantes (**Chibani, 2009**) Ces polluants sont caractérisés par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus de refroidissement, de lavage, d'extraction, de mise en solution et de l'activité des usines (**Benchabane et Merzoug, 2015**).

Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- Matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...);
- Hydrocarbures (industrie pétrolières, transport);
- Métaux (traitement de surface, métallurgie);
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...);
- Eaux chaudes (circuits de refroidissements des centrales thermiques);
- Matières radioactives (centrales nucléaires; traitement des déchets radioactifs) (**Boucherit et Hakimi, 2016**).



**Fig. 14 :** Pollution industrielle (Futura sciences)

**III.2.5. Pollution urbaine :**

En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiables, ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique ainsi que les résidus de traitement des ordures ménagères. Elle est caractérisée par :

- Une teneur importante de matières minérales en suspension (sable, gravier, poussière) ;
- La présence de nombreux débris solides ;
- Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentiellement des lessivages des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements

Métalliques (**Boucherit et Hakimi, 2016**).

**III.2.6. Pollution agricole :**

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, de pesticides et d'herbicides ou de fongicides. Les méthodes modernes exigent parfois des labours profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> et Cl) vers la nappe phréatique (**Boucherit et hakimi, 2016**). L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des activités responsables de rejets de nombreux polluants organiques et inorganiques. Ces polluants atteignent les cours d'eau par le ruissellement de surface ou par l'écoulement souterrain (**Bouras et Sekfali, 2013**).

Le caractère rural de la population est derrière le nombre élevé des éleveurs, ce qui provoque une forte utilisation des engrais et des produits phytosanitaires et un taux élevé des excréments d'animaux, augmentant ainsi le taux de la pollution dans les ressources hydriques que ce soit souterraines ou superficielles (**Bouchaala, 2010**).

**III.3. Les types de pollutions:**

L'expansion et l'intensification des activités humaines sont à l'origine de l'accroissement de la dispersion des polluants dans les milieux naturels. Les polluants sont émis dans l'environnement sous forme de gaz et de substances dissoutes ou particulaires. Ils atteignent les milieux aquatiques par des voies diverses telles que les retombées atmosphériques, le ruissellement, le lessivage des sols ou le déversement direct des déchets (**Chibani, 2009**).

**III.3.1 Pollution physique :**

La pollution physique représente les éléments solides entraînée par l'eau où les trois principaux agents physiques de la pollution sont : la chaleur, le transport des matières en suspension et la radioactivité (**Boucherit et Hakimi, 2016 ; Chibani, 2009**).

**III.3.2 Pollution thermique :**

Cette pollution est due à l'élévation de la température de l'eau. L'eau se chauffe, et le taux de l'oxygène diminue ; par conséquent une asphyxie s'installe chez les organismes aquatiques.

**III.3.3 Pollution radioactive :**

La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profonde) ou d'une contamination liée à des retombées atmosphérique (explosions nucléaires) ; des champs de rayonnement d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets d'installation des centrales nucléaires (**Kourchi, 2010**).

**III.3.4 Pollution mécanique :**

Elle provient du lessivage des sols par des pluies abondantes et des travaux et de revêtements qui rendent le sol imperméable provoquant une concentration des écoulements et des volumes entraînant de boues importants (**Kourchi, 2010**).

**III.3.5 Pollution chimique :**

La pollution chimique de l'eau devient de nos jours une préoccupation de santé publique qui prend des formes multiples, certaines formes de pollution chimique échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexes de pollution ; tant au niveau des eaux de surface qu'au niveau des nappes souterraines (**Kourchi, 2010**).

- On distingue selon la nature des polluants chimiques :
- **Les éléments chimiques minéraux**

De très nombreux minéraux sont rejetés dans les eaux continentales ou marines par l'industrie et l'agriculture (engrais chimiques). Les composés minéraux et organiques du phosphore et de

l'azote constituent les éléments nutritifs les plus importants et sont généralement considérés comme les facteurs principaux de l'eutrophisation (**Boucherit et Hakimi, 2016 ; Chibani, 2009**).

- **Les éléments chimiques organiques**

Les composés organiques peuvent être naturels ou de synthèse. Ils constituent le principal polluant aquatique et il est de multiples sources : agricole, industrielle et humaine. (**Boucherit et hakimi, 2016 ; Chibani, 2009**).

### III.3.6 La pollution biologique :

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. La pollution biologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu pouvant être utilisé comme moyen de loisir (eau de mer ; lac ; rivière etc.). Elle peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde ; choléra) (**Loumi et al, 2010**).

**Tableau 07** : Principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines (**Lévêque, 1996**)

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
Physique : Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques
Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Pollution mécanique	Matières en suspension	Eaux résiduaires industrielles
Chimique : Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Mercure, cadmium, plomb Aluminium, arsenic	Industries, agriculture, pluies acides, combustion
Pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides	Agriculture, industries
Organochlorés	PCB, solvants	Industries

Composés organiques de synthèse	Nombreuses molécules	Industries
Détergents	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole et dérivés	Industrie pétrolière, transports
Biologique : Matières fermentescibles	Glucides, lipides, protéines	Effluents domestiques, agricoles, agro-alimentaire
	Ammoniac, nitrates	Elevages et piscicultures
Pollution microbiologique	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et d'élevages
Espèces invasives	Espèces végétales, espèces animales, OGM	Jardins botaniques, laboratoires de recherche

### III.3.7. Pollution microbiologique :

- La pollution microbiologique résulte de la présence dans l'eau de microorganismes qui sont véhiculés par l'eau et sont responsables de beaucoup de maladies hydriques.
- L'eau peut être un milieu favorable aux développements des bactéries et virus nuisibles à la santé humaine des populations qui l'utilisent pour leurs besoins.
- Les bactéries pathogènes (*Vibrionacea*, *Enterobacteriaceae*, etc....) sont responsables des principales maladies hydriques.
- Les parasites sont eux aussi la cause de plusieurs autres maladies (hépatite infectieuse, méningite, etc...).



**Fig. 15** : Sources de contamination et transfert jusqu'au milieu littoral.

### III.3.8 La pollution virale :

Les virus constituent l'entité biologique la plus abondante dans les écosystèmes aquatiques. Ils présentent un intérêt direct en santé humaine et ils sont capables de provoquer des infections chez l'homme. (Kankou, 2004). Leur présence dans l'eau est liée à une élimination humaine, par les selles, plus rarement Par les urines ou les excréctions nasopharyngées. On connaît plus de 100 types de virus pathogènes regroupés sous le nom de virus entériques, ils appartiennent à plusieurs familles et genres. Ces virus entériques sont retrouvés dans les eaux usées avant de contaminer le milieu naturel. Parmi les virus présents dans l'eau, on compte le virus de l'hépatite A, le virus de l'hépatite E plutôt confiné dans les milieux tropicaux, le virus commun des Gastroentérites, Les adénovirus, les réovirus (Schwartzbrod, 2000).

### III.3.9 La pollution organique :

La pollution organique est la plus répandue, elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant de diverses industries agroalimentaires, abattoirs, laiteries, fromageries, sucreries, industries, bois et papeteries (Liu et al, 1997).

## III.4. Conséquences de la pollution :

Les eaux usées urbaines et industrielles sont généralement chargées de matières sous

Différentes formes (colloïdales, en solution et en suspension) et en quantité variables, qui

Présente des dangers de diverses natures pour le milieu récepteur ou leur utilisateur. Dans le tableau sont présentées les conséquences de la pollution des eaux

**Tableau 08 :** Les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003).

<p>Risque pour la santé de l'homme</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Maladies hydriques par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contamination bactérienne : salmonelloses, Leptospirose.</li> <li>- Contamination virale : poliomyélites, hépatite A.</li> <li>- Protozoaires : dysenterie amibienne, giardases.</li> <li>- Helminthes : vers parasites intestinaux.</li> </ul> <p><input type="checkbox"/> Maladies liées la présence d'éléments toxiques pour l'homme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Par micropolluants organiques (détergents, Pesticides, composés cycliques d'huiles lourds ou goudron).</li> <li>- Par substances minérales de types métaux lourds (Plomb, mercure et le chrome).</li> </ul>
<p>Risques pour les êtres vivants dans le biotope (Milieu de rejet).</p>	<p><input type="checkbox"/> Maladies par contamination virales et Bactériennes.</p> <p><input type="checkbox"/> Atteint par effet toxique d'éléments Agissants seuls ou en synergie (Micropolluants organiques, minéraux, Substances radio- actives).</p>
<p>Risque de dégradation des écosystèmes Aquatiques.</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ces risques sont liés à la modification de Certains paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physiques tel températures, turbidités...</li> <li>- Physico-chimiques tels nutriments (azotes et phosphores) facteurs d'eutrophisation.</li> </ul>
<p>Risque d'accroissement des difficultés des Coûts pour la correction des eaux prélevées.</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes Économiques ne permettent pas d'instaurer Les développements des techniques D'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les Risques pour la santé de l'homme.</p>

**III.5. Maladies à transmission hydrique :****Généralité :**

L'eau peut aussi être une source de maladies du fait de sa contamination par les

Déchets ménagers, industriels, agricoles, et divers déchets organiques (**OMS, 2003**).

Le nombre de décès annuel provoqués par ces maladies s'élève à 2,6 millions ce qui en fait

L'une des premières causes de mortalité au monde... Parmi ces victimes, 1,8 millions

D'enfants de moins de 15 ans succombent encore chaque année (**Solidarité internationale, 2015**).

Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer :

La fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, etc. Il est clair que

Les changements climatiques ainsi que le mode de gestion de l'eau sont en étroite relation avec l'ampleur des maladies à transmission hydrique. La résurgence de certaines maladies

Disparues ces dernières années où tout au moins maîtrisées met en relief la nécessité de doter

Les pays d'observation épidémiologique lesquelles doivent suivre les facteurs susceptibles de

Favoriser l'émergence ou réémergence de certaines maladies graves (**Ganinet Chauvin, 2003**).

## III.5.1. Les maladies à transmission hydrique :

## III.5.1.1. Les maladies d'origine bactérienne :

Les maladies d'origine bactérienne sont résumées dans le tableau 09

**Tableau 09** : Principales maladies d'origine bactériennes

Maladies	Agents responsables	Manifestation	Contamination	Références
<b>Choléra</b>	Vibrio cholerae	-Diarrhée ; -vomissement -déshydratation -anurie -crampes musculaires.	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des Matières fécales.	Villaginès R, 2003
<b>Fièvre typhoïde et Paratyphoïde</b>	Salmonella Typhi et Salmonella Paratyphus A	Fièvre céphalées -diarrhées -douleurs abdominales -hémorragies intestinales -collapsus Cardiovasculaire -atteintes hépatiques Respiratoires et neurologiques.	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales.	Villaginès R, 2003
<b>La légionellose</b>	Legionella	-pneumonie aiguë -toux avec fièvre modérée -myalgies -anorexie -céphalées.	L'installation qui favorise la multiplication des Légionnelles dans l'eau Avec une T° avoisinant 37 °C suivie d'une aérosolisation.	Villaginès R, 2010

### III.5.1.2. Les maladies d'origine virale :

Parmi les maladies d'origine virale deux exemples sont résumés dans le tableau 10.

**Tableau 10** : principales maladies d'origine virale.

Maladies	Agents infectieux	Manifestation	Contamination	Références
<b>Hépatite Infectieuse</b>	Virus de l'hépatite A	-fièvre -sensation de malaise -perte d'appétit ; -diarrhée -urines foncées.	Voie digestive	OMS, 2008
<b>Gastro-entérites Virales</b>	Rotavirus Virus de Norwalk Arbovirus	Crampes ; Diarrhée hémorragique ; Douleurs abdominales.	Ingestion des Kystes	Aubry P, 2006.

### III.5.1.3. Les maladies d'origine parasitaire :

Les maladies d'origine parasitaire sont résumées dans le tableau.

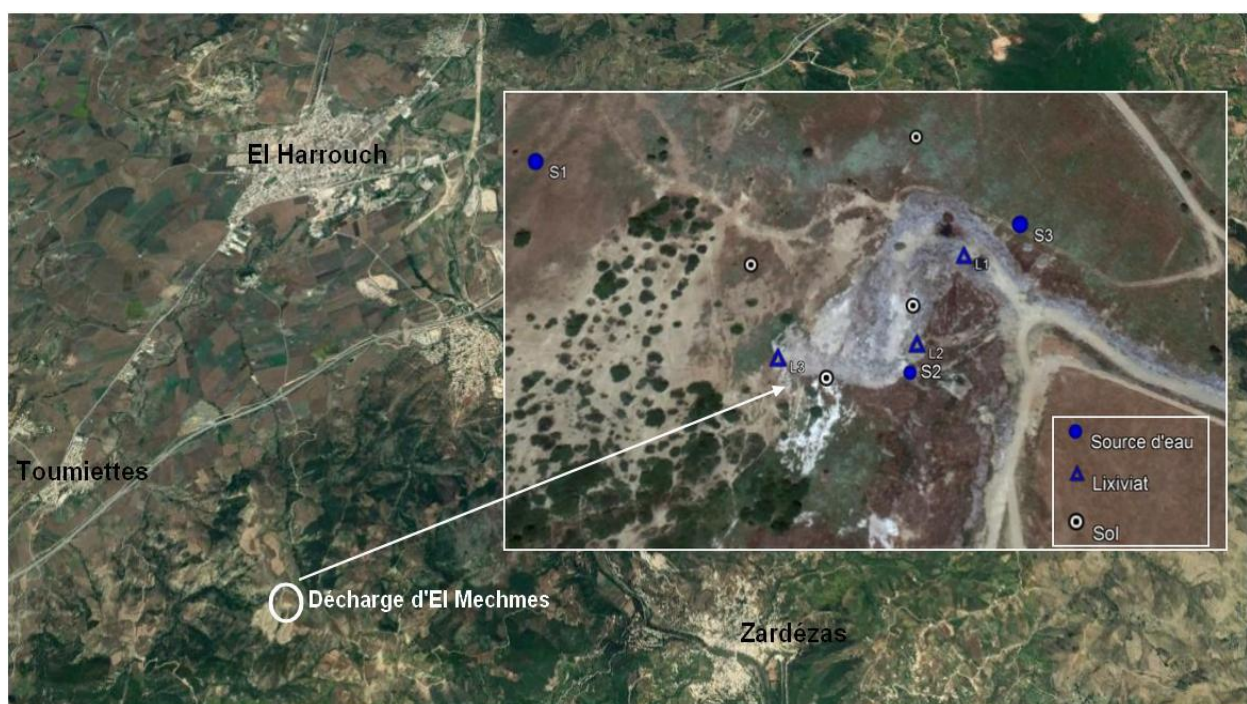
**Tableau 11** : principales maladies d'origine parasitaire.

Maladies	Agents infectieux	Manifestation	Contamination	Références
Giardias	Giardia intestinales anciennement Giardia Lambliase	-crampes d'estomac -ballonnement ; -flatulences ; -perte de poids ; -fatigue.	Ingestion des Kystes	Villaginès R, 2003.
Dysenterie Amibienne	Entamoeba Histolytic	Crampes Diarrhée hémorragique ; Douleurs abdominales	Ingestion des Kystes	Aubry P, 2006.

### III.6. La décharge d'El Harrouch :

La décharge publique d'El Mechmes est l'une des nombreuses décharges non contrôlées de l'Algérie. Comme toutes les décharges algériennes, elle constitue un dépotoir sauvage à ciel ouvert situé à 7 Km à l'Est de la ville d'El Harrouch. Elle s'étale sur une superficie de 20 ha. Depuis 1999, l'accès au site est assuré par une route secondaire bitumée mais de mauvaise qualité. La topographie de la zone est caractérisée par un relief montagneux autour du site choisi. Les habitations sont pratiquement absentes, le site est éloigné des zones urbaines et agricoles. La décharge reçoit 1200 tonnes par mois et sa capacité d'accueil est de 3000 tonnes.

L'évaluation de l'impact des décharges sauvages d'El Mechmes sur l'environnement d'une manière générale et sur les sites humides en particulier, a permis de réaliser un inventaire de ces décharges, d'une part, et la caractérisation du sol et de l'eau provenant de ces décharges, d'autre part. A l'issue de, il ressort qu'elles sont toutes situées soit dans le bassin versant d'un site humide, soit très proche de la zone humide proprement dite. La caractérisation du sol prélevé à différente distance de la décharge et de la zone humide révèle que la texture de ces sols et souvent propice à l'infiltration et la percolation des lixiviats provenant des décharges. (Boubryem. A 2018)



**Fig. 16 :** Situation de la décharge d'El Mechmes (Boubryem. A 2018)

# **Chapitre 04**

**Evaluation des ressources  
en eau dans El Harrouch**

#### IV.1. Aperçu mondiale et nationale sur les ressources en eau :

Les réserves en eau disponibles à la surface du globe sont de l'ordre de 1400 millions Km<sup>3</sup>. Les océans mers et les constitués d'eau salée représentent 97.2 % du stock d'eau au niveau mondial et les 2.8 % restant représentent les eaux continentales (eau souterraine, glaciers, rivières et lacs) de l'ordre de 35 millions Km<sup>3</sup>. SAAD-ALLAH, Y. (2018).

Les trois quart (77 %) d'eau douce constituent les glaciers, très peu accessibles et moins de 22 % de l'eau totale forme les eaux souterraines alors que moins de 1 % de l'eau forme les eaux de surface L'eau dans le monde. Consulté le 27 04 2021.

- 97,20% : eaux salées, 1 300 millions de km<sup>3</sup>.
- 2,15% : glaces polaires, 25 millions de km<sup>3</sup>.
- 0,63% : eaux souterraines, 150 000 km<sup>3</sup>.
- 0,019% : eaux de surface (lacs, fleuves, et rivières), 350 000 km<sup>3</sup>.
- 0,001% : eaux dans l'atmosphère, 13 000 km<sup>3</sup>. SAAD-ALLAH, Y. (2018).

L'utilisation des prélèvements mondiaux en eau : industrie 70%, agriculture 20% et la consommation domestique 10%. (*L'eau dans le monde.*)

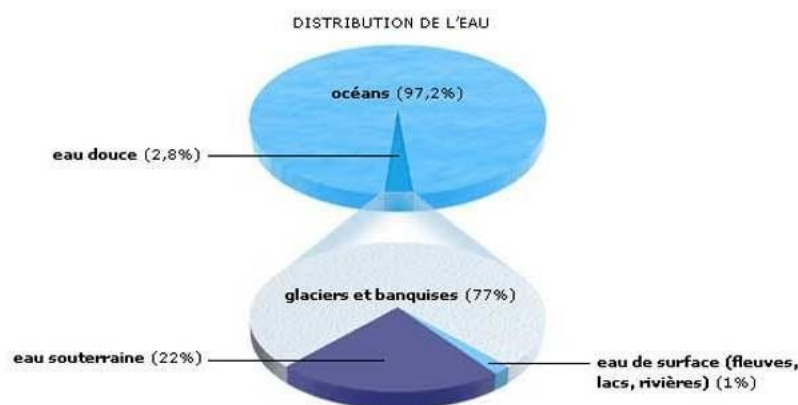


Fig. 17 : les ressources en eau dans le monde. (*L'eau dans le monde.*)

L'Algérie est subdivisée en cinq bassins hydrographiques d'une superficie de 2243229 Km<sup>2</sup> regroupant 17 bassins versants. Les ressources en eau superficielle renouvelables totales sont

estimés à 13.2 Km<sup>3</sup>/an dans l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface. Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du Nord du pays sont estimées à près de 1.7 Km<sup>3</sup>/an, ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations. Le Sud du pays est caractérisé par l'existence de la nappe du Continental Intercalaire qui sont des eaux souterraines fossiles très peu alimentée vu les conditions climatiques actuelles **KADI, A. (1997)**.

La capacité totale des 81 barrages est d'environ 8 Mds m<sup>3</sup> en 2019, avec l'envasement de ces ouvrages il est estimé que cette capacité à diminuée de 25 %. En 2030 le nombre de barrages va augmenter à 139 barrages (construction de 58 nouveau barrages) donc la capacité de stockage serait 12 Mds m<sup>3</sup>. **Algérie – Projet de construction de 58 nouveaux barrages d'ici à 2030**.

L'Algérie dispose actuellement de 11 stations de dessalements dont 10 usines qui produisent 2 millions de M<sup>3</sup> par jour, et le secteur s'efforce le nombre de stations à environ 20 en 2030 afin de compenser l'eau des barrages qui seront converties en irrigation d'après Le ministre des ressources en eau. **Ressources en eau : nouvelle stratégie pour faire face à la pénurie. (2021)**.

## **IV.2. Ressource en eau d'EL Harrouche :**

### **IV.2.1. Eaux conventionnelles :**

#### **IV.2.1.1. Les eaux souterraines :**

- **Forage :**

Le forage est une technique ou opération permettant le creusement de trous généralement verticaux. L'eau du forage est purifiée par un long parcours à travers le sol, les possibilités de pollution sont donc réduites, et surtout si l'extraction de l'eau se fait au moyen de pompe. Raison pour laquelle l'eau de forage est en général la meilleure pour la consommation humaine (**Collin, 2004**).

Tableau12 : FORAGE ELHARROUCH 2

<b>Localisation</b>	Wilaya: SKIKDA Daïra: E/HARROUCH Commune: E/HARROUCH
<b>Coordonnées</b>	X : 872.750 Y : 388.500
<b>Profondeur</b>	30m
<b>Débit (l/s)</b>	Mobilisé : 25 Exploité : 15
<b>Nappe</b>	Oued Saf Saf
<b>Niveaustatique (m)</b>	5.2
<b>Cote de calage du GEP</b>	23

Tableau 13 : FORAGE SALAH BOUCHAOUR :

<b>Localisation</b>	Wilaya: SKIKDA Daïra: E/HARROUCH Commune: E/HARROUCH
<b>Profondeur (m)</b>	Mobilisé : 12 Exploité : 10
<b>Nappe</b>	Oued Saf Saf
<b>Niveau statique (m)</b>	7.50
<b>Cote de calage du GEP</b>	30

Tableau 14 : FORAGE KOUDIET R'MEL

<b>Localisation</b>	Wilaya: SKIKDA Daïra:E/HARROUCH Commune :S/BOUCHAOUR
<b>Année de réalisation</b>	1987
<b>Coordonnées</b>	X : 873.250 Y : 388.750
<b>Profondeur (m)</b>	22
<b>Débit (l/s)</b>	Mobilisé : 12

	Exploité : 8
<b>Nappe</b>	OUED SAF SAF
<b>Coupe stratigraphique</b>	0-3 m : limons sableux 3-9 m : argiles brunes 9-17 m : sables, galets et graviers 17-22 m : marnes.
<b>Coupe technique</b>	TP : 0-10 m TC : 10-17 m TP : 17-22 m
<b>Niveau statique (m)</b>	4.30
<b>Niveau dynamique</b>	9.30
<b>Cote de calage du GEP</b>	18

▪ **Puits :**

On appelle puits de surface un puits qui s'approvisionne directement dans la nappe phréatique. Le pompage dans un puits de surface a pour effet de former autour du puits un cône de dépression. Un excès de pompage abaissera le niveau phréatique et pourra contribuer à assécher d'autres puits avoisinants. L'eau peut être remontée au niveau du sol soit de façon

Très simple grâce à un récipient (Seau par exemple) soit plus facilement grâce à une pompe, manuelle ou motorisée (Colline, 2004).

Dans notre zone d'étude El Harrouch ; Il y a environ 46 puits, dont 11 groupes, 28 agriculteurs et 7 paysans, et il a été approuvé par les départements concernés (santé, irrigation et municipale) selon l'organisation en vigueur dans ce domaine.

**Tableau 15** : Bureau de sécurité et d'hygiène EL Harrouch

Les puits L'eau potable	Localisation
Famille de drif	Village de tomiyat
Saïd ayachi	El Harrouch-Cepa
Boussboaa	Bousator-el harrouche
Bounmoura Mokhtar	Route de zerdaza
Famille benradwan	Boukarina el harrouche
Bouriche Mohamed	Rue marocaine
Lashhab Ali	Zone d'activité 01
Famille bouzide	Rond-point Lakhdar- el harrouche
Bousba Halim	El harrouche
Bounab Mourad	Zone d'activité 03

- **Les Source :**

La région de El Harrouch est très riche en ressources des eau utilisées et non encore utilisées, il ya 8 source d'eau dans la région de El Harrouch, comme indique dans le tableau suivant :

**Tableau16** : les sources en eau dans El Harrouch

Les sources	Localisation
Bousnaib	Tomiyat
Tomiyat	Tomiyat
Aibaris	Ferme Ali msabah 01
Ferme Ali misbah 02	Ferme Ali msabah 02
Aine de kassar	El Harrouch
Jesrkoujal 01	Al – saeed Bousboaa
Jesrkoujal 02	Al – saeed Bousboaa
Ain derdara	Ali msabah 01

#### IV.2.1.2 Ressources superficiels :

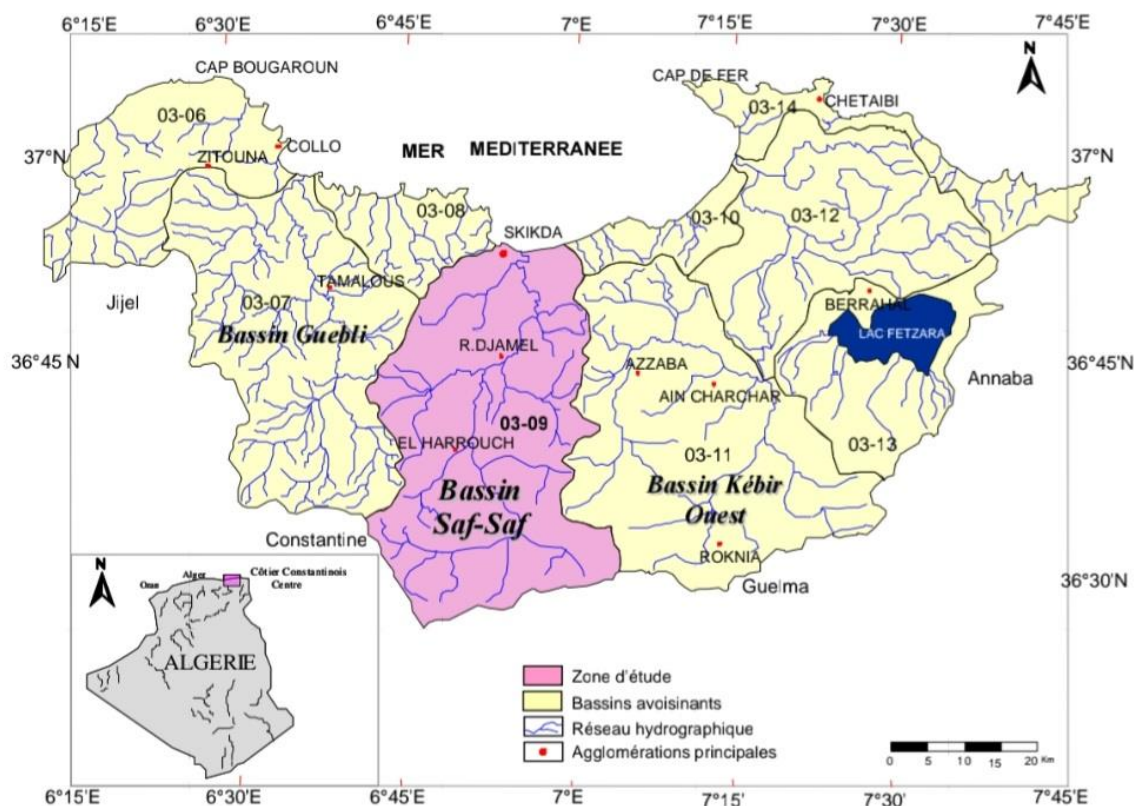
La ressource hydrique superficielle comprend toutes les eaux des oueds, barrages, et retenues collinaires qui sont dans la majorité du temps destinées à l'irrigation sauf pour les barrages qui sont après traitement destinées pour l'approvisionnement en eau potable des agglomérations **BEN RABAH, S. (2006)**

▪ **Les oueds :**

Le secteur hydrique en Algérie compte des milliers de cours d'eau répartis sur tout le territoire national, ces cours d'eau sont gérés par l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH) et exploités par l'algérienne des eaux (ADE). **BAHLOUL, C. MEGHZILI, I. (2018).**

✓ **Oued Saf Saf :**

Le bassin versant du Saf-Saf, appartient au bassin côtier constantinois centre et se situe entre le bassin de l'oued Guebli à l'Ouest et celui de l'oued Kebir ouest à l'Est. Il est limité au Sud par Djebel El Hadjar et Djebel Oucheni, à l'Est par Djebel El Alia et Djebel Tengout, à l'Ouest par les massifs de Collo et Djebel Boukha louf, et la mer méditerranéenne au Nord où se déverse le principal cours d'eau de ce bassin à l'Est de la ville de Skikda, drainant une surface de 1158 km<sup>2</sup> (**KHelfaoui, F, Derradji, Z 2010**).

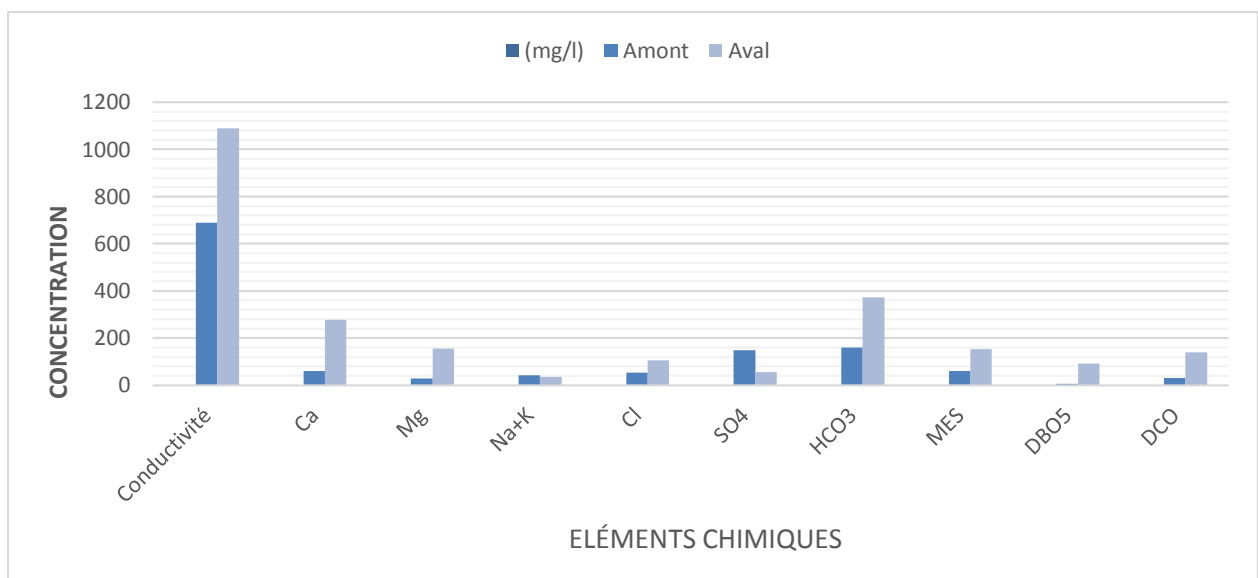


**Fig. 18 :** Carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Saf-Saf

(ABH csm, modifiée).

**Tableau 17** : spatiale de quelques éléments chimiques dans les eaux de l'oued Saf-Saf(Mai2005)

Eléments (Mg/l)	Conductivité (Ms/cm)	Ca	Mg	Na+K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	MES	DBO <sub>5</sub>	DCO
<b>Amont</b>	690	61,17	27,75	41,5	52,5	149,33	158,67	60	5,05	30,96
<b>Aval</b>	1090	276,9	155,48	35,8	106,6	56,64	372,1	153	93	139



**Fig. 19** : Variation des concentrations de quelques éléments chimiques en Amont et en aval de l'oued Saf-Saf (Mai 2005).

✓ **Oued Nessa :**

L'oued Nessa (à El-Harrouch) draine un bassin, à dominance marneuse, très compartimenté de 106 km<sup>2</sup>. Ce bassin, de forme triangulaire et plus ou moins étroit, se trouve à une altitude de 80 m. Il est délimité par une ligne de relief culminant à 300 m au Nord et plus de 800m au Sud au Col d'El Kentour et Kef Toumiette (Maou, 2011).

▪ **Les réservoirs :**

Les réservoirs de stockage dans la ville de El Harrouch atteint 9 réservoir est 4 réservoirs qui n'ont pas encore été utilisés, et ils sont (bousatour, Ali Mesbah 02, EL Tomiyat, said

Bousbbaà). Les réservoirs garantissent une pression minimale dans le réseau : c'est le principe de distribution gravitaire de l'eau. Dans la région d'étude on a quatre réservoirs de pompage ils sont :

- Réservoir de pompage oued Saf Saf.
- Réservoir de pompage Ali Mesbah 01.
- Réservoir de pompage El Maleha.

**Tableau 18** : réservoir d'el Harrouch

Dénomination du réservoir	Code	Type (*)	Réservoir de reprise (**) (oui/non)	Capacité de stockage (m3)	Année de Mise en Service	Agglomérations desservies
Barrage zerdaz veers SP safsaf reserve Bougraina		1		2x750+1000	1970 const 2008	EL HARROUCH
SP saf saf veers SP elmalha veers reserve Birr Stall		1		50+2x1000+2x5000	1975/2007 2009	EL HARROUCH, Bir Stal
Barrage zerdaz aver SP said bousbaa veers reserve Said bousbaa		1		2x500	1991+2018	Saïd bousbaa
Source bousnib vers réserve Toumiette		1		500	1991	Toumiette
Barrage (piquage) vers réserve Ali Mesbah		1		300+500+ (500 NE)	2008	Ali Mesbah
Réserve Boussator		1		(500 Non exploité)	2019	Boussator

▪ **Les barrages :**

Le bassin versant de la région de El Harrouch constitue un barrage en exploitation c'est le barrage de Zérdazas. Le barrage de Zérdazas a été construit entre 1925 et 1945 et parmi les premiers barrages réalisés en Algérie, situé dans la commune de Zérdazas.



**Fig20 :** Barrage de Zérdazas (E Bourse DZ)

**Caractéristiques :**

- Type : ..... Poids
- Déversoir : .....Seuil vanne
- Surface du B.V : .....345km<sup>2</sup>
- Apport moyen annuel.....53Hm<sup>3</sup>/an
- Envasement annuel : .....0.25 Hm<sup>3</sup>/an
- Cote de retenue normale : .....197 m
- Capacité initiale : ..... 32Hm<sup>3</sup>
- Réserves à la cote normale : .....16.863 Hm<sup>3</sup>
- Volume régularisé : .....18 Hm<sup>3</sup>
- Année mise en eau : .....1945 surélève en 1974

**Utilisation :**

- Alimentation en eau potable des centres de :  
ZERDAZAS, EL HARROUCH, AIN BOUZIANE et EMDJEZ EDCHICHE
- Alimentation en eau d'Irrigation :  
Périmètre d'irrigation du SAF-SAF (Secteur EL HARROUCHE)

**IV.3. L'état de l'AEP dans El Harrouch:**

La situation de l'approvisionnement en eau potable dans la région de El Harrouch est moyennement bonne, le volume réel délivré en Hm<sup>3</sup>/an dans la commune est de volume distribue 584048 dans le Hm<sup>3</sup>mois de janvier 2023 il ya 8 forages en service avec un totale 177392 Hm<sup>3</sup> dans le mois de janvier 2023.

**Tableau19 :** production eaux souterraines (mois de janvier 2023) ADE El Harrouche

Forage01	Forage03	Forage 02	Forage05	Forage Khazri01	Forage Khazri02	Forage so7	Forage potence
1310397	1155752	F	6880548	158874	393451	F	12722
1348626	1183444	F	6910101	193048	399295	F	12722
38229	27692	32500	29553	34174	5844	9400	0
<b>Total</b>	177392						

-Population desservie en détail : 137835 hab.

-Population desservie en gros : 70177 hab.

-Population desservie 1j/3 :49398hab.

-Population desservie 1j/2 :43576hab.

-Population desservie quotidien :44861 hab

-Population desservie en 24h :0

▪ Distribution :

**Tableau 20 : Bureau d'hydraulique El Harrouch**

Code ONS	Type *	Agglomérations	2018		Projection						2035	
			Pop	Bes (M3 /j)	2020		2025		2030		Pop	Bes (M3/ j)
					Pop	Bes (M3/j)	Pop	Bes (M3/j)	Pop	Bes (M3/j)		
21160 1	ACL	El Harrouch	3887 9	583 2	4062 1	6093	4310 9	6466	4512 9	6769	4554 4	6832
21160 2	AS	Saïd Bousboaa	9026	135 4	9481	1422	1015 4	1523	1077 6	1616	1090 5	1636
21160 3	AS	Toumiette	5189	778	5556	833	6031	905	6459	969	6548	982
21160 4	AS	Birr Stal	2457	368	2630	395	2855	428	3058	459	3100	465
21169 7	ZE	Zone Eparses	2316	185	2376	190	2488	199	2604	208	2630	210
Totaux			57879	8518	60665	8933	64637	9521	68021	10022	68727	10125

Plant de distribution Centre El Harrouche



#### IV.4. Réseau d'assainissement :

L'assainissement des eaux est une question de santé publique qui intéresse les collectivités locales. Les eaux usées et les eaux pluviales véhiculent de plus en plus de pollutions, et il s'agit de savoir comment les traiter de manière efficace, sans dégrader l'environnement. (FENAZI, L. 2017).

La région d'el Harrouch adopte le système d'assainissement unitaire comme toutes les autres régions de la Algérie,

Actuellement, les dommages sont traités au niveau du réseau par (PVC) à travers la région, L'amélioration de l'assainissement constitue un investissement qui mérite la priorité dans La région d'el Harrouch. , il rejet dans oued ENSSA qui à son Toure rejet dans oued AL-SAF SAF. Malheureusement, l'eau de la vallée est utilisée pour l'irrigation par les agriculteurs des terres proches de la vallée, et c'est un problème qui nuit à la santé générale de la population.

**Tableau 21** : Réseaux d'assainissement

Code	Agglomération	Linéaire (km)			Linéaire de réseau remplacé * en 2018 (Km)
		Primaire	Secondaire	Total linéaire	
211601	EL HARROUCH	11,47	34,8116	46,2816	0.88
211602	Saïd Bousboaa	3,605	7,587	11,192	
211603	Toumiette	2,874	4,163	7,037	
211604	Birr Stal	0,6	1,8412	2,4412	
211697	Zone Eparsé				
<b>TOTAL</b>		18.549	48.4028	66.9518	

**Tableau22** : Assainissement individuel

Code	Agglomération	Nbre total de logements Au 31/12/2018	% de logements non raccordé	Nbre total de fosses septiques au 31/12/2018	Nombre de fosses septiques éradiquées Depuis 2010 à ce jour
211601	EL HARROUCH	36935/6	5	Néant	Néant
211602	Saïd Bousboaa	8123/6	10		
211603	Toumiette	4411/6	15		
211604	Birr Stal	1474/6	40		
211697	Zone Eparsé				
	Total	50943/6			

#### IV.5. Les eaux pluviales :

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (Desjardins, 1997 ; OFEFP, 2003).

Au niveau de la zone d'el Harrouch, l'eau de pluie s'écoule bien selon le plan, ce qui fait que la zone ne présente aucun risque d'inondation.

# **Conclusion**

## **générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

En conclusion notre travail s'articule autour l'évaluation des ressources en eau dans la région d'El Harrouch pour comprendre la disponibilité, la quantité, la qualité et la demande en eau dans cette région.

Et nous avons constaté que la région de E Harrouch est riche en ressource en eau superficiel est souterraine, en eau de surface y compris deux Rivier Oued Enssa est oued Saf Saf. et aussi une grande source d'eau, qui est le barrage de Zérdazas qui finance l'agriculture et l'industrie et contiens des sources souterraine comme les piu, les fourrage.

Nous remarquons que l'état de réseau de l'alimentation de l'eau potable et moyennement bonne dans la ville et il est alimenté en eau dessalement.

Le système d'assainissement a raccordé environ la totalité de centre-ville de Harrouch la zone éparsé utilise les fosses perdues.

El Harrouch et souffre d'un peu de pollution de l'eau car le rejet des les eaux Ussé et dans oued Saf Saf.

## **Recommandations**

---

### **Recommandations**

- Rénovation des réseaux d'alimentation en eau potable et réseaux d'assainissements.
- Mise en place d'une station d'épuration.
- Implantation des nouveaux réservoirs.
- . • Implantation des nouveaux forages.
- Expansion les réseaux d'assainissement.
- Un bon dispositif de gestion et mobilisation des ressources eau.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

**Algérie – Projet de construction de 58 nouveaux barrages d’ici à 2030.** Consulté le 12 04 2021, sur <http://www.businessfrance.fr>.

**ASSOULINE J. et ASSOULINE S., 2007 :** Géopolitique de l’eau. Nature et enjeu. Edition Studyrama, 140 p.

**Ayad Wissam(2016),** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d’El-Harrouch (N.E -Algérie) [Assissent of physico-chemical and bacteriological qualité of Well water in the région of El-Harrouch (N.E- Algeria) ],156p

**Ayad. W., (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : Cas des puits de la région, D’EL-HARROUCH (Wilaya de SKIKDA). Thèse de doctorat en Microbiologie. Université 20 Août, Skikda, p150.

**BAHLOUL, C. MEGHZILI, I. (2018).** Schéma Directeur Du Réseau D’adduction En Eau Potable De La Wilaya De Skikda. Université 20 Août 1955 –Skikda, Faculté de technologie, Département de pétrochimie et de génie de procédés, Option Ingénieur et gestion de l’eau, Mémoire en vue de l’obtention Du diplôme de Master

**Benchabane. R, et Merzoug. N., (2015).** Contribution à l’étude de la qualité bactériologique et phytoplancton que de l’eau du marais de Bousedra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-71 p.

**Boubryem. A., (2018) :** Impact de la décharge d’el Harrouch willaya de Skikda nord- est algérien sur l’environnement et les ressources en eau. These.UniversitéBadji Mokhtar Annaba, p 3.

**Boubryem, F. Derradji, 2018 :** LEACHATE OF EL-HARROUCH UNCOTROLLED DISCHARGE : CHARACTERIZATION AND IMPACT STUDY ON WATER QUALITY AND ENVIRONMENT, P 114

**Benchabane. R, et Merzoug. N., (2015).** Contribution à l’étude de la qualité bactériologique et phytoplancton que de l’eau du marais de Bousedra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-71 p.

## Références bibliographiques

---

**Boucherit. A, et Hakimi. H., (2016).** Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debehg-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 67 p

**Bounekta. N, Khecha. N, Sebbat, M (2012).** Etude Géologique et Géotechnique des géo matériaux pour utilisation en construction routière et autoroutière (tronçon d'autoroute. SKIKDA\_EL HARROUCHE). Mémoire. Université de Jijel, p 2.

**Bouras. Z, et Sekfali S., (2013).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zénati » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 9-10-20p.

**Bouziane. M., (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn Khaldoun, 247p.

**Chelli. L, et Djouhri. N., (2013).** Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie.

**Chibani. S., (2009).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhloof (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-, 104 p.

**Collin. J., (2004) :** Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris, p27-49.

**Degrémont. (2005) :** « Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, P 39-50.

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

**Diop. C., (2006).** Étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université cheikh anta diop de Dakar.

**Dunod. (2009).** L'analyse de l'eau. Paris : 9eme éd, ISBN 978-2-10- 054179-9.

**FENAZI, L. (2017).** Qualité des eaux de surface des barrages de W-SKIKDA (Béni Zid, Zerdasas et Zit Emba). UNIVERSITE BADIJ MOKHTAR-ANNABA Faculté des sciences de la terre, Departement de géologie, Option Hydrogéologie. Mémoire en vue de l'obtention Du diplôme de Master.

## Références bibliographiques

---

**FRANCK Rejsek.** Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, lycée de borda

**GANINB. Et CHOUVIN C., 2003 :** Cours d'eau et indices biologique : pollution, méthode.

2ème édition, EDUCAGRI, paris, 220 p.

**HENRI S., 2012 :** Le droit à l'eau potable et à l'assainissement. 6ème Forum mondial de l'eau. Edition Johanet, Paris, 518 p.

**KADI, A. (1997).** La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences Journal, 42 :2, 191-197, DOI :10.1080/02626669709492019 disponible sur <https://doi.org/10.1080/02626669709492019>

**KETTAB A. (1992).** Traitement des eaux "les eaux potable", O.P.U, Alger.

**KHelfaoui, F, Derradji, Z 2010).** Qualité et gestion intégrée des ressources en Eau dans le bassin versant du saf-saf. These.Université Badji Mokhtar Annaba,

**Kourchi. (2010) :** Achèvement du système d'épuration de la ville de Draa el mizan. Mémoire fin d'étude UMMTO. P27.

**LADJEL, F ;(2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 Centre de formation au métier de l'assainissement.

**LAZHAR G., 2011 :** Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique Mémoire de magister : Université FERHAT ABBAS-SETIF, 106 p.

*L'eau dans le monde.* Consulté le 27 04 2021, sur <http://www.spge.be/de/l'eau-dans-le-monde.html>.

**Liu, F et Mitchell, C et Odom, J et W, Hill D.T et Rochester E.W., (1997) :** Swine lagoon effluent disposal by Overland flow : affects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. Agronomy Journal, 89 900-904.

**MARCEL Dore.** Chimie des oxydants et traitement des eaux. Université de Poitiers (E.S.I.P), pp 2,3

**MASSON, J P., (1988).** Suivi de la qualité des eaux superficielles

**Maou A. (2011).** Estimation des crues de référence pour les plans de prévention du risque Inondation. Cas du bassin versant du Saf Saf, NE algérien, mémoire de magister, Université Badji Mokhtar Annaba, 133 p,

## Références bibliographiques

---

**MEROUANI S. et BOUGUEDAH A., 2013** : Etude de la pollution chimique et la Vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla. Mémoire master : Université Kasdi Merbah Ouargla, 59 p.

**METAHRI S., 2012** : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux Usées traitées par les procédés mixtes : cas de la STEP EST de la wilaya de Tizizou, thèse de Doctorat : département d'agronomie. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, Algérie, 148 p.

**Monode. T., (1989)**. Méharées géographie. Loisir. France, 233p.

**Nature de science-et-vie.** (S.d.). Consulté le 06 2021, sur <http://www.de science-et-vie.com>.

**OMS. (1986)**. Directive pour la qualité de l'eau de boisson. Volume 1 (Recommandations). Organisation Mondiale de la Santé. 2<sup>ème</sup> édition.

**OMS., 2003** : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 1, 3<sup>ème</sup> Edition, Genève, 110 p.

**PHILIPPO P, POMMERY J, THOMAS P. (1981)**. Evolution d'une eau de surface au cours des traitements de potabilisation ; comportement des espèces métalliques au contact des matières humiques, J.fr. Hydrobiologie.

**POTELON J-L, ZYMAN K. (1998)**. Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial.

**REJSEK.F ;(2002)**. Analyse des eaux. Aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux.

**Ressources en eau : nouvelle stratégie pour faire face à la pénurie. (2021)**. Consulté le 12 04 2021, sur <http://www.algerie360.com>

**RODIER J. (1996)**. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7<sup>ème</sup> édition.

**Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005)**. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris.

**Rodier J., Legube B., Merlet N ;(2009)**. L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod.

## Références bibliographiques

---

**RONALAD V. (2003).** Eau, Environnement et Santé Publique, 2ème édition, Ed TEC&DOC, PARIS.

**SAAD-ALLAH, Y. (2018).** Etude de la station de dessalement du complexe GL1K par procédé analytique de l'eau de dessalement. Universités 20 Août 1955 –Skikda, Faculté de technologie, Départements de pétrochimie et de génie de procédés, Option Ingénieur et gestion de l'eau, Mémoire en vue de l'obtention Du diplôme de Master

**SAIDI S., 2014 :** La qualité des eaux du sous bassin versant de l'oued aissi. Mémoire Ingénieure. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 169 p

**.Savary.P., (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, Voiron.

**Schwartzbrod. L., (2000).** Virus humains et sante publique : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture, centre collaborateur OMS pour les microorganismes dans les eaux usées, Faculté de Pharmacie, Nancy, France, p292.

**SOLIDARITE INTERNATIONALE., 2015 :** Conception et réalisation de réseaux D'adduction d'eau potable (AEP). Clichy, France : pp. 1 - 4.

**TADRAT-HENRY M, BEAURY J.P. (1984).** Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile INC, Canada.

**TEKFI K., 2006 :** Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues Activées. Mémoire magister : Département hydraulique. Université Tlemcen, 134 p.

**URBACO (2011).** PDAU de la commune d'El Harrouch, W. Skikda, Algérie, pp : 13- 36.

**VALIRON, F. (1989).** Gestion des Eaux : alimentation en eau - assainissement, Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, Paris

**VASCO R., 2017 :** Nos ressources sont limitées, évitons de les gaspiller. Thème Cutine de Chris Peason.

**. Vilagines R., (2003).** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier. P : 3- 187

## Résumé

Cette recherche a pour l'objectif d'étudier les caractéristiques de la région d'El Harrouch, pour déterminer l'impact de chaque élément du milieu sur la disponibilité des ressources en eau superficielle et souterraine et du dessalement de l'eau de mer (le site, la population, la Géologie, le climat et l'industrie) La qualité de l'eau est une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et a ratifié de nombreux protocoles et convention internationaux pour sa protection et sa préservation.

Notre centre d'intérêt dans cette étude était l'évaluation de la gestion des ressources en eau de

La région dans le but d'équilibrer l'offre et la demande et étudier ses besoins en eau.

Par conséquent, la préservation des ressources en eau de la région passe par une bonne gestion et une bonne utilisation des eaux usées avant qu'elles ne soient rejetées dans la nature.

**Mots clés :** Ressources en eaux, dessalement, besoins , évaluation, gestion

## Abstract :

This research aims to study the characteristics of the Harouch region, to find out the impact of each element of the environment on the availability of surface and ground water resources and sea water desalination (location, population, and seawater).

Geology, climate and industry) Water quality is a constant concern of man who has dedicated complete legislation to it and ratified many international protocols and agreements to protect and preserve it.

Our focus in this study was to evaluate the management of water resources in the region in order to achieve a balance between supply and demand and study its water needs.

Therefore, preserving the water resources in the region requires good management and rational use of water before it is discharged into nature.

**Key words:** water resources, desalination, needs , évaluation, management.

## ملخص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة خصائص منطقة الحروش ، للوقوف على أثر كل عنصر من عناصر البيئة على توافر مصادر المياه السطحية والجوفية وتحليه مياه البحر (الموقع ، والسكان ، ومياه البحر .(الجيولوجيا والمناخ والصناعة) تعتبر جودة المياه من الاهتمامات الدائمة للإنسان الذي خصص لها تشريعاً كاملاً وصدق على العديد من البروتوكولات والاتفاقيات الدولية لحمايتها والحفاظ عليها.

كان تركيزنا في هذه الدراسة على تقييم إدارة الموارد المائية في المنطقة من أجل تحقيق التوازن بين العرض والطلب ودراسة احتياجاتها المائية.

لذلك، يتطلب الحفاظ على الموارد المائية في المنطقة إدارتها جيداً واستخدامها بطريقة عقلانية لمياه الصرف الصحي قبل تصريفها في الطبيعة.

**الكلمات المفتاحية:** مصادر المياه، مياه البحر المحلاة، الاحتياج، تقييم، تسيير.