

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DES  
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



## Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

### THEME

#### ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE METLILI (GHARDAIA)

Présenté par

**Benesseddik Abdelhamid**

*Soutenu publiquement le .././....*

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	Mr. Bousalsal Boualem	M.C.A Univ. Ouargla
<b>Promoteur :</b>	Mr. Guerradi Hocine	M.A.A Univ. Ouargla
<b>Examineur :</b>	Mr. Nezli Imad Eddin	Pr Univ. Ouargla
<b>Co Promoteur :</b>	Mr. Dali Ahmed	M.C.B Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2018/2019

## REMERCIEMENTS

*Au nom d'Allah le Clément et le Miséricordieux Je remercie DIEU tout puissant, de m'avoir donné la santé, la volonté, la patience et les moyens afin que je puisse accomplir ce modeste travail : « Merci Dieu ».*

*Je remercie **Guerradi Hocine** qui a proposé et dirigé ce travail et pour son encadrement efficace.*

*Et pour ses appréciations, ses remarques, ses directives et conseils.*

*Mes vifs remerciements vont à l'égard du personnels des Agence Nationale des Ressource Hydrique (ANRH) **Dr A. Mansour** Laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (ADE)*

*Office nationale de météorologie Ghardaïa et Ouargla (ONM)*

*Mes remerciements s'adresse également à mes collègues, qui m'aidé au cours de l'échantillonnage des eaux.*

*. Je remercie également le président et les membres de jury d'avoir accepter d'examiner mon travail.*

*Je remercie très chaleureusement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*Ben's Abdelhamid*



## Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce  
Modeste travail :

A mon très cher père, pour ses  
encouragements, son soutien

A ma très chère mère, qui me donne toujours  
l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de  
prier pour moi, surtout pour mon amour de  
vie ma fiancés

A tous mes chères frères & mes sœurs

A tous ma grande Famille particulièrement

A mes très chères amis : Mahdi, Lemnouar,  
Abdelaziz, Laid et Yacine, pour leurs aides  
et encouragements.

A Tous ceux que j'aime et je respecte  
Travail.

*Ben's Abdelhamid.*



## SOMMAIRE

remerciements.....	01
Dédicace.....	
SOMMAIRE .....	
Liste des tableaux.....	
Liste des Figures.....	
liste des abréviations.....	
Introduction Générale .....	01
<b>Chapitre I : Généralité sur la zone d'étude.</b>	
I- Présentation de la zone d'étude.....	02
I-1. Situation géographique et la géomorphologie.....	02
I-1-1.Situation géographique .....	02
I-1-2. La géomorphologie .....	04
I-2.Contexte socio-économique .....	06
I-3- Occupation du sol.....	06
I-3.1. Structure des exploitations agricoles .....	06
I-3-1-1 Le système oasien de l'ancienne palmeraie.....	06
I-3-1-2 La mise en valeur.....	06
I-4 Contexte hydro-climatologique .....	08
I-4-1- Présentation de station climatologique.....	08
I-4-2- Analyse des paramètres climatiques.....	08
1-La température.....	08
2- Précipitation .....	09
2-1- Précipitations annuelles .....	09
2-2- Précipitations moyenne mensuelles.....	10
3- Humidité .....	10
4- Evaporation .....	11
5- Le vent.....	12
6 -L'insolation .....	13
7- Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	14
8- Bilan hydrique .....	15
I-4-3- Hydrologie .....	16
I-5- Contexte Géologique .....	17
I-5-1- Géologie régionale.....	17
I-5-2- la géologie locale .....	18
1-Turonien .....	18
2- Cénomanién .....	18
3- Albien .....	18
I-5-3- Tectonique .....	18
Conclusion .....	19

## Chapitre II : Etude hydrogéologique

II. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE.....	20
II-1. Le système aquifère de Sahara septentrional (SASS) .....	20
II-1-1-Le Continental Intercalaire (CI) .....	21
II-1-2- Le Complexe Terminal (CT).....	22
II-2. Présentation de système aquifère de la région de Ghardaïa .....	23
II-2-1- Les nappes phréatiques .....	23
II-2-2- La nappe Albienne.....	24
II-3.L'interprétation des coupes hydrogéologiques dans différents de la zone d'étude .....	24
II-3-1. La nappe phréatique .....	24
II-3-2. La nappe du Continental Intercalaire (CI) .....	24
II-4. Gestion des ressources hydrique de la région de Ghardaïa .....	28
II-4-1. Exploitation de la nappe CI .....	28
II-5. logs lithostratigraphique des forages de la zone d'étude.....	25
II-5-1- le forage agricole 1 Metlili.....	25
II-5-2- le forage agricole 2 Metlili.....	26
II-6. Evolution piézométrique de Continental Intercalaire la zone d'étude .....	29
Conclusion .....	31

## Chapitre III : Etude hydrochimique

III-Etude hydrochimique .....	32
III-1-Méthode d'échantillonnage .....	32
III-2-Qualité des eaux de la nappe de continental intercalaire.....	33
III-2-1- Qualité des eaux de la nappe du CI .....	33
III-2-2. Facies chimique.....	34
III-2-3. Les paramètres physicochimiques.....	36
1-La température.....	36
2- Potentiel d'hydrogène (pH) .....	36
3-La conductivité électrique .....	37
4- la salinité.....	38
5-Résidu sec .....	39
6-Turbidité .....	39
7- le Sodium ( $\text{Na}^+$ ).....	40
8- le Potassium ( $\text{K}^+$ ) .....	40
9-le Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ).....	41
10- le Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ).....	42
11- le chlorure $\text{Cl}^-$ .....	43
12- le sulfate $\text{SO}_4^-$ .....	43
13- le Bicarbonate $\text{HCO}_3^-$ .....	44
III-2-4. Les substances indésirables.....	45
1. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	45
2. Le Fer $\text{Fe}^{+2}$ .....	46
III-3. Qualité des eaux de la nappe de CI a l'irrigation.....	47

Conclusion.....	48
CONCLUSION GENERALE .....	49
Référence Bibliographique .....	50

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau 01 :</b>	Caractéristique Géographique de Station Climatologique.....	08
<b>Tableau 02 :</b>	Température Moyennes Mensuelles et annuelles de Ghardaïa (1998 - 2018).....	08
<b>Tableau 03 :</b>	Précipitations moyennes annuelle de Ghardaïa (1998- 2018).....	10
<b>Tableau 04 :</b>	Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018).....	10
<b>Tableau 05 :</b>	Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018) .....	11
<b>Tableau 06 :</b>	l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018) .....	11
<b>Tableau 07 :</b>	Les vitesses moyennes mensuelles des vents.....	12
<b>Tableau 08 :</b>	durée mensuelle de l'insolation totale (heures) station ONM Ghardaïa (Période 1998 a 2018) .....	13
<b>Tableau 09 :</b>	données de diagramme ombrothermique.....	14
<b>Tableau 10 :</b>	Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018) .....	15
<b>Tableau 11 :</b>	Nombre des forages et volumes d'exploitation par commune de la wilaya Ghardaïa.....	29
<b>Tableau 12 :</b>	Comparaison entre l'eau de la région et la réglementation nationale et de l'OMS.....	33
<b>Tableau 13 :</b>	classification d'une eau selon sa STABLER.....	35

## Liste des Figures

<b>Fig.01 :</b>	Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa (Atlas. 2004).....	03
<b>Fig.02 :</b>	Situation géographique du commun de metlili.....	04
<b>Fig.03 :</b>	Carte géomorphologique de la région Ghardaïa (ANRH Ouargla. 2003) .....	05
<b>Fig.04 :</b>	Carte occupation de sol la région de Metlili (logiciel surfer).....	07
<b>Fig.05 :</b>	La Température Mensuelle de la région Ghardaïa.....	09
<b>Fig.06 :</b>	La précipitation mensuelle de la région de Ghardaïa.....	10
<b>Fig.07 :</b>	L'Humidité mensuelles de la région de Ghardaïa.....	11
<b>Fig.08 :</b>	L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa.....	12
<b>Fig.09 :</b>	Les vitesses moyennes mensuelles des vents.....	13
<b>Fig.10 :</b>	L'insolation mensuelle de la région de Ghardaïa.....	14
<b>Fig.11 :</b>	Diagramme Ombrothermique de la région de Ghardaïa (1998-2018).....	15
<b>Fig.12 :</b>	Carte de Bassin Version de la Vallée de Metlili (ANRH - 2016).....	16
<b>Fig.13 :</b>	Coupe géologique schématique de la région du M'Zab.....	17
<b>Fig.14 :</b>	Limites du domaine SASS (ANRH)2003.....	20
<b>Fig.15 :</b>	Coupe hydrogéologie NE-SW du bassin SASS (ERESS, 1972).....	21
<b>Fig.16 :</b>	Carte piézométrique de référence du "CI" (OSS, 2003).....	22
<b>Fig.17 :</b>	Carte piézométrique de référence du "CT" (OSS, 2003).....	23
<b>Fig.18 :</b>	Colonne lithostratigraphie du forage agricole 1 Metlili.....	26
<b>Fig.19 :</b>	Colonne lithostratigraphie du forage agricole 2 Metlili.....	28
<b>Fig.20:</b>	Carte piézométrique de la nappe du CI dans la région du Metlili.....	30
<b>Fig.21:</b>	Les pourcentages des éléments chimiques de la région de Metlili	34
<b>Fig.22:</b>	Le diagramme de Piper des eaux de la nappe du CI (2019).....	34
<b>Fig.23:</b>	Le diagramme de schoeller des eaux de la nappe du CI (2019).....	35
<b>Fig.24 :</b>	Histogramme des variations de la température des eaux de la nappe CI de Metlili en °C.	36
<b>Fig.25 :</b>	Histogramme du potentiel d'hydrogéné (pH)des eaux de la nappe CI de Metlili.	37
<b>Fig.26 :</b>	Histogramme de la conductivité électrique des eaux de la nappe CI de Metlili en ms/cm.	38
<b>Fig.27 :</b>	Histogramme des variations de la salinité des eaux de la nappe CI de la vallée de Metlili.	38
<b>Fig.28 :</b>	Histogramme des variations du résidu sec les eaux de la nappe CI de Metlili en mg/l.	39
<b>Fig.29 :</b>	Histogramme des variations du Turbidité des eaux de la nappe CI de Metlili en NTU	39
<b>Fig.30 :</b>	Histogramme de sodium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	40



<b>Fig.31 :</b>	Histogramme de potassium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	41
<b>Fig.32 :</b>	Histogramme de calcium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	42
<b>Fig.33 :</b>	Histogramme de magnésium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	42
<b>Fig.34 :</b>	Histogramme de Chlorure dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l	43
<b>Fig.35 :</b>	Histogramme de sulfate dans des eaux de la nappe CI de de Metlili en mg /l.	44
<b>Fig.36 :</b>	Histogramme des variations du HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> dans des eaux de la nappe CI de la vallée de Metlili en mg /l.	45
<b>Fig.37 :</b>	Histogramme la concentration de nitrates dans les eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	46
<b>Fig.38 :</b>	Histogramme la concentration de Fer dans les eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.	46
<b>Fig.39 :</b>	Le diagramme de Richards des eaux de la nappe du CI de Metlili.	48

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AEP :** Alimentation en Eau Potable.

**ANRH :** Agence Nationale Des Ressources Hydriques.

**CI :** Continental Intercalaire.

**CT :** Complexe Terminal.

**DA :** Déficit Agricole.

**DPAT :** Direction de la planification et de l'Aménagement du Territoire.

**ERESS** : Etude de ressources en eau dans le Sahara septentrional.

**ETP** : Evapotranspiration potentielle.

**ETR** : Evapotranspiration réelle.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Sante.

**ONM** : Office National de la Météorologie.

**OSS** : Observation du Sahara et du Sahel.

**RFU** : Réserve Facilement Utilisable.

**SAR** : Sodium Adsorption Ration

**SASS** : Système Aquifère du Sahara Septentrional.

**ADE** : Algérienne Des Eaux

**D.P.S.B** : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires

# **INTRODUCTION GENERALE**

# INTRODUCTION GENERALE

---

L'eau est définie le facteur principal au développement de la région saharienne. L'Algérie est contient la plus grande réserve d'eau dans le Nord d'Afrique, connue par le Continentale Intercalaire (Albien).

Metlili est une ville ancienne agriculture très important dans le sud Algérien, l'utilisation d'eau est important soit pour l'habitation soit pour l'agriculture, leur emplacement dans un oued favorise une richesse en eaux Albin qui aide la population de vivre sans problème pendant toutes les saisons

La qualité des eaux est contrôlée par la société algérien des eaux qui contrôle et assures les besoins en eaux dans la région

L'objectif de ce travail est une étude hydrogéologique et hydrochimique pour faire une approche sur cette exploitation et une synthèse sur l'importance de l'eau dans la région de Metlili.

La méthode de ce travail est basé sur 3 chapitre qui sont :

- \* Premier chapitre : généralités sur la zone d'étude (présentation de la zone d'étude, contexte hydro-climatologique et contexte géologique).
- \* Deuxième chapitre : consiste à présenter les caractéristiques hydrogéologiques et de la nappe de continental intercalaire de notre zone d'étude.
- \* Troisième chapitre: Dans cette partie nous exposent les différentes méthodes et approches suivies pour étudier du chimisme des eaux en fonction Hydrochimie des eaux.

CHAPITRE I :  
GENERALITES SUR LA  
ZONE D'ETUDE

**I- Représentation de la région d'étude :****I-1. Situation géographique et la géomorphologie :****I-1-1. Situation géographique**

La wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord de Sahara. A environ 600 Km de la capitale Alger. Ses coordonnées géographiques sont :

- Altitude 480 m.
- Latitude 32° 30' Nord.
- Longitude 3° 45' Est.

La wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de 86.560 km<sup>2</sup>, elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Laghouat (200 km)
- Au Nord Est par la wilaya de Djelfa (300 km)
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla (200 km)
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1200 km)
- Au Sud-ouest par la wilaya d'Adrar (800 km)
- A l'Ouest par la wilaya d'el-Bayadh (350 km)

La wilaya comporte actuellement 13 communes regroupées en 9 daïra pour une population a estimé à 455.572 habitants, (D.P.S.B.2016).



**Fig.01** : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa (Atlas, 2004)

La commune de Metlili est située au Sud de la wilaya de Ghardaïa à une distance de 45 km fig(02), elle couvre une superficie de 7300 Km<sup>2</sup>. et est repérée par les coordonnées suivantes :

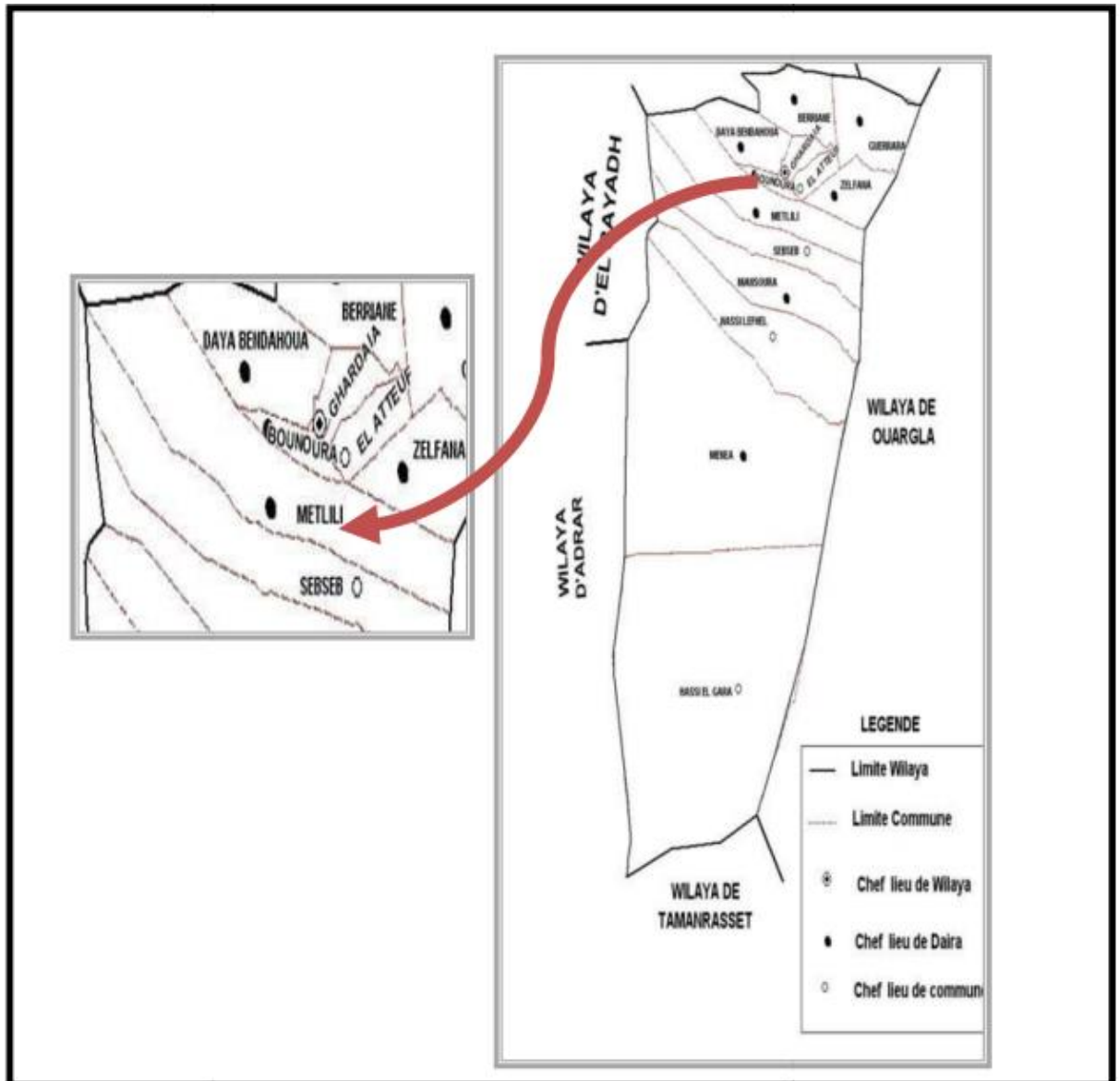
- L'altitude 32° 16' nord et
- La longitude 3° 38' Est,
- Altitude de 455 m.

Elle est limitée :

- Au nord par : la wilaya d'el Bayadh et les communes de Daya, Bounoura, El Atteuf et Zelfana.
- Au sud par : la commune de Sebseb

A l'est par: la wilaya de Ouargla

• A l'ouest par : la wilaya d'El Bayadh



**Fig.02 :** Situation géographique du commun de metlili

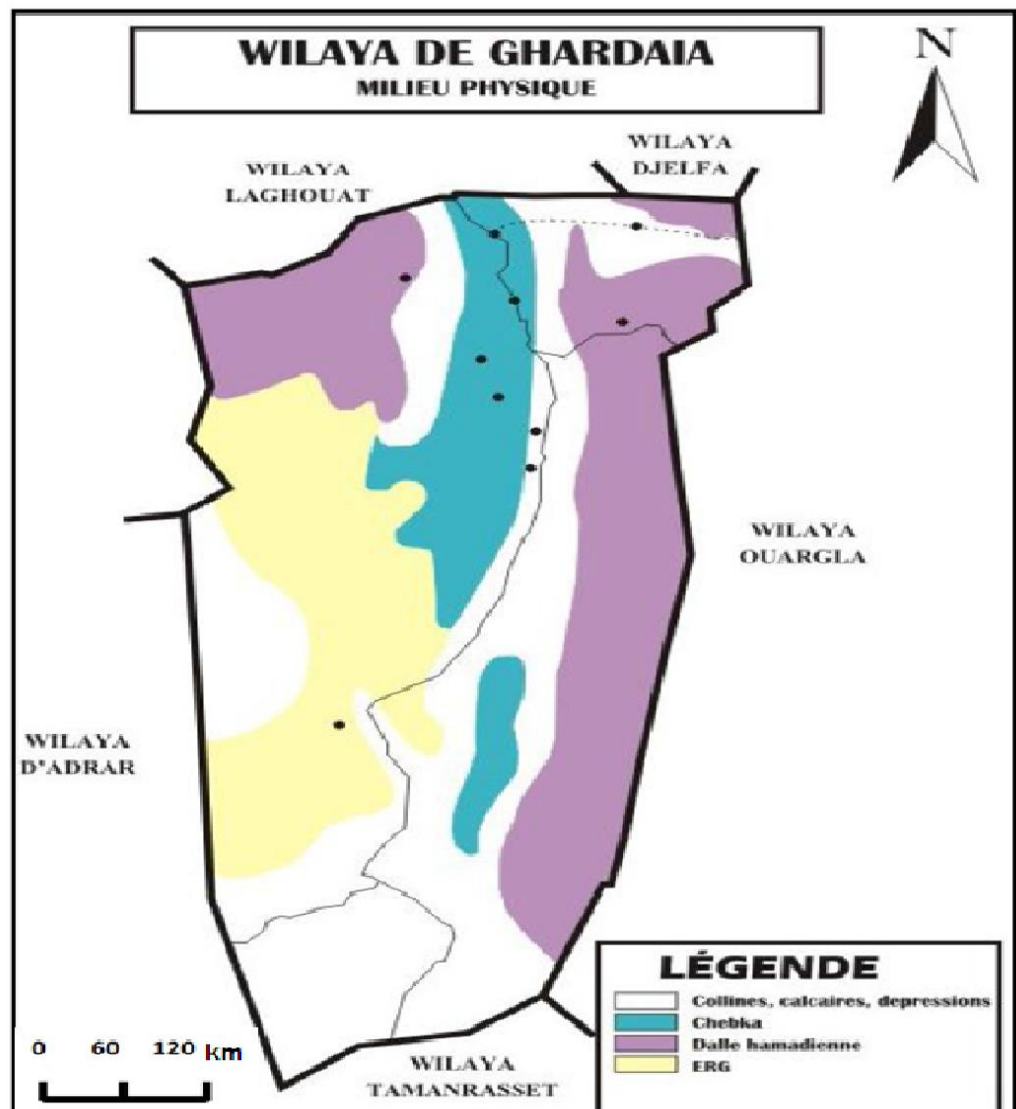
**I-1-2. La géomorphologie :**

La région de Metlili est caractérisée par un relief très accidenté formé par un réseau serré de ravines séparées par des crêtes ou des croupes. Les ravins sont sous l'actions de l'érosion pluviale au début du quaternaire.

- a) Les oueds : oued Metlili, dont l'orientation est l'Ouest vers l'Est jusqu'aux environ de Ouargla
- b) Hamada : terre régulée qui existe à l'Est de la région de Metlili
- c) Chebka : comme une terre rocheuse ou existe les lignes des ensembles des oueds exemple oued Metlili, oued Sebseb ou Oued N'Sa.



d) Aregs : est une formation des sables différents en volume soit mobiles ou stables, ils occupent une grande partie de la superficie total de la wilaya de Ghardaïa.



**Fig.03 :** Carte géomorphologique de la région Ghardaïa (ANRH Ouargla, 2003)

**I-2. Contexte socio-économique :**

L'agriculture oasienne représente la principale activité de la vallée, dont le sol est occupé en trois modes de :

- Culture des palmeraies en premier lieu.
- Culture des arbres fruitiers.
- Culture maraîchère et fourragère en intercalaire.

Le système d'irrigation se fait par submersion traditionnelle (seguias), rare sont ceux pratiquant le mode d'aspersion et la goutte à goutte. D'autres activités portant notamment sur le négoce, l'artisanat des tapis, ainsi que des petites et moyennes industries (verres, textiles, agroalimentaires, cosmétiques...etc.).

**I-3- Occupation du sol :**

La région de Metlili connu qu'est un zone palmeraie, qui couvert une grande partie de la superficie de la zone, la zone urbanise couvre la petite partie de la superficie, vos populations atteint 43.030 habitants, le tissu urbain de la ville est construit par des pôles d'évolution où la ville est en voie de saturation (D.P.A.T, 2009).

**I-3.1. Structure des exploitations agricoles :**

Le secteur de l'agriculture est caractérisé par deux systèmes d'exploitation; l'ancienne palmeraie et la mise en valeur.

**I-3.1.1 Le système oasien de l'ancienne palmeraie :**

Le système oasien de l'ancienne palmeraie est caractérisé par une forte densité de plantation, palmiers âgés, une irrigation traditionnelle par séguias et des exploitations mal structurées et fortement morcelées (0.5à 1.5 ha) Ce système caractérisé par des cultures étagées de palmiers dattiers, arbres fruitiers, maraîchage et fourrages en intercalaire des activités d'élevages familiaux sont souvent pratiquées avec des cheptels de petites tailles.

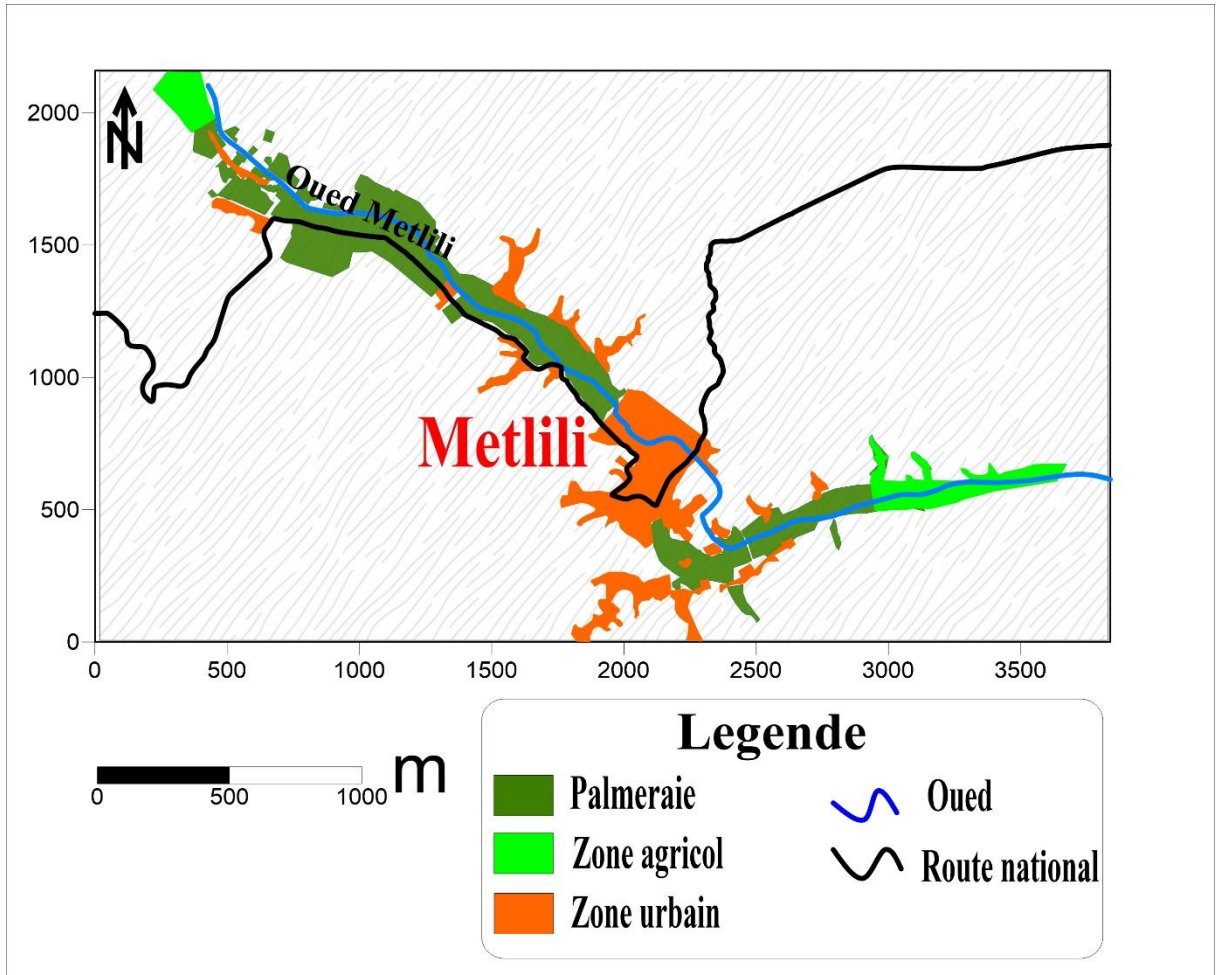
**I-3.1.2 La mise en valeur :**

Le système de mise en valeur se scinde en une :

**-1) Mise en valeur péri-oasienne :** il s'agit petite mise en valeur, basée sur l'extension des anciennes palmeraies selon un système oasien amélioré et caractérisé par une irrigation localisée, une densité optimale, un alignement régulier, et une exploitation structurée. La taille moyenne est de 2 à 10 ha.

**-2) Mise en valeur d'entreprise :** C'est la grande mise en valeur mobilisant d'importants investissements, basée sur l'exploitation exclusive des eaux souterraines profondes et est

caractérisée par: structure foncière importante (jusqu'à 500 ha), mécanisation plus importante, irrigation localisée et/ou par aspersion. Pratiquant des cultures de plein champs et vergers phoénicoles et arboricoles. Les cheptels associés aux productions végétales sont importants notamment ovin et bovin.



**Fig.04.** Carte occupation de sol la région de Metlili (logiciel surfer).

**I-4- Contexte hydro-climatologique :**

La région de Ghardaïa est une région située dans le Sahara septentrional caractérisé par un climat chaud et sec en été et froid en hiver, L'étude climatique est très importante. Elle nous permet de déterminer les caractéristiques de climat de notre région et mettre en évidence la contribution des différents facteurs à la variation des ressources en eau souterrain tel que la température, L'humidité, La précipitation, Le vent, L'évaporation et l'évapotranspiration.

**I-4-1- Présentation de station climatologique :**

La seule station disponible à l'intérieur de notre bassin versant est celle de l'ONM située près de l'aéroport de Ghardaïa. Ses coordonnées sont :

Latitude: 32°23 N Longitude: 03°49 E Altitude: 450 m

Le tableau ci-dessous donne la caractéristique de station.

**Tableau n°01 :** Caractéristique Géographique de Station Climatologique.

Code de la station	Nom de la station	Altitude Z (m)	Coordonnée		Période d'observation
			Latitude	Longitude	
605660	GHARDAIA « Noumérat »	468	32°24 N	03°48 E	1998-2018

**I-4-2- Analyse des paramètres climatiques :**

**1- La température :**

Ce paramètre joue un rôle essentiel dans l'évaluation du déficit d'écoulement qui intervient Dans l'estimation du bilan hydrogéologique. C'est un facteur principal qui conditionne le climat de la région, le tableau ci-dessous montre les données de température.

**Tableau n°02 :** Température Moyennes Mensuelles et annuelles de Ghardaïa (1998 -2018).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Aout
T°C Min	21.70	16.59	8.93	5.49	4.78	5.93	9.22	13.15	17.80	23.08	27.74	26.63
T°C max	38.79	34.38	26.96	21.29	21.05	23.02	28.29	33.67	37.69	42.58	45.65	43.60
T°C moyenne mensuelle	30.88	25.02	17.54	12.86	12.01	13.87	18.24	31.73	28.31	32.93	34.70	35.63

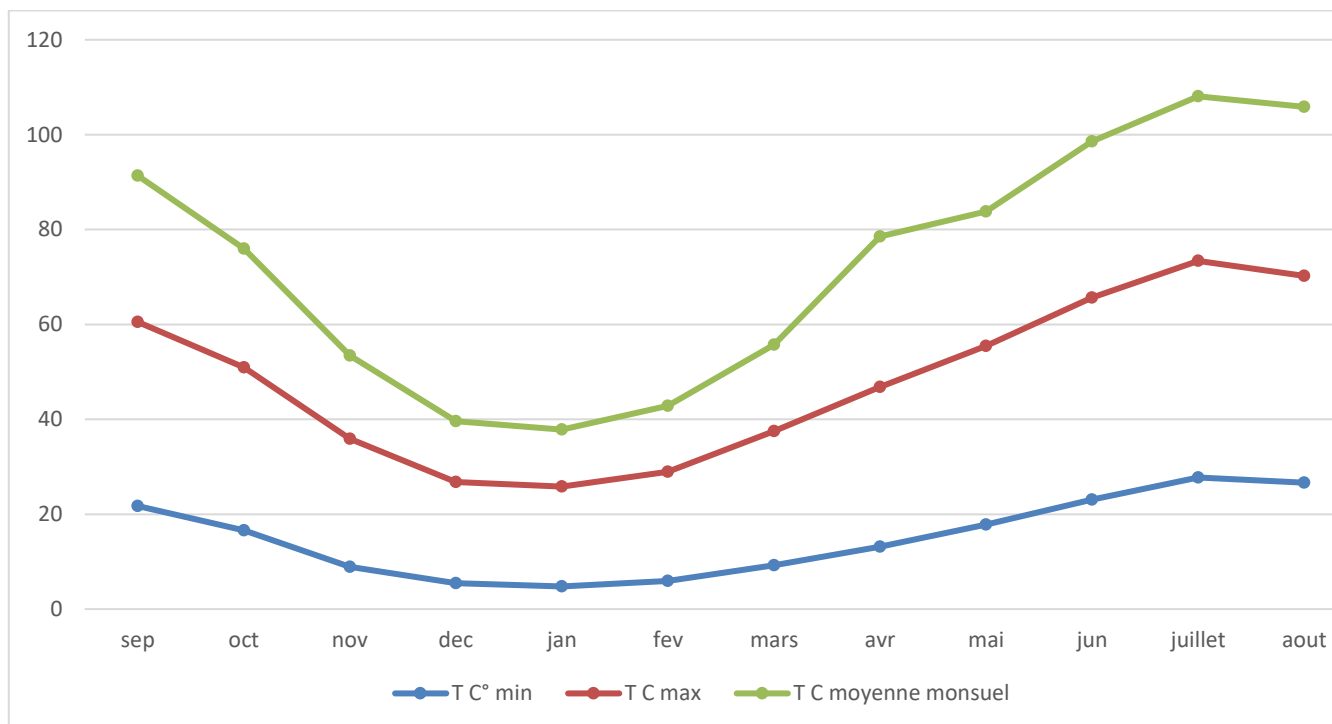
On observe a partir le tableau que :

- La température minimum est en janvier avec une valeur de 4.78°C
- La température maximum est en juillet avec valeur de 45.65°C

- La température moyenne est atteinte en août avec une valeur de 35.63°C

Le courbe représente des températures (min, max et moy) montrent pratiquement la même allure avec chacune. Un axe de symétrie (mois de janvier). Ce qui nous laisse supposer la présence de deux périodes bien distinctes.

- Une phase allant du mois de février à juillet marquée par une nette progression des températures.
- Une période de stabilité maximale de mois de juillet à Août.
- Une période qui débute au mois de Septembre où les températures baissent pour atteindre leur minimum au janvier.



**Fig.05 : Température Mensuelle de la région Ghardaïa.**

## 2- Précipitation :

### 2-1- Précipitations annuelles :

Le tableau des variations annuelles des précipitations (Tableau 03) montre que l'année la plus pluvieuse est l'année 2004 avec une hauteur annuelle de 171.3 mm et l'année la plus sèche est celle de 2018 avec une hauteur annuelle de 22.4 mm.

**Tableau n°03 :** Précipitations moyennes annuelle de Ghardaïa (1998- 2018).

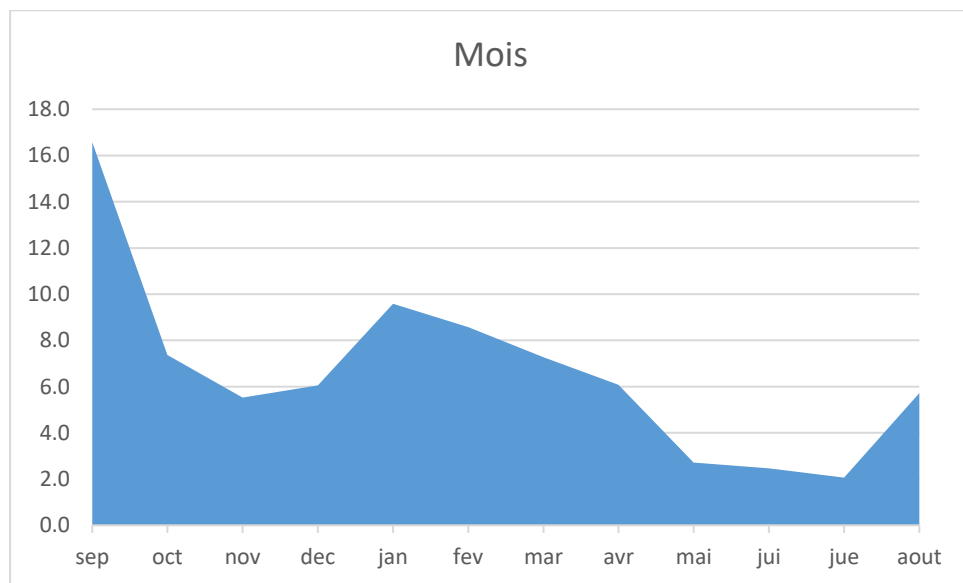
année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Moyen annuel	25.2	103.9	56.7	48.6	59.6	96.0	171.3	101.9	72.2	61.3
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
110.4	134.6	41.8	154.8	38.9	67.6	45.9	53.0	30.2	42.3	22.4

**2-2- Précipitations moyenne mensuelles :**

Pour l'étude de la précipitation on a obtenue une série pluviométrique de l'ONM de Ghardaïa pour une période de (1998-2018). Selon le (Tableau 04), on observe que le mois de Septembre est le plus pluvieux avec une moyenne de 16.6 mm (Fig.06). Par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de 2.1 mm.

**Tableau n°04 :** Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P(mm)	16.6	7.4	5.5	6.0	9.6	8.6	7.3	6.1	2.7	2.5	2.1	5.7



**Fig.06:** La précipitation mensuelle de la région de Ghardaïa.

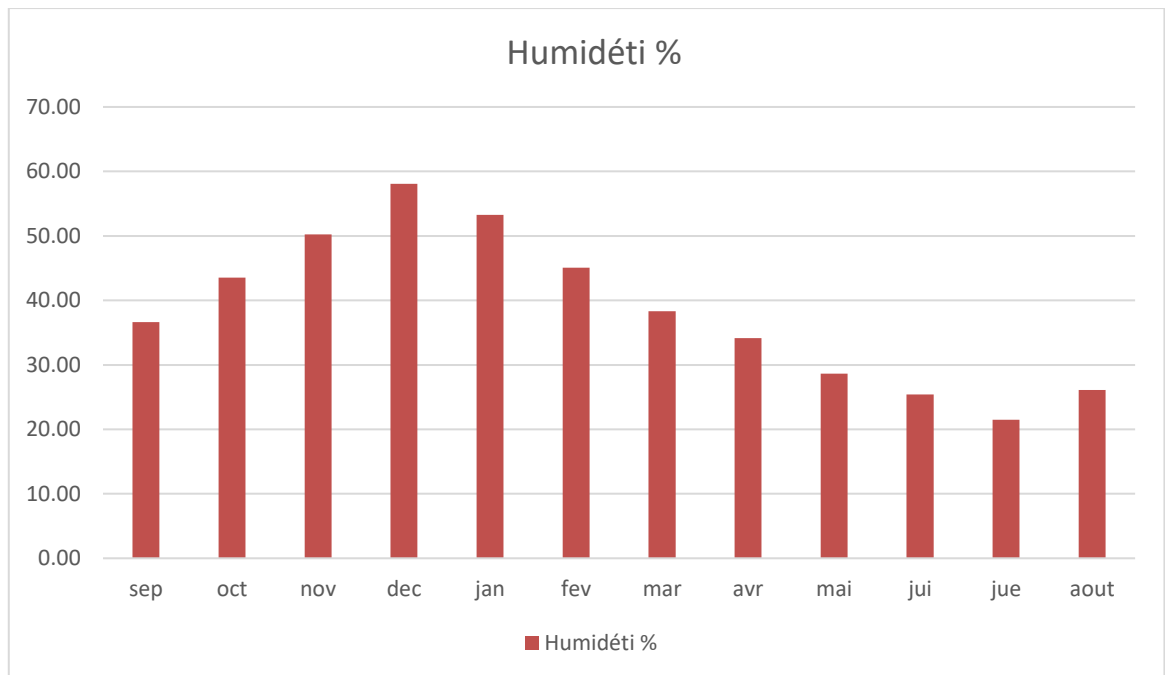
**3- Humidité :**

L'humidité représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère. L'humidité moyenne de la région est minimum pendant le mois de juillet avec une valeur de l'ordre de 19.82% et maximum pendant le mois de décembre avec une valeur de 21.47%. D'après le

(Tableau05) et (Fig.07). On constate que l'humidité relative est très faible avec une moyenne annuelle de 35.38%. Pour le mois de Décembre (hiver) elle dépasse 50%.

**Tableau n°05 :** Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>Humidité (%)</b>	53.3	45.1	38.3	34.2	28.6	25.4	21.5	26.1	36.6	43.6	50.2	58.1



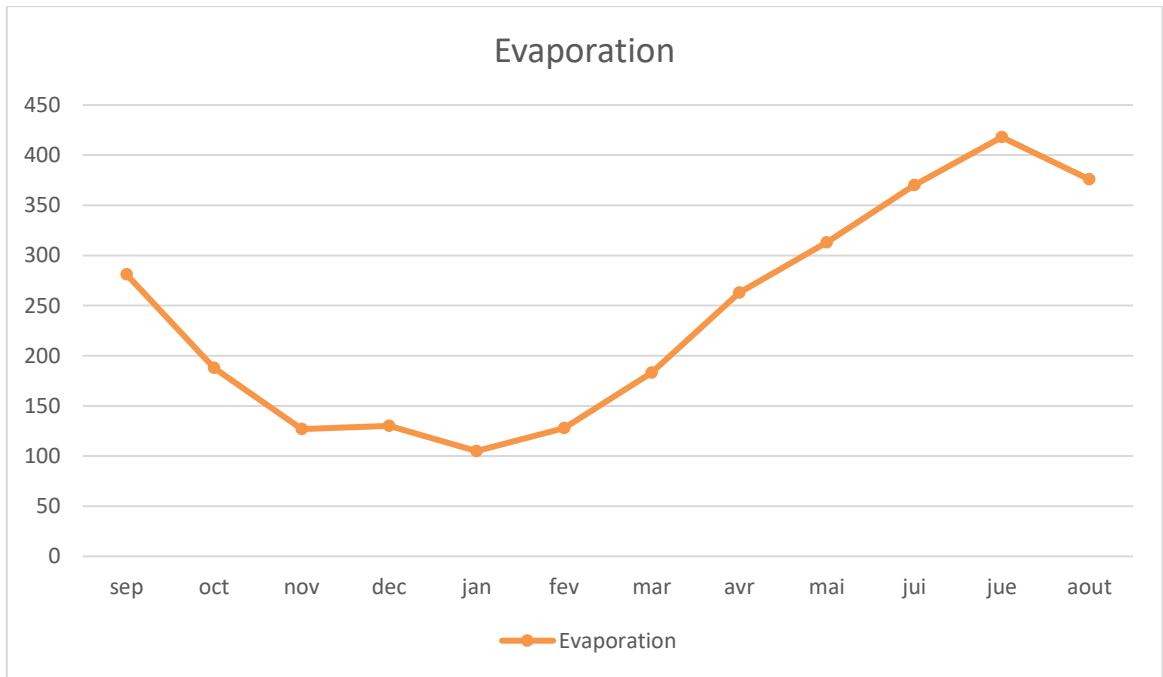
**Fig.07 :** L'Humidité mensuelles de la région de Ghardaïa.

**4- Evaporation :**

L'évaporation mesurée sous abri par l'évaporomètre de Piché est de l'ordre de 3110 mm/an À savoir 35 fois plus grande que la pluviométrie. Avec un maximum au mois de Juillet de l'ordre de 418 mm et un minimum de 105 mm obtenue au mois de Janvier (Fig.08). CES valeurs élevées sont reliées à la forte température et aux vents violents.

**Tableau n°06 :** l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>Evap (mm)</b>	281	188	127	130	105	128	183	263	313	370	418	376



**Fig.08:** L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa.

**5- Le vent :**

Le vent est un agent climatique influant directement sur le climat d'une région. Sa vitesse Régit l'évaporation à la surface du sol et de la végétation.

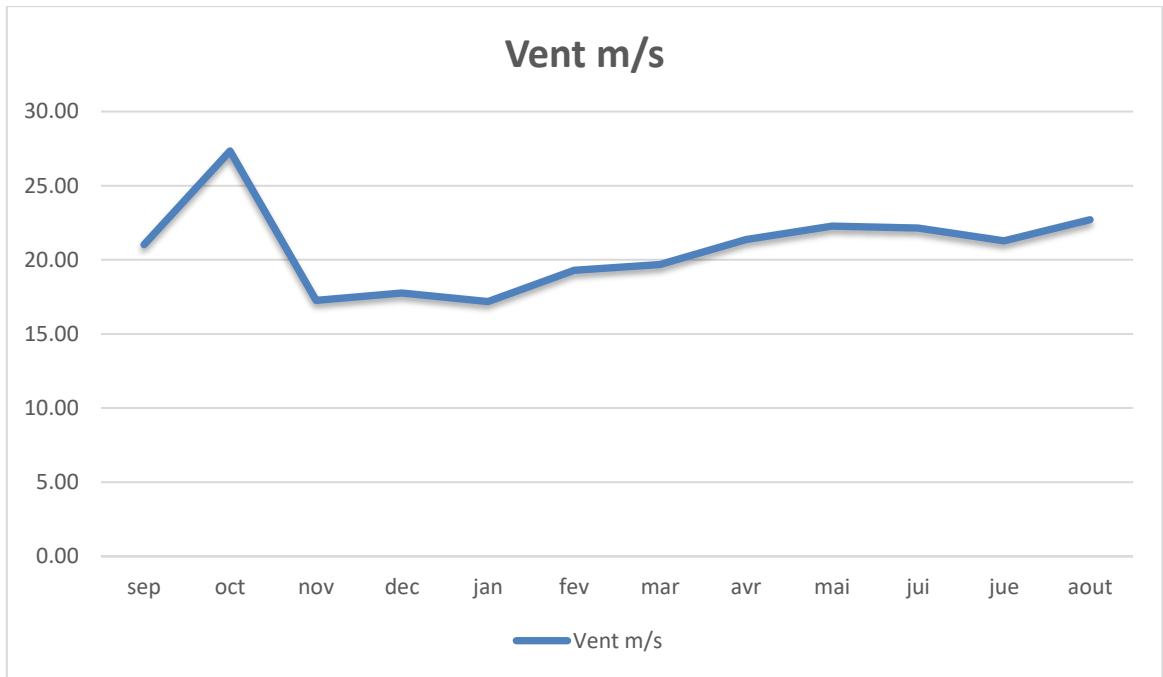
La région de Ghardaïa est traversée par des vents de direction générale N-O. Les vitesses Moyennes mensuelles des vents à la station ONM Ghardaïa. Sont illustrées dans le tableau Suivant :

**Tableau 07 :** Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent (m/s)	21.03	27.34	17.27	17.77	17.18	19.29	19.68	21.36	22.27	22.15	21.27	22.71

On remarque que le maximum des vitesses est enregistré au mois d'Octobre et le minimum Au mois de Janvier





**Fig.09 :** Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

**6-L'insolation :**

Le tableau ci-dessous montre les données de l'insolation.

**Tableau°08 :** durée mensuelle de l'insolation totale (heures) station ONM Ghardaïa (Période 1998 à 2018).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Insol (h/mois)	282	281	262	253	262	256	293	310	338	355	361	342

**En été :** les valeurs moyennes maximales enregistrées pour le mois de Juillet. Sont de 361 (H/mois).

**En hiver :** les valeurs moyennes minimales enregistrées pendant le mois de Décembre sont de 253(h/mois).

La moyenne annuelle de l'insolation est 308 (h/mois).

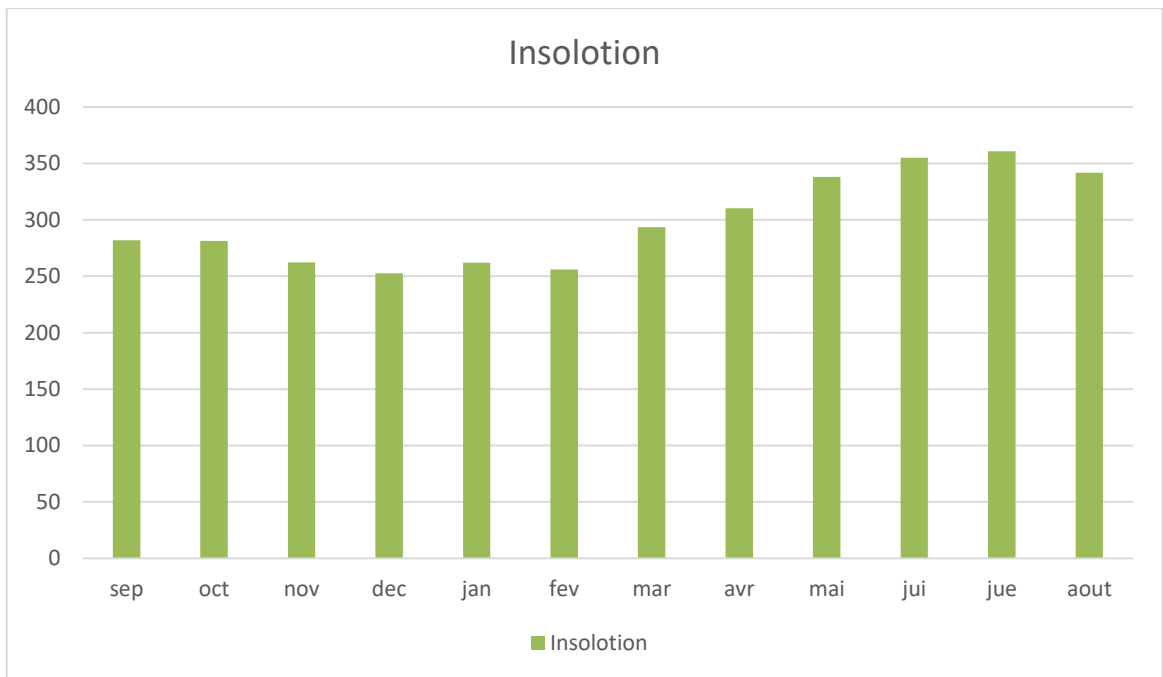


Fig.10: L'insolation mensuelle de la région de Ghardaïa.

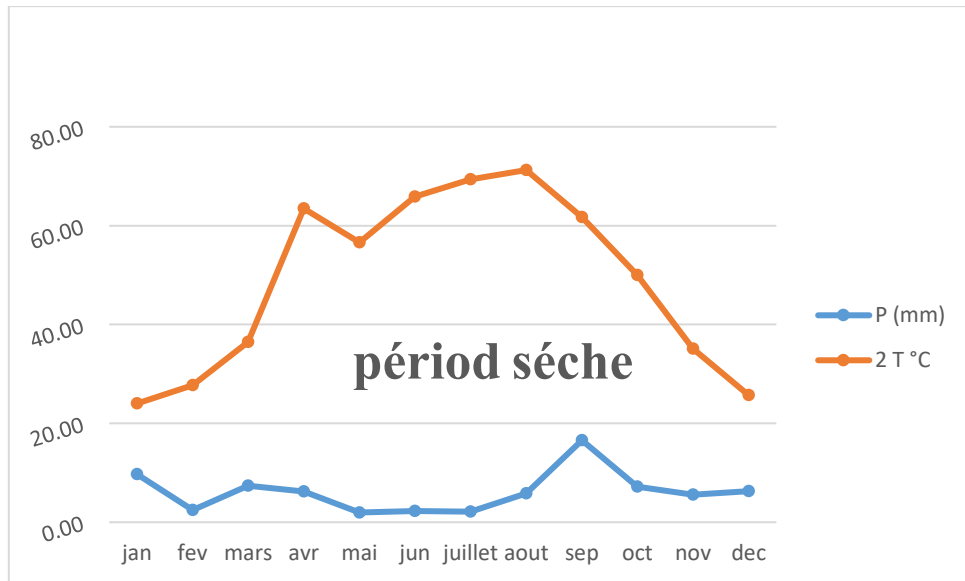
**7- Diagramme ombrothermique de Gaussen :**

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs. Un mois est considéré sec lorsque les précipitations mensuelles correspondantes exprimées en Millimètres sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius (MUTIN, 1977).

Tableau n°09: données de diagramme ombrothermique.

moi	jan	fev	mars	avr	mai	jun	juillet	aout	sep	oct	nov	dec
P(mm)	9.73	2.47	7.42	6.23	1.98	2.30	2.15	5.85	16.58	7.21	5.56	6.31
2 T °C	24.02	27.73	36.47	63.45	56.61	65.86	69.39	71.25	61.75	50.03	35.08	25.71

Selon le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude, qu'il y a une période sèche qui s'étale sur toute l'année (12 mois) (Fig.11).



**Fig.11:** Diagramme Ombrothermique de la région de Ghardaïa (1998-2018).

**8- Bilan hydrique :**

Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa (Tab10). Dans la période (1998-2018) d’après la méthode de Thornthwaite et Turc est déficitaire ; la quantité d’eau précipitée Sera vite évaporée parce que l’évapotranspiration potentiel l’ETP est plus importante. Que les précipitations, le ruissellement et la réserve facilement utilisable est nulle Pendant les douze moi, Le déficit (DA) agricole est présent pendant toute l’année. Elle atteindra son maximum au mois de juillet (287.1mm).

**Tableau n°10 :** Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018)

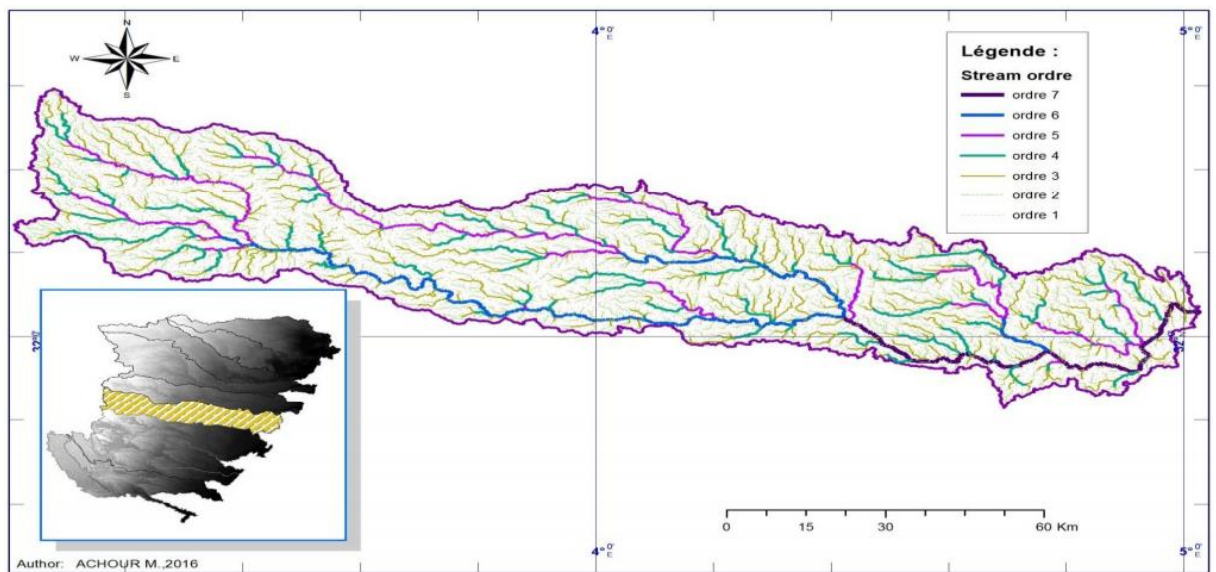
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T°C	30.9	25.0	17.5	12.9	12.0	13.9	18.2	31.7	28.3	32.9	34.7	35.6
P(mm)	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2.0	2.3	2.1	5.9
i	15.7	11.4	6.7	4.2	3.8	4.7	7.1	16.4	13.8	17.4	18.8	19.5
I	139.5											
a	2.7											
F	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
K	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
ETP	140.2	78.9	29.9	12.8	10.6	15.7	33.3	151.0	110.6	167.2	192.8	207.3
ETPc	196.3	110.5	38.9	16.6	13.8	22.0	46.6	226.5	154.8	250.8	289.3	290.2
ETR	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2.0	2.3	2.1	5.9
RFU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DA	179.7	103.3	33.3	10.3	4.1	19.6	39.2	220.3	152.8	248.5	287.1	284.4

**I-4-3- Hydrologie :**

Oued Metlili est limitée le méridien 03° 31' Est, le parallèle 32° 18' Nord au niveau de la région de Timadakssine (amont de la vallées), et le méridien 03° 41' Est, le parallèle 32° 14' Nord au niveau de la région de Souareg (aval de la vallées).

Les paramètres de bassin versant qui on couvre la zone d'étude :

- L'altitude en amont est (734.0 m).
- L'altitude en aval est (222.0 m)
- La surface est estimé 7106.29 km<sup>2</sup>.
- La périmètre est estimé 695.22 km.



**Fig.12 :** Carte de Bassin Version de la Vallée de Metlili (ANRH - 2016)

**I-5- Contexte Géologique :****I-5-1- Géologie régionale :**

La wilaya de Ghardaïa. Elle est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara. Les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur. Composés principalement par des dépôts calcaires turoniens dolomitiques ; qui forment un plateau subhorizontal appelé couramment "la dorsale du M'Zab".

Du point de vue lithologique. Les affleurements sont de type (Figure 13) ;

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-ouest attribués au Cénomaniens.

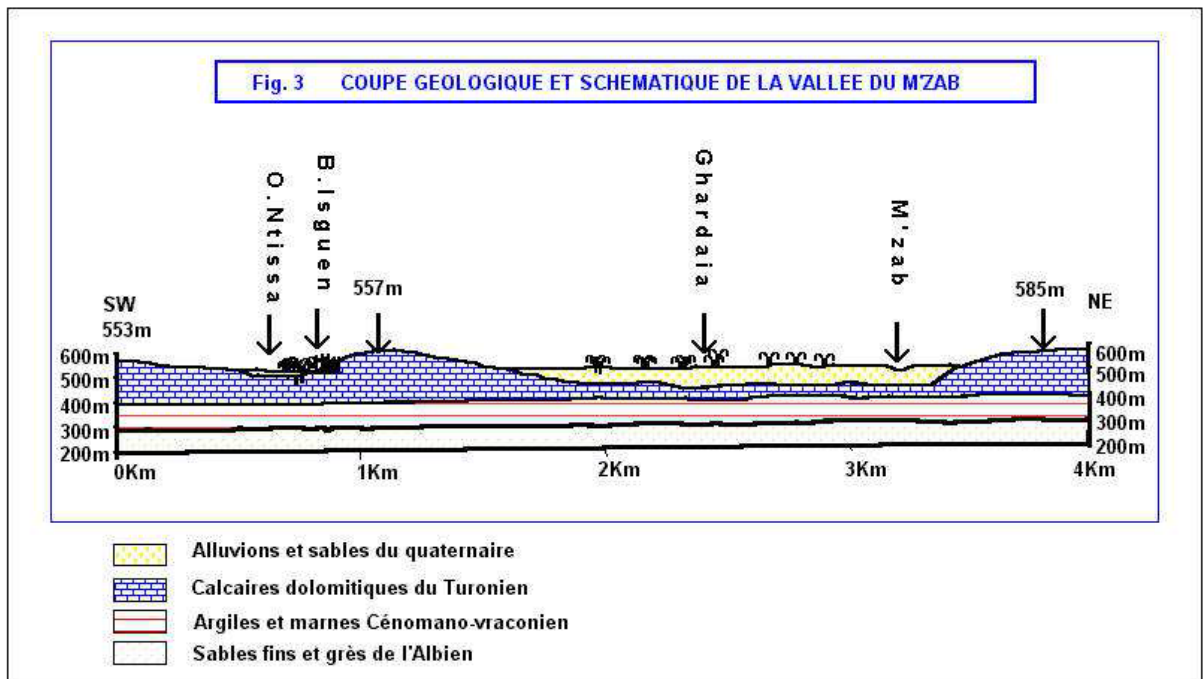
En grande partie il est couvert par les dunes du grand erg occidental.

- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre. Attribués au Turonien.

- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est. Attribués au Sénonien.

- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-est attribués au Mio-pliocène.

- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.



**Fig.13 :**Coupe géologique schématique de la région du M'Zab(source ANRH).

**I-5-2- la géologie locale :**

La zone d'étude présente à l'affleurement d'une succession de formations géologiques allant du Turonien. Le Quaternaire correspond au dépôt de recouvrement alluvionnaire de la plupart de la vallée de l'oued de Metlili.

**Quaternaire :**

Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond de la vallée de l'oued d'une épaisseur de 20 à 35 mètres.

**1-Turonien**

Il est composé par des calcaires blancs, des marnes grisâtres et rougeâtres au sommet, blancs, grisâtre plus ou moins dur à marnes jaunâtres.

**2- Céno-manien :**

Le Céno-manien est composé par des argiles bariolées, marrons et grises à verdâtres plastiquées, à anhydrites, sableuse à la base avec la présence de gypse.

**3- Albien :**

Il est composé de sables fins à moyens jaunâtres parfois rougeâtres à rose. Des intercalations d'argiles verdâtres à vertes sont fréquentés.

**I-5-3- Tectonique :**

Les formations calcaires à structure tabulaires, au droit du site, ne sont affectées par aucun phénomène tectonique notable d'importance régionale. Les mêmes directions et pendages sont mesurés aussi bien en rive droite qu'en rive gauche. Aucune faille d'importance n'est relevée aux environs immédiats du site. La fracturation est cependant intense. Elle est liée d'une part aux phénomènes tectoniques à petites échelles et d'autres part aux phénomènes de géodynamique externe, notamment les variations de température; les fissures qui résultent de ces effets géodynamiques sont superficiels et d'orientation aléatoire

**Conclusion :**

La région de Metlili entaillée dans les massifs calcaires du Turonien se caractérise par 4 couches géologiques : Quaternaire, Touranien, Cénomaniens, Albien  
Cette région dépend à l'agriculture, La nappe albien présente un intérêt important dans le domaine agricole.

Le climat de la région de Metlili a est connu par son aridité marquée notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations (max 16mm) d'une part, et les températures très élevées dépasse 30°C pendant juin (max moy32.93°C) et juillet (max moy34.69°C) d'autre part. Cette aridité ne se constate pas seulement en fonction du manque de pluies, mais aussi par une forte évaporation qui constitue l'un des facteurs climatiques majeurs actuels qui règnent dans la région

A partir ces hautes températures et faibles précipitation acquièrent un climat saharien hyper aride de notre zone d'étude.

CHAPITRE II :  
ETUDE  
HYDROGEOLOGIQUE



## II. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

### II-1. Le système aquifère de Sahara septentrional (SASS) :

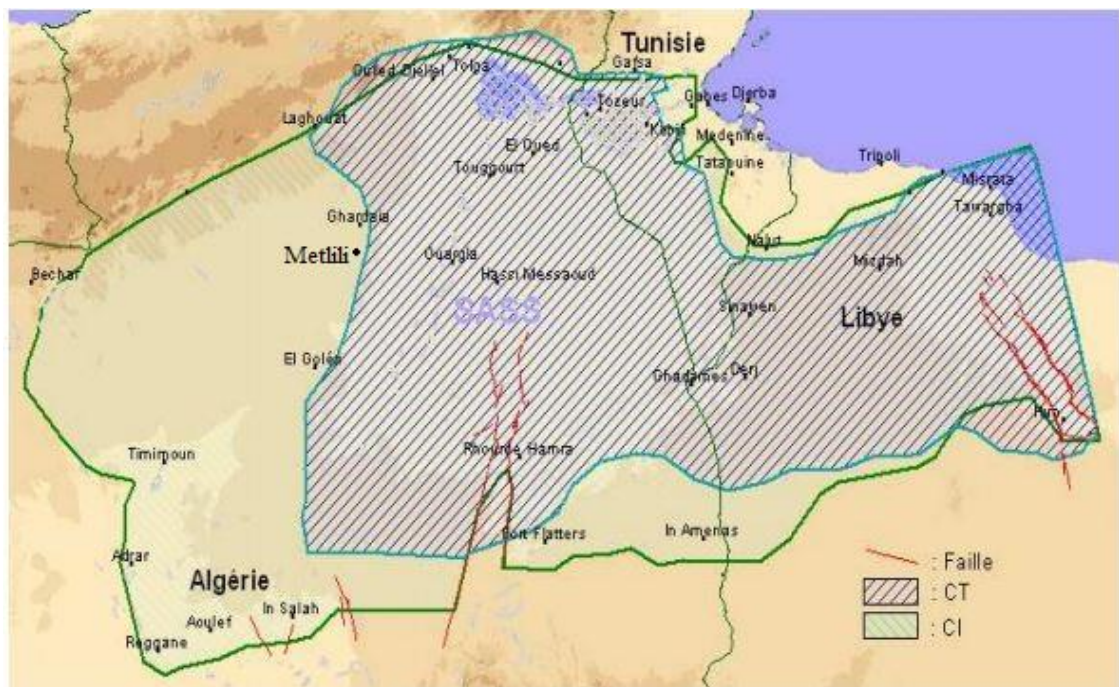
Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) s'étend sur une vaste zone dont les limites sont situées en Algérie, en Tunisie et en Lybie.

Ce bassin renferme une série des couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Le domaine du SASS couvre une superficie d'environ 1 000 000 km<sup>2</sup> dont 70 % se trouve en Algérie, 24 % en Lybie et 6 % en Tunisie et s'étend du Nord au Sud, depuis l'Atlas Saharien jusqu'aux affleurements de Tidikelt et du rebord méridional de Tihert et d'Ouest en Est depuis la vallée de Guire-Saoura jusqu'au graben d'Hun en Lybie (Fig.14).

Ce bassin se subdivise en trois : deux sous-bassins du Grand Erg occidental et de Grand Erg oriental qui sont des cuvettes à écoulement endoréique aboutissant dans des dépressions fermées (chotts et sebkhas) et le plateau de la hamada El Hamra (Fig.15).

Nous rappelons ci-dessous les définitions des aquifères du « CI » et du « CT ».



**Fig.14 :** Limites du domaine SASS (OSS ,2003).

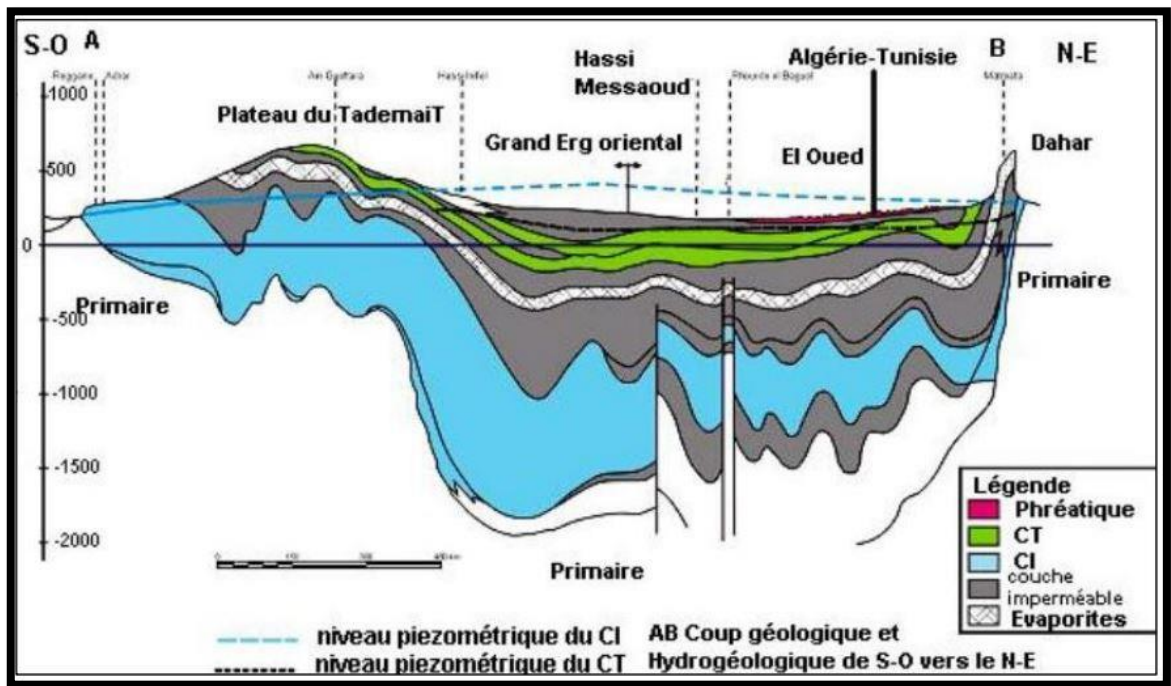


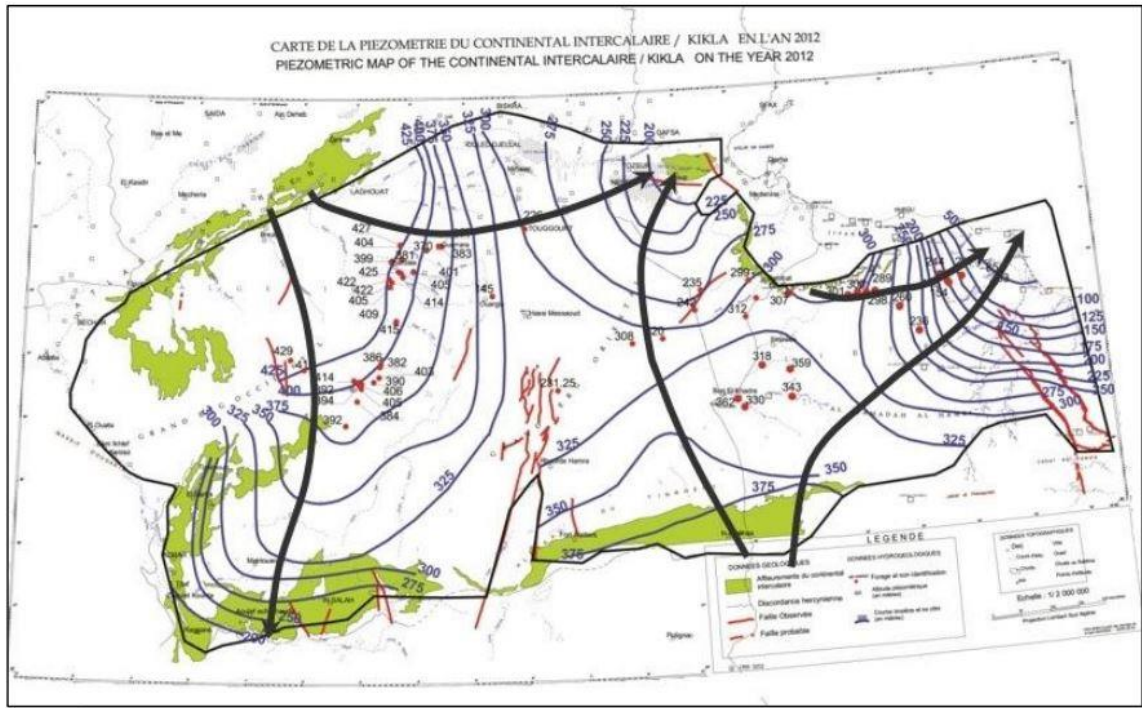
Fig.15 : Coupe hydrogéologique NE-SW du bassin SASS (UNISCO, 1972).

### II-1-1- Le Continental Intercalaire (CI) :

Le Continental Intercalaire est définie comme l'aquifère le plus étendu du bassin, ses extensions déterminent également les limites qui ont été attribuées au domaine du SASS. Majoritairement, il comprend toutes les formations sablo-gréseuses et argilo-sableuses du Crétacé inférieur. Les épaisses séries argilo-évaporitiques du Cénomaniens constituent un toit imperméable de l'aquifère.

Les limites du CI ont été déterminées, à la fois, par l'étude des affleurements géologiques et les sondages, se sont (OSS, 2003) ; l'Atlas saharien au Nord, les massifs paléozoïques de l'Ougarta à l'Ouest et des Tassilis au Sud, allant en continuité d'Adrar à Hun en Lybie, les affleurement sur le Djebel Nefussa et le Dahra au Nord-est, au Nord, l'accident sud Atlasique au Nord des Chotts, relayé vers le golfe de Gabès par la faille d'ElHamma – Médenine, et enfin à l'Est, au niveau du méridien 16° qui a été adopté comme limite de la zone, et que correspond en fait, au passage des eaux douces aux eaux saumâtres dans le bassin de Syrte (OSS, 2003).

La dorsale du M'Zab, orientée approximativement Nord-Sud, divise le domaine du CI en deux sous-bassin hydrogéologiques: le bassin oriental et le bassin occidental. L'ensemble couvre une surface de 1100.000 de km<sup>2</sup>, et une épaisseur moyenne de 358mètres (OuldBaba-Sy, 2005). La partie Sud du réservoir du CI est largement affectée par les occidents Nord-Sud du d'Amguid El Boidqui se prolonge du socle primaire d'El Hoggar (Fig.16)



**Fig. 16:** Carte piézométrique de référence du "CI" (OSS, 2012)

### II-1-2- Le Complexe Terminal (CT) :

Le complexe terminal couvre une superficie de 665.000 km<sup>2</sup>, il regroupe plusieurs aquifères à formation géologique différentes, d'âge Turonien, Sénonien, Eocène et Moi-pliocène. Interconnectés entre eux, l'ensemble forme un même système hydraulique. Ces limites d'affleurement sont :

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- À l'Est, le long du flanc oriental du Dahra et du j. Nafusa en Tunisie.
- Au Sud, sur les plateaux de Tinhert et Tademaït.
- À l'Ouest, sur la dorsale du M'Zab (calcaire du Turonien), considérée comme une zone d'alimentation du CT.

La nappe est jaillissante au centre du bassin et libre sur les bordures. Elle est alimentée essentiellement par infiltration des pluies exceptionnelles dans les sables moi-pliocènes, ainsi que par les fréquents ruissellements le long des oueds descendant de l'Atlas saharien au Nord, et de l'Ouest, par les écoulements des oueds de la chebka du M'Zab (Fig. 17).

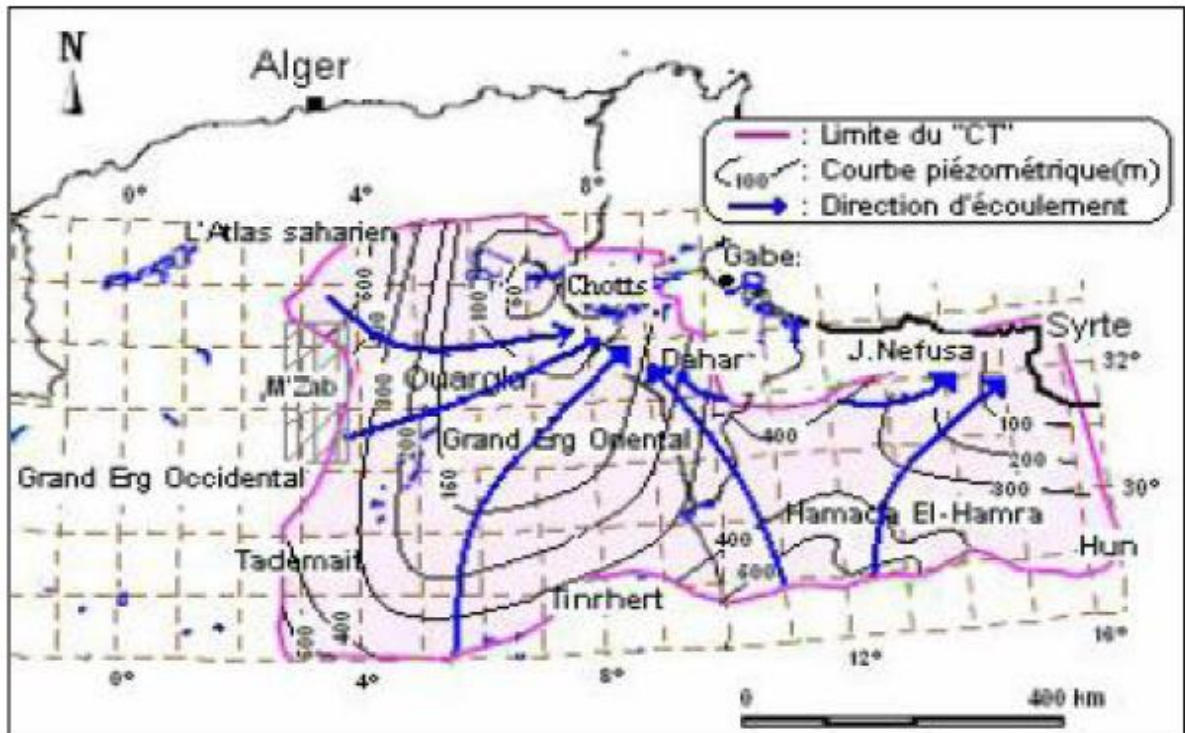


Fig. 17: Carte piézométrique de référence du "CT" (OSS, 2003).

## **II-2. Présentation de système aquifère de la région de Metlili :**

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes superficielles d'inférox-flux (phréatique), et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albiennaise.

### **II-2-1. La nappe phréatique :**

La nappe phréatique existe partout dans le Sahara algérien, elle est abritée dans les alluvions des vallées des oueds de la région. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30m.

Alimentées notamment par les eaux de pluies, d'irrigations, les eaux domestiques, les crues, les eaux de drainages et les eaux souterraines (sources) en provenant des aquifères plus profondes.

Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies des vallées.

La qualité chimique des eaux de la nappe de l'oued M'Zab et oued Metlili, est bonne à la consommation à l'amont, mauvaise et impropre à la consommation à l'aval suite à leur contamination par les eaux urbaines.

**II-2-2. La nappe albienne:**

Elle représente la principale Ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grès et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de 80 à 1000m.

Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage dans les zones de Zelfana, Guerrara, HassiLafhel et Hassi Gara, exploitée par pompage à des profondeurs variant de 0,5m à 140m dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions d'El Menia.

La profondeur de la couche exploitée est d'environ 200m à Goléa, 300m à Mansourah, 400 à 450m dans la vallée du M'Zab et autour de 800m et plus à Guerrara et Zelfana.

**II-3. L'interprétation des coupes hydrogéologiques dans différents de la zone d'étude :**

Il existe dans la région deux principales nappes qui sont:

**II-3-1. La nappe phréatique :**

Il s'agit de nappes superficielles ou alluviales, généralement exploitées par puits. Dans la région, l'inféro-flux est encore exploitée notamment en aval bien que le niveau statique de la nappe est élevé (plus de 25 mètres au-dessous du sol).

La nappe alluviale de metlili est alimentée par les crues d'Oued metlili et les eaux d'irrigation.

La formation de cette nappe sont des calcaire-marneux d'âge Turonien. Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées Essentiellement, pour irriguer les palmeraies.

La qualité chimique des eaux de la nappe est Bonne à la consommation.

**II-3-2. La nappe du Continental Intercalaire (CI) :**

La nappe du Continental intercalaire représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grès, marne et d'argiles sableuses d'âge Albien. Elle est captée à une profondeur allant de 280 à 500m.

Cette nappe est Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage, le réservoir principal de la zone d'étude se situe essentiellement dans l'Albien, constitue le principal objectif hydrologique des forages réalisés pour alimenter le village de Metlili en eaux potable et pour l'irrigation. Le nombre de forage capte le CI est 44 forage, 32forage est exploitable, a un débit moyen 30-80 l/s, (A.N.R.H, Ghardaïa 2011).

**II-4. Logs lithostratigraphique des forages de la zone d'étude:****II-4-1-le forage agricole 1 Metlili :**

Les coordonnées géographiques de ce forage :

X : 3°36'46"Y : 32°15'59"Z : 506 m

Description lithostratigraphique de ce forage :

**-Le Quaternaire :** De 0 à 3 mètres. Il est composé de dépôts alluvionnaires, galets, sables.

**-Le Turonien :** De 3 à 148 mètres. Calcaire grisâtre à blanc et calcaire dolomitique et dolomitique argileux à passage de marne à trace de gypses.

**-Le Cénomaniens :** De 148 à 280 mètres. Il s'agit d'argiles vertes à anhydrites et gypses. Compactes et bariolées marron à gréseuses vertes.

**-L'Albien :** A partir de 280 mètres.

280 à 300 m : sables fins gris argileux ;

300 à 320 m : argiles vertes sableuses à grès brun ;

320 à 370 m : Grès fins, sables ;

370 à 400 m : Grès brunâtres argileux ;

400 à 450 m : sables fins gris, grès à passage d'argiles;

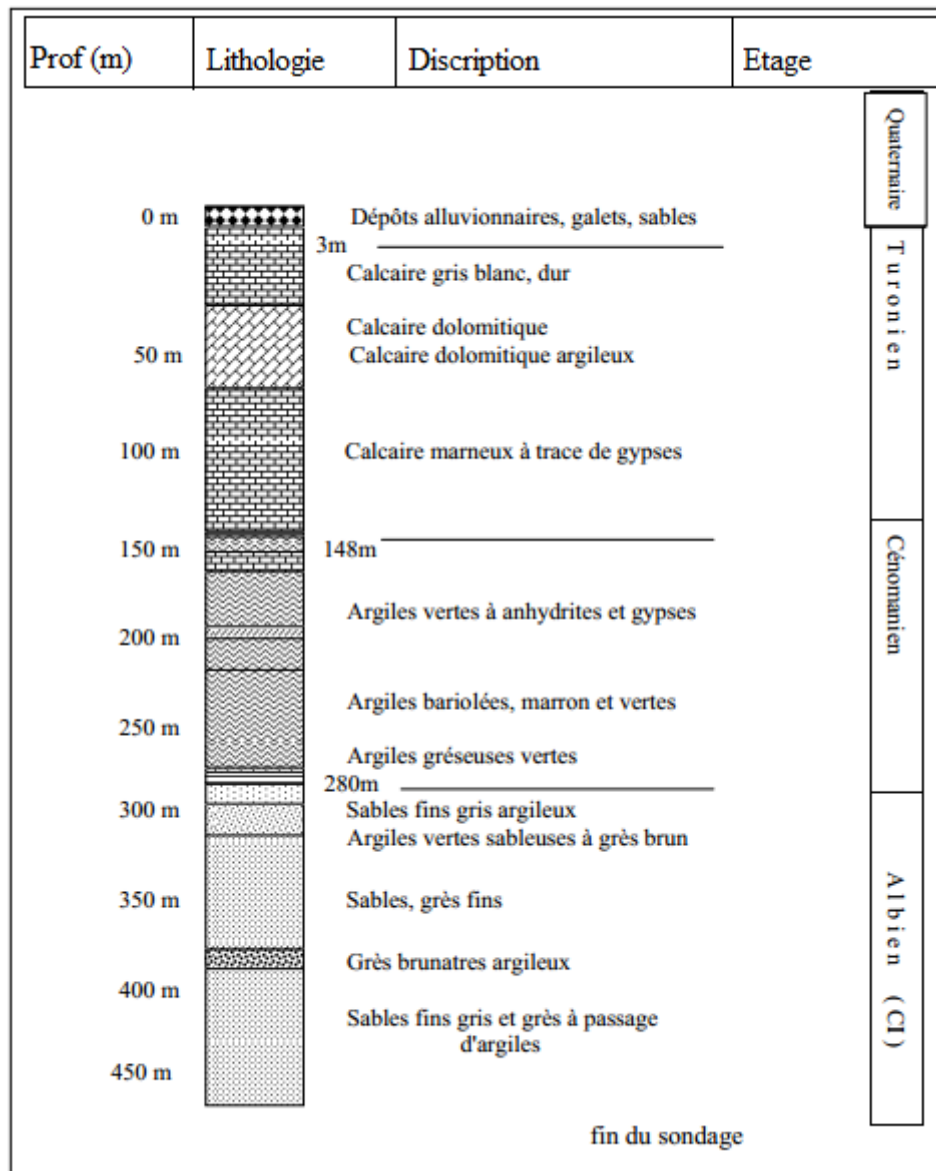


Fig.18 : Colonne litho stratigraphie du forage agricole Metlili.

**II-4-2-le forage agricole 2 Metlili :**

Les coordonnes géographique de ce forage :

X : 32° 15' 23" E. Y : 03° 49' 45" NZ : 419 m

Description lithostratigraphique de ce forage :

-Le Quaternaire : De 0 à 25 mètres. Il est composé de dépôts alluvionnaires, sables.

-Le Turonien : De 25 à 50 mètres. Calcaire gris, à blanc Dur

50 à 75 m : Calcaire gris.

75 à 100 m : Calcaire blanc massif, dolomitique blanc

100 à 125 m : Calcaire, Calcaire marneux

-Le Cénomaniien : De 125 à 150 mètres : Il s'agit de Marne jaunâtre et Marne jaunâtre argileuse

150 à 275 m : composé à couches d'argiles mélangé enter : verdâtre grise, à gypses, à anhydrite.

Et marron, bariolée, gris plastique, gris et brun sableux

**-L'Albien :** A partir de 280 mètres. Composé généralement de sable et quelques d'argiles et grés

280 à 300 m : sables brun gréseux

300 à 325 m : sable fin, rosé à rognons de grés et grés

325 à 375 m : sable argileux jaunâtre et grossier à gravier ;

375 à 400 m : Grès brun à jaunâtre ;

400 à 450 m : sables jaunâtre fins argileux, argile grise sableuse

450 à 475 m : sable rose à rognons de grés, argiles sableuse rougeâtre

475 à 503 m : sable rouge argileux



Prof	Lithologie	Description	Etage
0			
25		Alluvion, sables	Q
50		Calcaire gris. Blanc dur	Turonien
75		Calcaire gris	
100		Calcaire blanc massif, dolomitique	
125		Calcaire	
150		Calcaire marneux	
175		Marne jaunâtre argileux	Cénomanién
200		Argile verdâtre, grise, à gypses	
225		Argiles verdâtres à anhydrite	
250		Argiles verdâtres et marron	
275		Argile briolée, marron et gris	
300		Argile gris plastqu	
325		Argile grise sableuse, brune sableuse	Albin
350		Sable brun gréseux	
375		Sable fin, rose à rognons de grés	
400		Grés et sable	
425		Sable argileux jaunâtre	
450		Sable grossier à gravier	
475		Grés brun à jaunâtre	
503		Sable jaunâtre fin argileux	
		Argile grise sableuse	
		Sable rose à rognons de grés, grosier	
		Argiles sableuse rougeâtre	
		Sable rouge argileux	

Fig.19 : Colonne litho stratigraphie du forage agricole Metlili.

**II-5. Gestion des ressources hydrique de la région d'étude:**

**II-5-1. Exploitation de la nappe CI :**

Le premier forage exploitant la nappe CI dans la région de Metlili en 1949, situe avec une profondeur de 490m (ANRH de Ghardaïa 2018).

Évolution rapide du nombre des forages captant la nappe de l'Albien. Le nombre qui était de 39 forages en 2011, est passé à 42 en 2016.

Il y a 22 forages d'AEP et une seul forage d'AEI et 21 forages pour IRR.

**Tableau°11** : Nombre des forages et volumes d'exploitation de la zone d'étude :

Région	Nombre de Forages			Débit moyen (L/s)	Volume soutire (hm <sup>3</sup> /an)	profondeur moyen (m)	Destination
	Total	Exploité	Non Exploité				
Metlili	44	32	12	35	13.42	500	AEP + IRR

### **II-6. Evolution piézométrique de Continental Intercalaire de la zone d'étude :**

La campagne piézométrique de la nappe CI de la région de Metlili n'est pas réalisé a cause de certaines conditions qui ne permet pas la cour propriétaire des forages et les outils nécessaires pour faire cette campagne. Donc, on à faire la carte à partir des données des forages (l'A.N.R.H de Ghardaïa).

A partir de cette carte (Fig.22), nous remarquons qu'il y a un sens d'écoulement dans la région d'étude est de Nord-Ouest vers l'Est. On remarque aussi que les courbes isopièzes sont bien espacées presque dans toute la région d'étude. Ceci traduit un faible gradient hydraulique.

En outre, la carte mis en évidence une dépression piézométrique dans les années dernières, a cause de sur exploitation des forages d'IRR dans la zone.

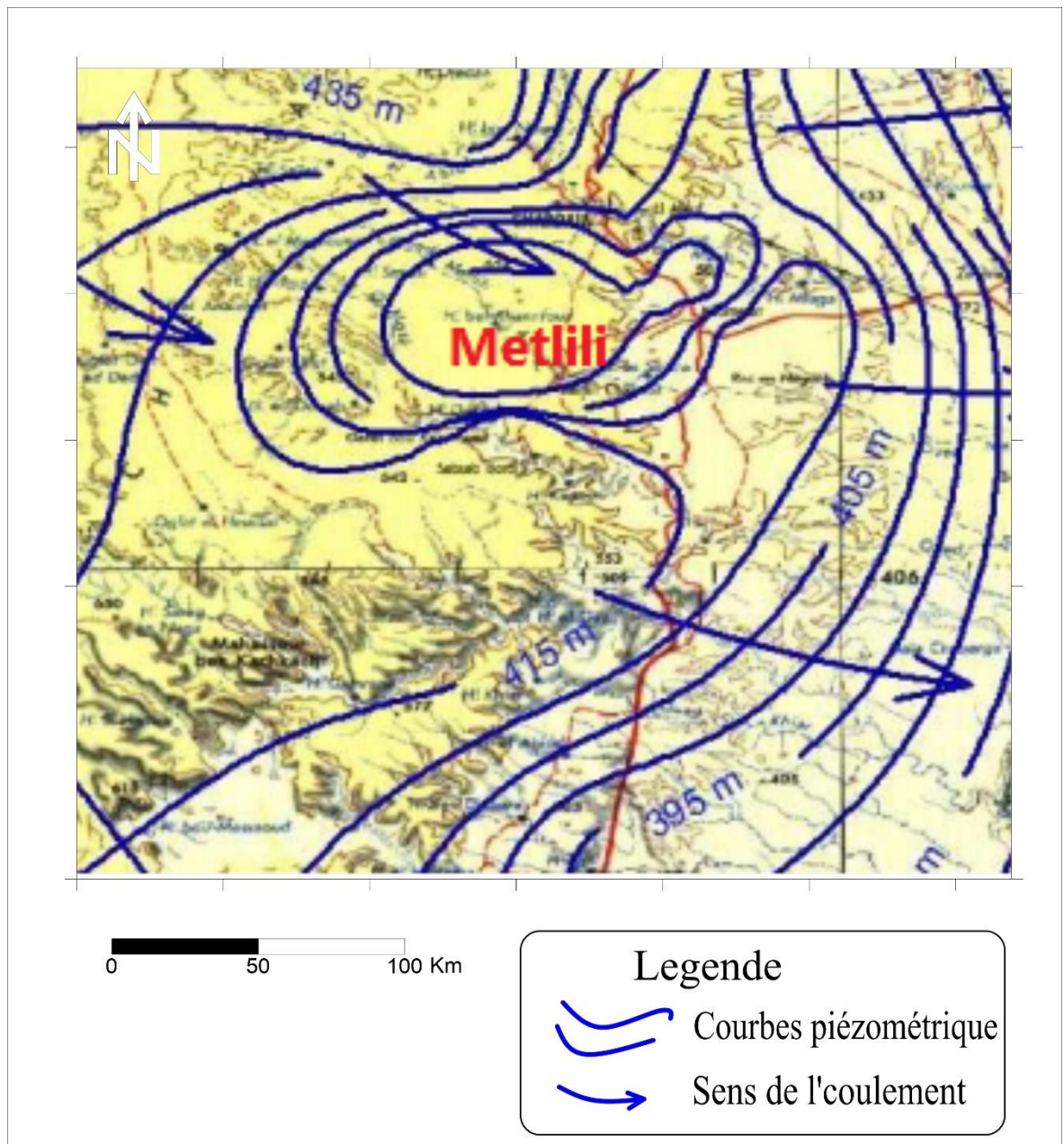


Fig.20: Carte piézométrique de la nappe du CI dans la région du Metlili.

**Conclusion :**

La région de Metlili caractérisé par deux nappes, la nappe phréatique (Turonien) a 25 m et la nappe continentale intercalaire (Albien) a 275 - 500m.

L'aquifère superficielle est formé d'alluvions et de sables du Quaternaire d'épaisseur peut atteindre 25 à 30 mètres reposent sur les couches calcaires du Turonien fissurés d'épaisseur de 40 à 100m. Cette nappe d'Infero-flux, exploitée par des puits traditionnels, présente un intérêt très important dans le domaine agricole. L'examen de la carte piézométrique montre que l'écoulement général des eaux de la nappe se fait du nord-ouest vers l'Est, le long du lit de l'oued, il est identique aux écoulements de surface. Important, donc chute de pression de certains forages.

La plupart des forages utilisés pour l'irrigation captent la nappe Albien à un débit moyen de 80 l/s et ces eaux de la nappe du CI sont bonnes pour la consommation humaine.

CHAPITRE III :  
ETUDES  
HYDROCHIMIQUES

**III-Etude hydrochimique :**

Avant d'exposer les résultats des mesures et d'analyse physico-chimique obtenus dans les eaux de la nappe continentale Intercalaire. On a jugé utile de présenter les conditions et le mode d'échantillonnage, ainsi que les techniques de mesure et d'analyse de nos échantillons. Des outils informatiques (logiciels), employés pour le traitement de nos résultats. Nécessitent d'être brièvement présentés.

On a pris des prélèvements à partir de (10) forages de la nappe CI, pour faire les analyses physico-chimiques pour couvrir la région de Metlili.

**III-1-Méthode d'échantillonnage**

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de l'ADE Ghardaia. Dix (10) de la nappe CI, ont été prélevés dans des flacons en plastiques. Les flacons ont été rincés à l'eau de forage avant de prélèvement, nous avons procédé à la sélection d'un nombre restreint de points d'eau éparpillés d'une façon à couvrir la totalité de la région étudiée.

Dans le souci de rapporter au mieux les propriétés caractérisant les eaux de la nappe de CI de Metlili, la collecte des échantillons s'est déroulée dans le respect des étapes, et consignes suivantes :

- Faire des mesures sur terrain (T°, PH et conductivité).
- Remplissage des flacons destinés aux analyses physico-chimiques.
- Étiquetage des flacons, afin de faciliter leur identification.
- Transmission des échantillons d'eau ainsi prélevés et transportés au laboratoire.

**III-2-Qualité des eaux de la nappe de continental intercalaire.**

**III-2-1. Qualité des eaux de la nappe du CI :**

Du point de vue consommation, les analyses chimiques d'échantillons, présentés dans le tableau comparatif avec les normes nationales et les normes de l'OMS, montrent que les eaux de Metlili sont, ne sont pas trop chargés et présentent un faciès chimique de type sulfatée carbonatée et magnésienne.

La comparaison des quantités de minéraux contenus dans les eaux de la région et les normes nationales et celles de l'OMS montre que ces eaux sont bonnes pour la consommation

**Tableau°12 :** Comparaison entre l'eau de la région et la réglementation nationale et de l'OMS.

Localités	Quantités (mg/l)								
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	R.S
Ghardaïa	120	70	230	10	350	550	160	18	1450
Zelfana	126	169	112	20	135	950	153	0	1832
Metlili	120	58	175	8	215	420	119	20	1424
Mansoura	60	110	132	7	230	305	163	21	987
Normes nationales	100	200	150	12	200	250	500	50	1500
Normes de l'OMS	100	250	200		250	400		44	2000

On observe à partir cette graphique que les anions sont les éléments dominants dans les eaux de Metlili.

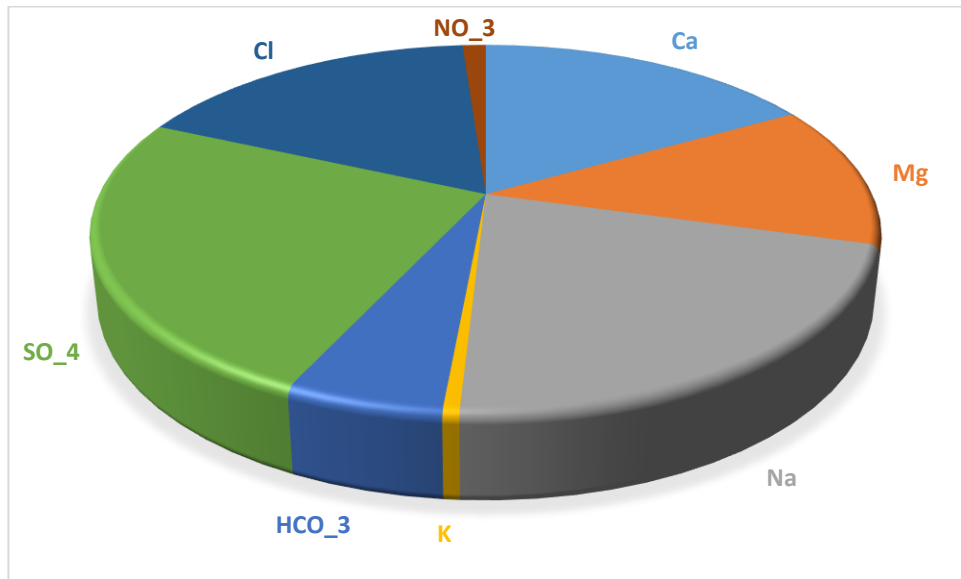


Fig.21 : Les pourcentages des éléments chimiques de la région de Metlili.

III-2-2. Facies chimique :

La représentation des éléments chimiques des différents échantillons (10) sur les diagrammes de Piper (Fig23) et schoeller (fig24) montre que la majorité des échantillons se coïncident sur les pôles caractérisant les faciès sulfatés sodique.

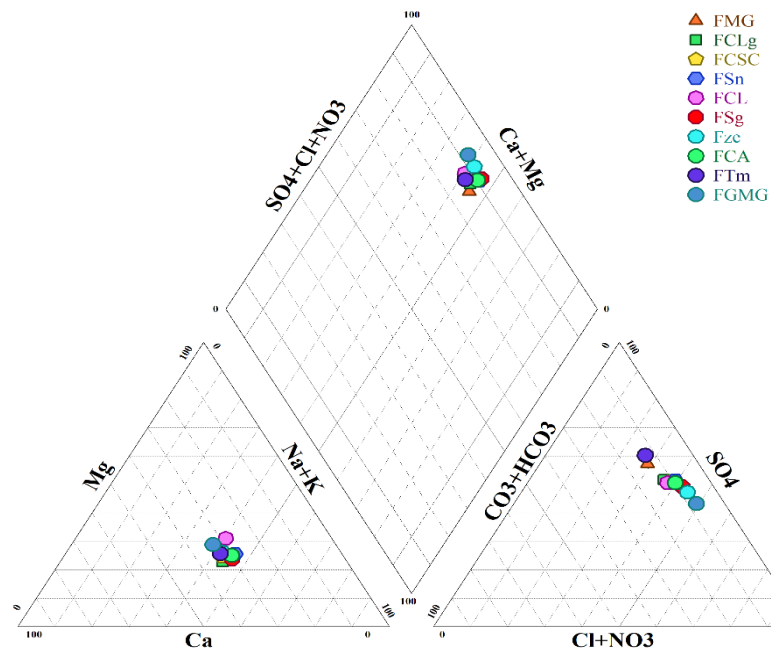


Fig22 : Le diagramme de Piper des eaux de la nappe du CI (2019).



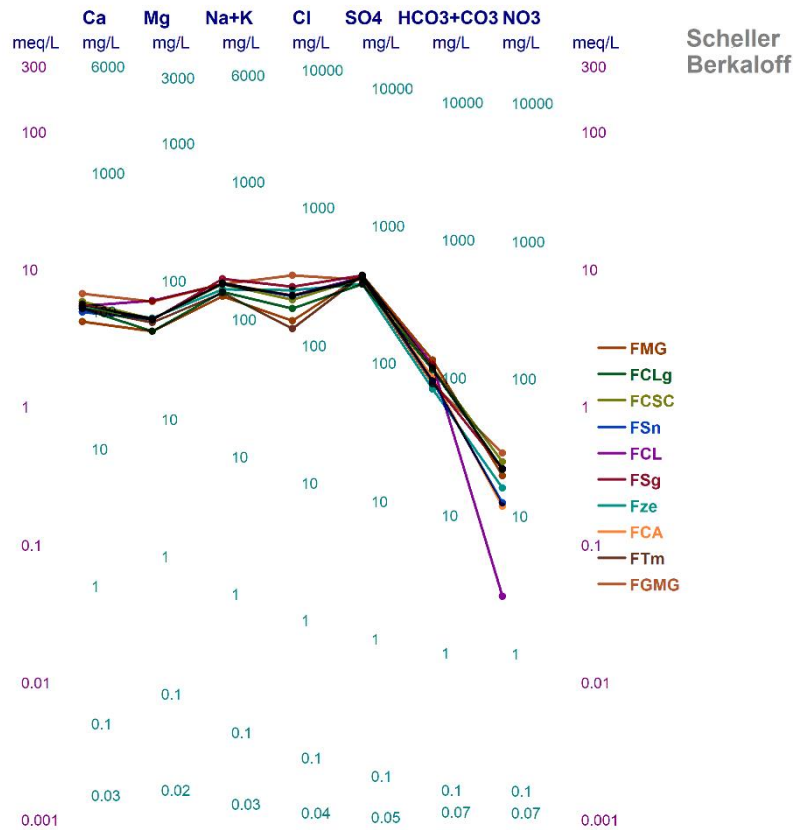


Fig23 : Le diagramme de schoeller des eaux de la nappe du CI (2019).

La classification des eaux de la nappe superficielle selon la formule caractéristique de STABLER permet d’élaborer le tableau 13.

Tableau 13 : classification des eaux selon STABLER

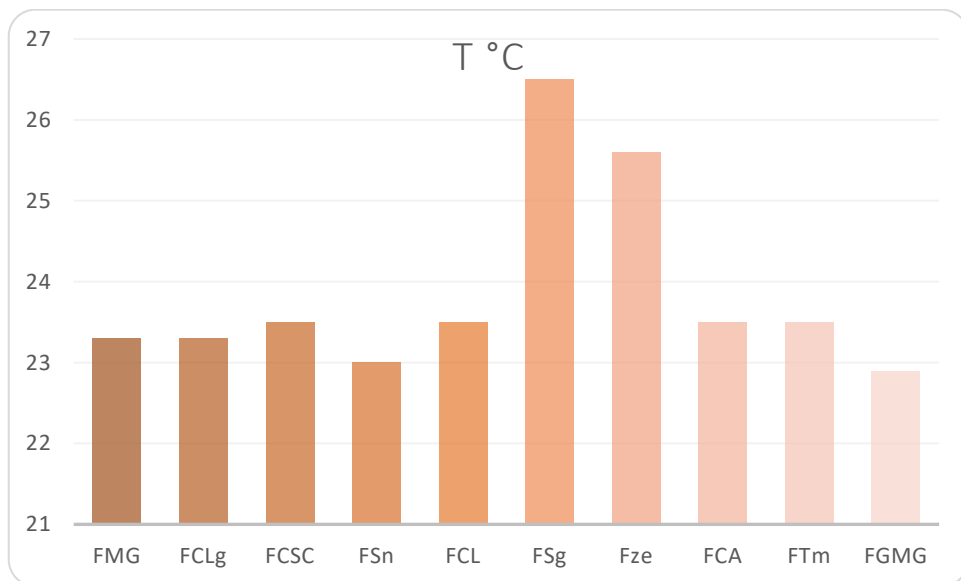
facies chimique	La formule caractéristique de Stabler	Les Forages
Sulfaté sodique	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ et $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$	FMG ; FCLg ; FCSC ; FSn ; FCL ; FSg ; Fze ; FCA ; FTm FGGM.

**III-2-3. Les paramètres physicochimiques.**

**1. Température :**

La température de l'eau varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Le gradient de température géothermale est de 3°C par 1 kilomètre. Cela signifie que les eaux souterraines sont d'autant plus chaudes qu'elles sont profondes.

Les températures de l'eau de la nappe CI (Fig25) sont fortement influencées par la profondeur de l'eau sous le sol. Elle varie entre 22.9°C et 26.5°C. Elles dépassent la norme algérienne de l'eau potable (25°C).



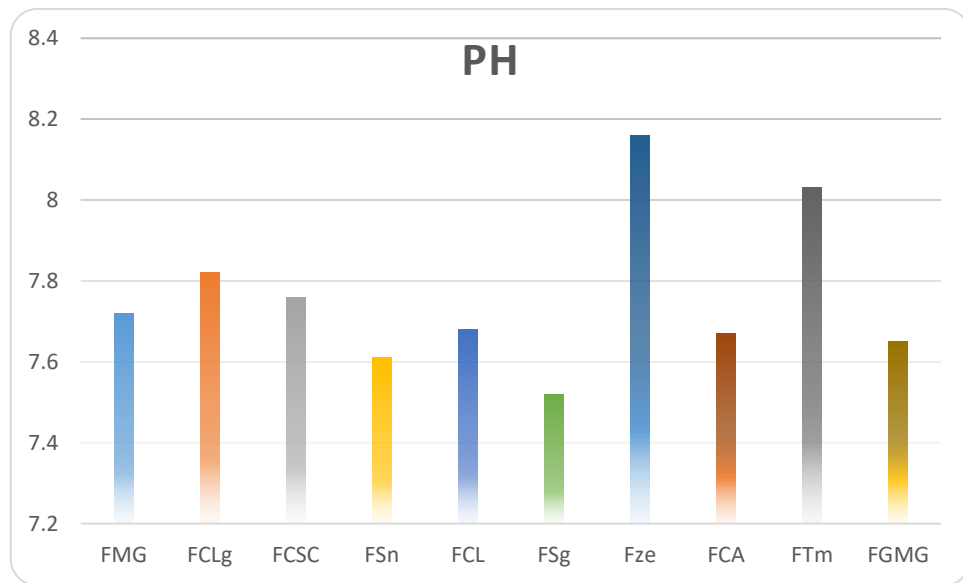
**Fig.24 :** Histogramme des variations de la température des eaux de la nappe CI de Metlili en °C.

**2. pH (Le potentiel d'hydrogène) :**

Dans la plupart des eaux naturelles, il dépend de l'équilibre carbonate- bicarbonate anhydrique carbonique, lorsqu'il est inférieur à sept l'eau est acide, et lorsqu'il est supérieur à sept l'eau est basique, Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau :

- Si le pH inférieur à 7 peut conduire à corrosion du ciment ou des métaux des canalisations avec entraînement de plomb par exemple.
- Si le pH élevé peut conduire à des dépôts incrustant dans les circuits de distribution, pour cela les normes préconisent un pH compris entre 6.5 et 8.5.

D'après l'histogramme de la fig26, les eaux de continental intercalaire (CI),présentant un pH oscille entre 7.52 et 8.16. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable.

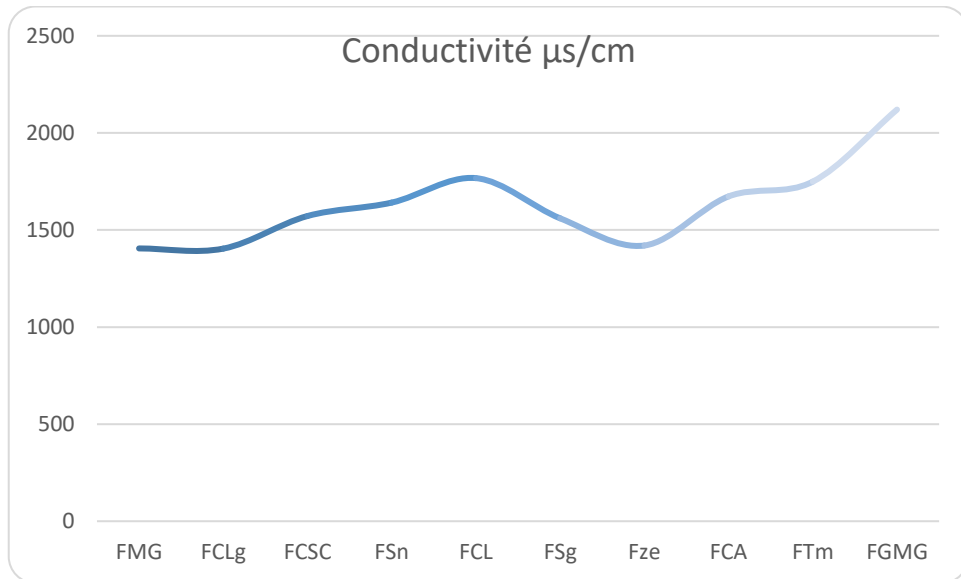


**Fig25 :** Histogramme du potentiel d'hydrogéné (pH)des eaux de la nappe CI de Metlili.

### 3. La conductivité électriques (CE).

La conductivité électrique exprime la salinité de l'eau, son élévation traduit une salinité élevée et inversement. Les matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. Elle permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Elle est également plus importante lorsque la température de l'eau augmente (OMS, 1994). L'OMS recommande comme valeur limite 1000  $\mu\text{S} \cdot \text{Cm}^{-1}$ .

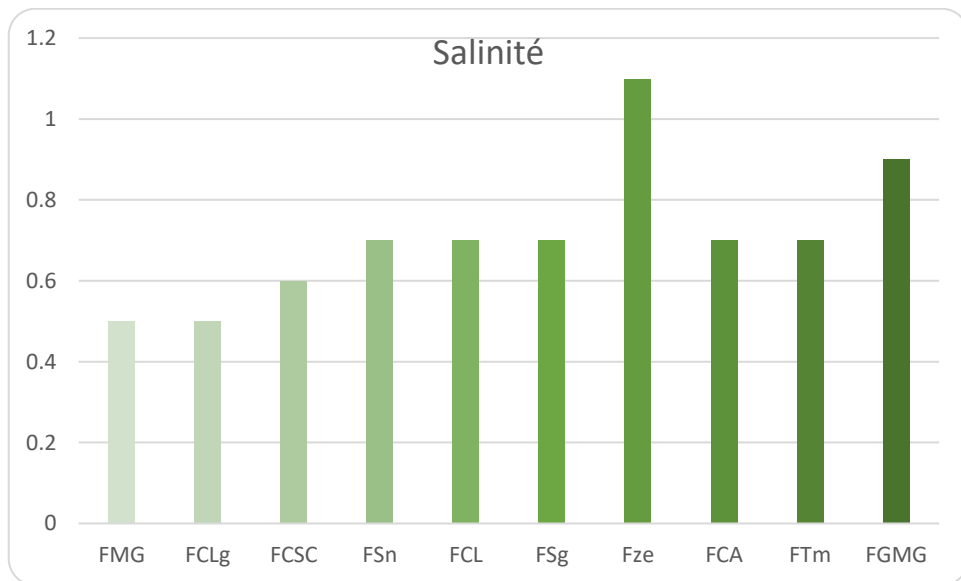
La conductivité électrique mesurée dans les échantillons des eaux de continental intercalaire oscille entre 1404 et 2410  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ , donc cette eau ne dépasse pas la norme algérienne de l'eau potable (2800  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ).



**Fig.26 :** Histogramme de la conductivité électrique des eaux de la nappe CI de Metlili en µs/cm.

**4. La salinité :**

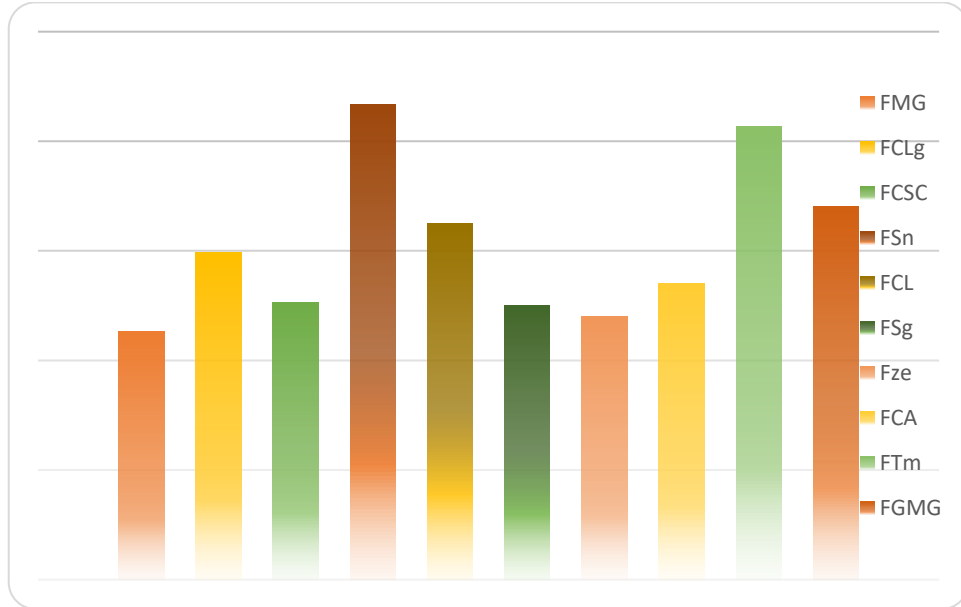
Les sels qui expriment la dissolution des sels dans les eaux, on remarque que la salinité varie entre 1.1 et 0.5.



**Fig.27 :** Histogramme des variations de la salinité des eaux de la nappe CI de la vallée de Metlili.

**5. Le résidu sec :**

Les teneurs en résidu sec suivent presque la même évolution que celle de la conductivité avec des valeurs moyennes à élevées. Le minimum est de 1130mg/l, et le maximum est de 2168 mg/l. Elles dépassent la norme algérienne de l'eau potable (2g /l).

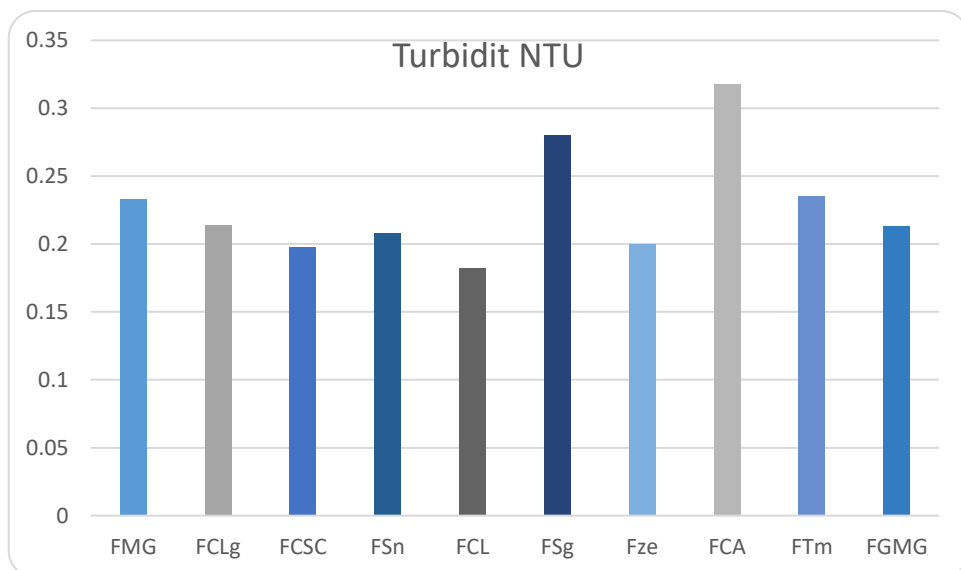


**Fig.28 :** Histogramme des variations du résidu sec des eaux de la nappe CI de Metlili en mg/l.

**6.Turbidité :**

La turbidité de l'eau vient de la présence de diverses matières en suspension telles que argiles, limon, matière organique et minérale en fines particules.

On remarque que la turbidité varie entre 0.182 et 0.318 NTU.

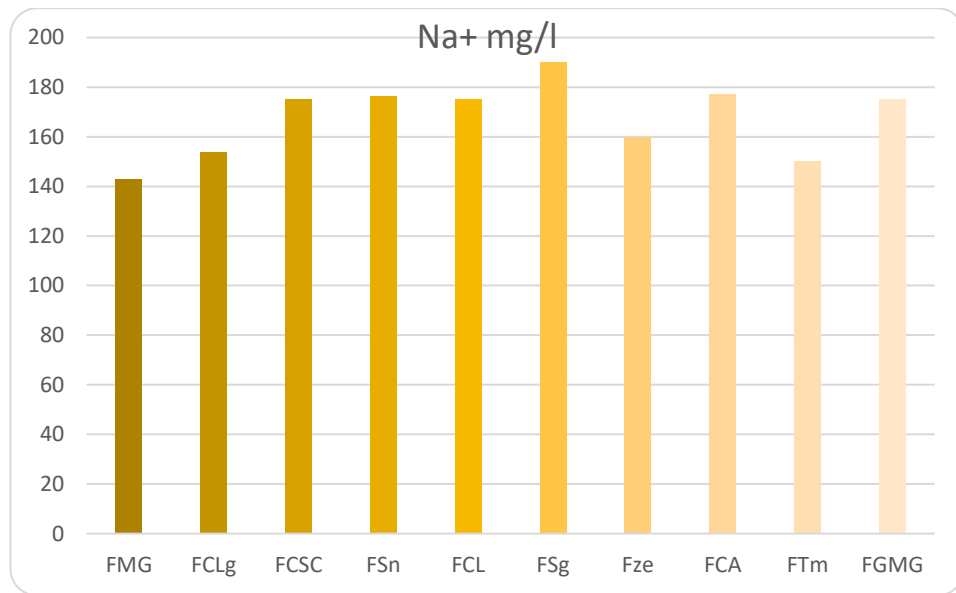


**Fig.29 :** Histogramme des variations de la turbidité des eaux de la nappe CI de Metlili en NTU.

**7. Sodium (Na<sup>+</sup>) :**

Le sodium est nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Mais trop de sodium peut augmenter le risque d’hypertension artérielle. Pour les doses admissibles de sodium dans l’eau, il n’a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium devient saumâtre prennent un gout désagréable. (RODIER, 1984)

La teneur de Sodium (Na<sup>+</sup>) dans les eaux de continental intercalaire (CI) de la vallée de Metlili est varié entre 190 mg/l et 143 mg/l. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l’eau potable (200 mg/l).

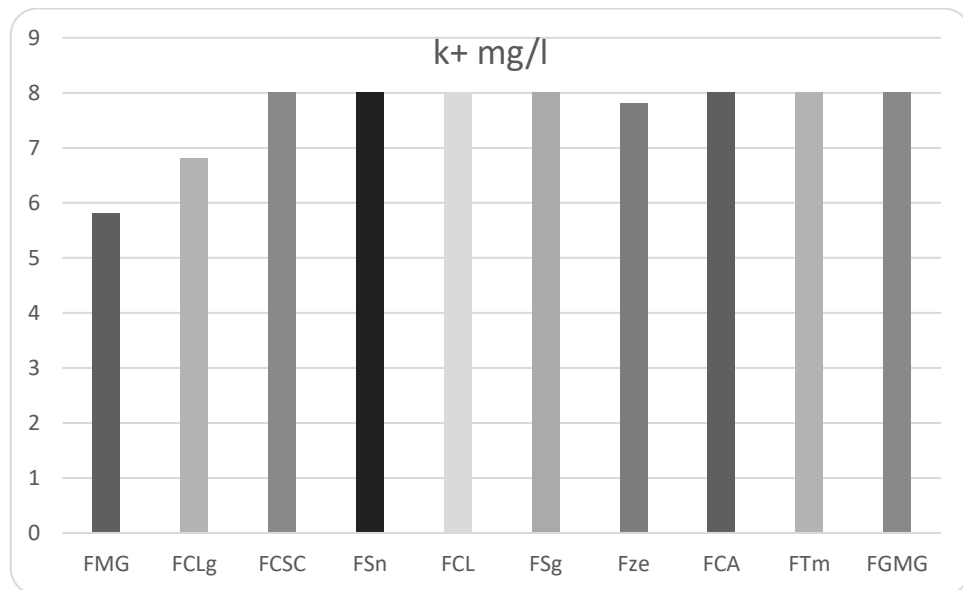


**Fig.30 :** Histogramme de sodium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

**8. Potassium (k<sup>+</sup>) :**

La teneur en potassium soit presque aussi importante que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l. Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Mais il est à signaler que l’excès du potassium dans le corps humain provoque une hyperkaliémie. Ses symptômes sont principalement une défaillance du cœur et du système nerveux central qui finit par un arrêt cardiaque. (RODIER, 1984)

La teneur de potassium (Fig.32) est variée entre 5.8 mg/l et 8 mg/l, elle ne dépassant pas la norme algérienne de l’eau potable (20mg/l).



**Fig.31** : Histogramme de potassium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

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

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeure de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorure, etc. Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium, les eaux qui dépassent 200mg/l de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation chaudières (l'installation de chauffage). (RODIERER, 1984).

La teneur de Calcium (Ca<sup>2+</sup>) dans les eaux de continental intercalaire (CI) de la vallée de Metlili est varié entre 84.96 mg/l et 136.3 mg/l. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (200 mg/l)

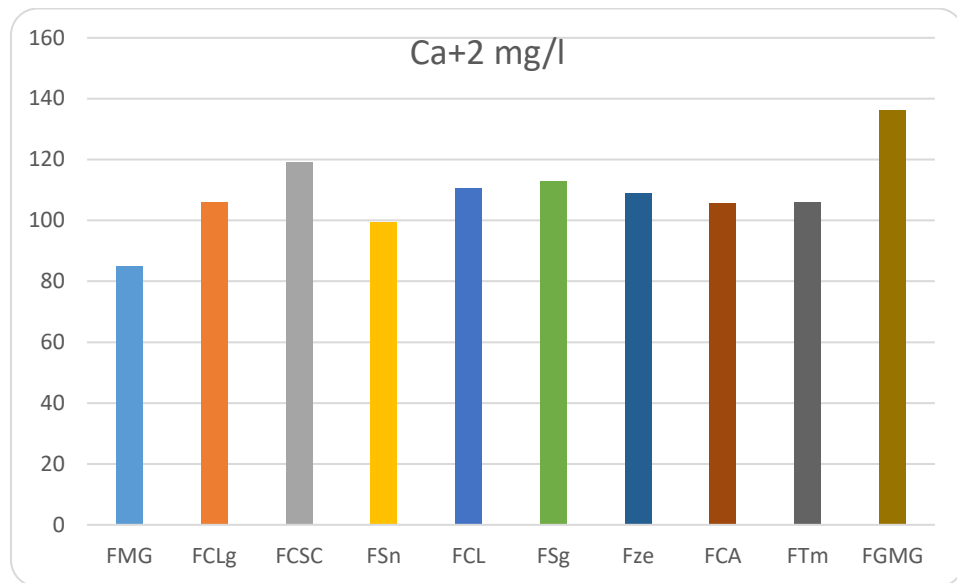


Fig.32 : Histogramme de calcium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

### 10. Magnésium (Mg<sup>+2</sup>) :

L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans thérapeutique de la spasmophilie est bien connu, A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates),élément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animale, la concentration maximale admissible est 50mg/l. (RODIER, 1984).

Les concentrations de Mg<sup>+2</sup> ne dépassant pas la norme algérienne de l'eau potable (150mg/l); la teneur maximale est de l'ordre de 72.9mg/l alors la valeur minimale est de 43.74mg/l.

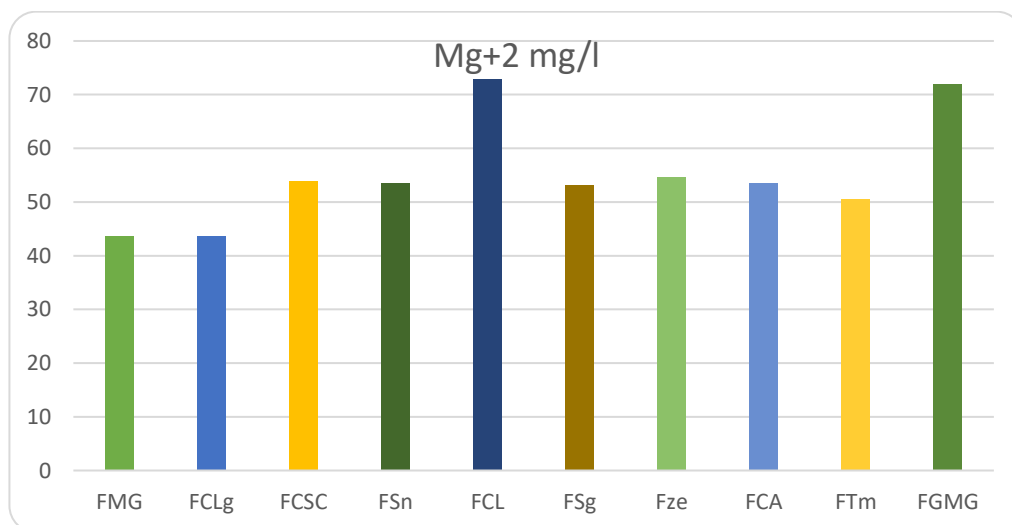


Fig.33 : Histogramme de magnésium dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

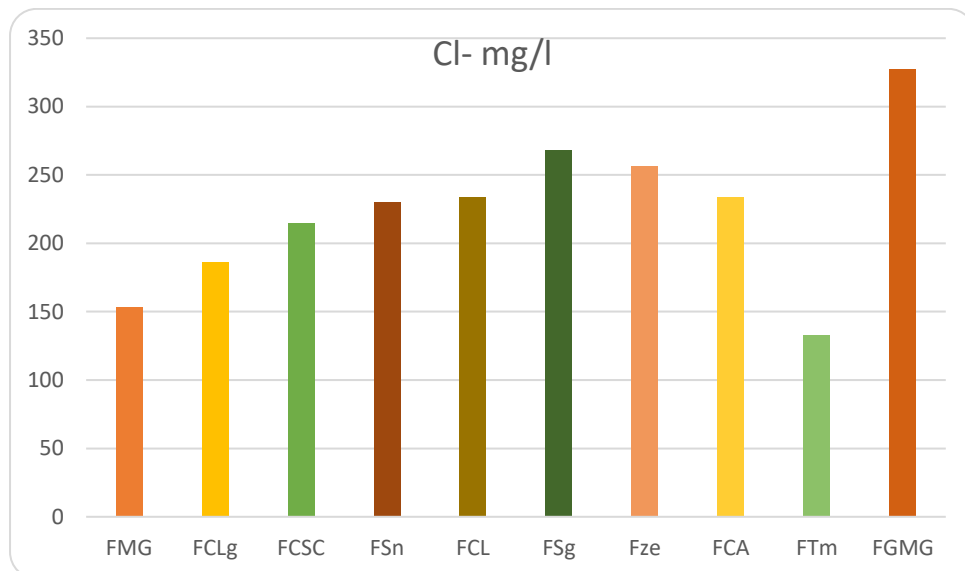


**11. Chlorure (Cl<sup>-</sup>) :**

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés.

Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium et considéré comme un gros inconvénient, Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l.

La teneur de Chlorure (Cl<sup>-</sup>) est variée entre 132.5 mg/l et 327.5mg/l, elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable qui est 500 mg/l.

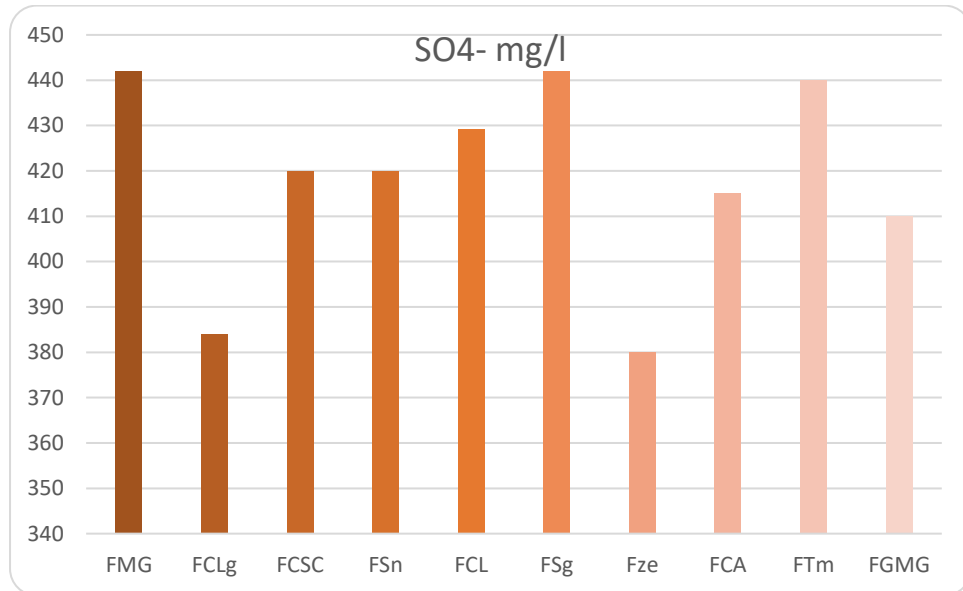


**Fig.34 :** Histogramme de Chlorure dans des eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

**12. Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) :**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variable, leur présence résulte de la légère dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfures dans les roches (pyrites), des matières organiques par l'origine animale, la teneur en sulfates des eaux doit être liée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation suivant ceux-ci, et selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfate dans l'eau peut entraîner des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant. La propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative est plus importante en présence de magnésium et de sodium, utilisées d'ailleurs dans le thermalisme.

L’histogramme de teneurs des sulfates (Fig.36) varie de 380 mg/l à 442 mg/l, Les valeurs de sulfate mesurées dans les eaux de la nappe CI dépassent la norme algérienne de l’eau potable qu’est (400 mg/l), sauf que 2 forages Chaabetelgoul : 384 mg/l ; Zerieb : 380 mg/l.

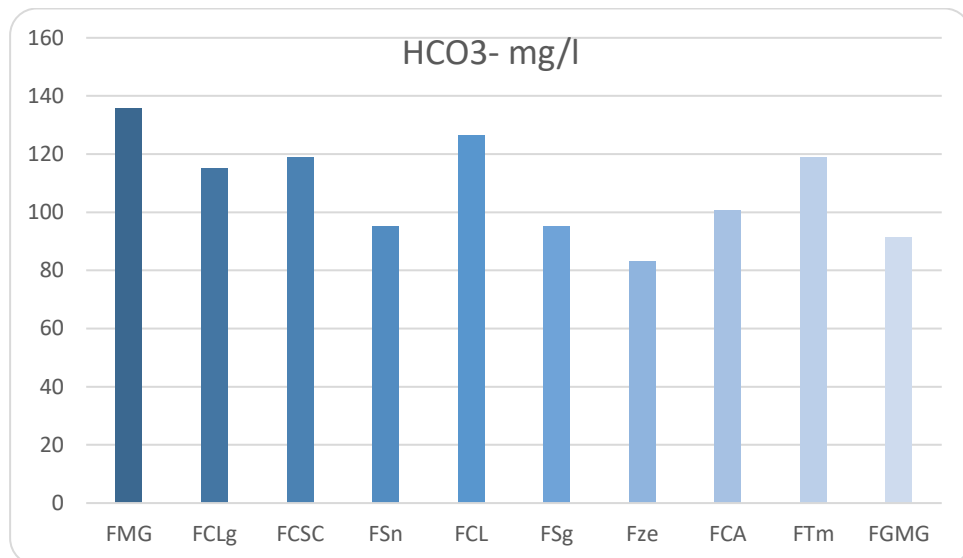


**Fig.35 :** Histogramme de sulfate dans des eaux de la nappe CI de de Metlili en mg /l.

**13. Les bicarbonates HCO3<sup>-</sup> :**

La présence des bicarbonates dans l’eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire. Dolomite ...etc.) par des eaux chargées en gaz carbonique. Les pH alcalins de l’eau inférieurs à 8.3, maintiennent l’eau dans le domaine de stabilité vis-à-vis des bicarbonates dans tout le système aquifère du CI.

Les concentrations enregistrées dans les eaux de continental intercalaire révèlent des concentrations ne dépassant pas la valeur guide de l’OMS pour l’eau de boisson (300mg/l). Nous signalent que la norme algérienne d’eau potable ne donne aucune limite pour le bicarbonate. La teneur du bicarbonate (Fig.37) varie entre 135.6 mg/l et 83 mg/l.



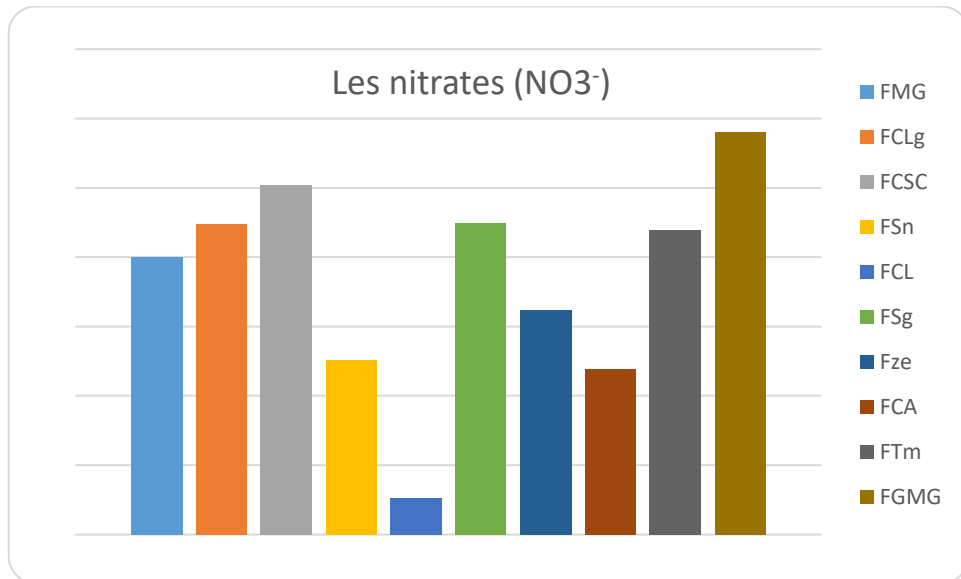
**Fig.36** : Histogramme des variations du HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans des eaux de la nappe CI de la vallée de Metlili en mg /l.

### III-2-4. Les substances indésirables

#### 1. Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, et c'est la forme la plus soluble de ce dernier. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixe la concentration maximale en nitrates dans l'eau potable à 50mg/l. Les teneurs en nitrates observées, sont relativement moyennes à très faible dans les eaux de CI. Elles sont inférieures à la norme algérienne d'eau potable (50 mg/l). Des concentrations de nitrate dans les eaux de continental intercalaire (CI) de la vallée de Metlili indiquant une contamination par les eaux de la nappe phréatique, même que le phénomène reste indéfini (drainance ou infiltration à travers les forages mal réalisés ou détériorés).

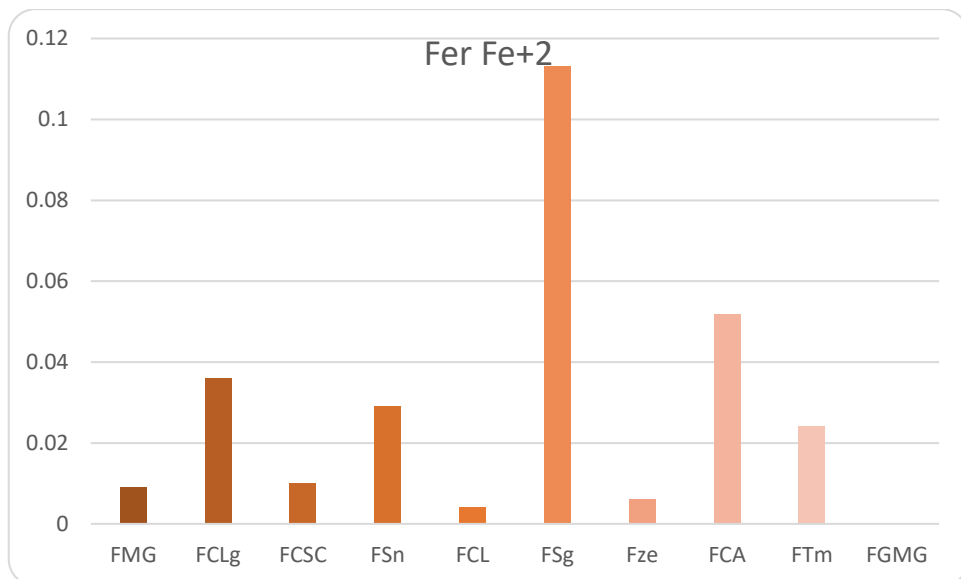
La plage de concentration rencontrée s'étale entre 2.62mg/l et 29.05 mg/l. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (50 mg/l).



**Fig.37** : Histogramme la concentration de nitrates dans les eaux de la nappe CI de Metlili en mg /l.

**2. Le Fer Fe<sup>+2</sup> :**

Les résultats indiquent que l'élément de fer présent a des teneurs réduites, on remarque que la valeur la plus petite est 0 mg/l, et la valeur la plus élevée est 0.113mg/l. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (0.3mg/l).



**Fig.38** : Histogramme la concentration de Fer dans les eaux de la nappe CI de Metlili en mg/l.

**III-3. Qualité des eaux de la nappe de CI a l'irrigation.**

La qualité de l'eau d'irrigation est déterminée par la concentration et la composition des sels dissous dans l'eau. Les principaux paramètres déterminants.

- La concentration totale du sel dissous dans l'eau.
- La concentration réelle de  $\text{Na}^+$  par rapport aux autres cations.
- La concentration des éléments toxiques.

Dans certains cas la concentration de  $\text{HCO}_3$  par rapport au Ca et Mg.

La méthode de Richards est basée sur la combinaison des deux méthodes: du SAR et de la conductivité électrique.

Le SAR : est un indice qui évalue le danger que présente l'existence d'une teneur donnée en sodium; il est calculé par la formule suivante:

SAR: Sodium Adsorption Ratio.

$$SAR = \frac{Na^+}{(Mg^{++} + Ca^{++})^{1/2}}$$

$\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ , et  $\text{Mg}^{+2}$  représentent les concentrations en mg/l, les valeurs de SAR ont été calculées à partir des données des analyses chimiques.

La conductivité électrique mesurée dans les échantillons des eaux de continental intercalaire oscille entre 1405 et 2120  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

Le diagramme de Richards montre que les eaux de la nappe du CI, sont situées dans

Une seule classe :

**a. Classe moyenne à médiocre C3-S1 :** A utiliser avec précaution. Nécessite de drainage avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.

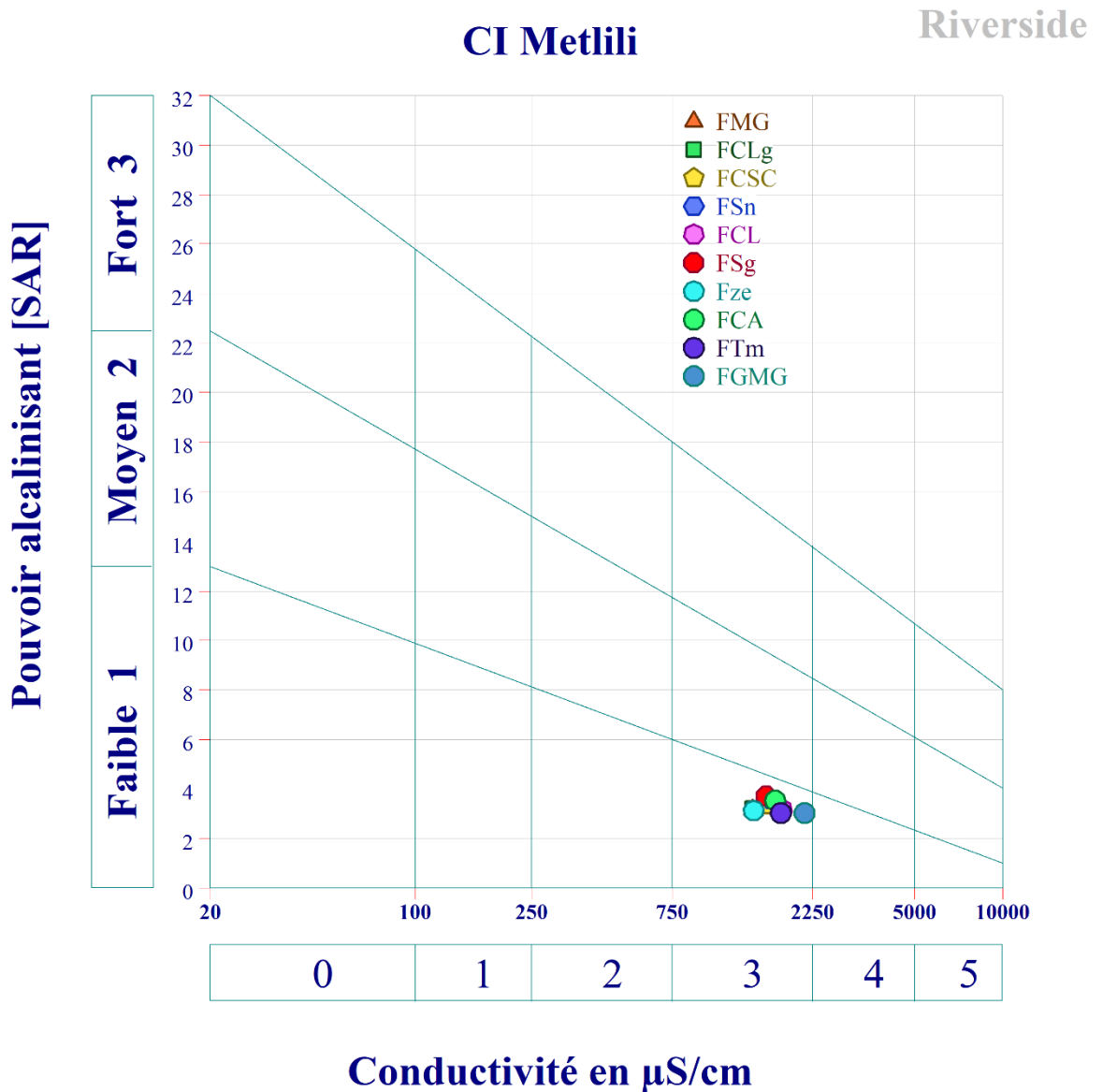


Fig.39 : Le diagramme de Richards des eaux de la nappe du CI de Metlili.

**Conclusion :**

Les eaux de continental intercalaire sont de faciès sulfaté calcique et magnésique ou chloruré sodique en générale, elles sont potables en référent aux normes de l’OMS et aux normes algériennes.

La représentation de ces eaux sur le diagramme de Richards montre qu’elles sont de qualité moyenne à médiocre pour l’irrigation car elles se trouvent dans les classes C3-S1.

# **CONCLUSION GENERALE**

## **CONCLUSION GENERALE**

---

### **CONCLUSION GENERALE**

La région de Metlili est située à 45km au Sud de la wilaya de Ghardaïa. Elle couvre une superficie de 7300km<sup>2</sup> et une population estimée à 43.030habitants. L'agriculture représente la principale activité de la région.

Le climat de la zone d'étude est hyper aride de type saharien, la période sèche dure pendant toute l'année, Le bilan est déficitaire, l'excédent est nul et la RFU est épuisée durant toute l'année. Elle caractérisé par des précipitations très faibles dans la période (1998-2018), la température maximale dépasse 30°C pendant les mois de juin et juillet.

Le sous bassin versant du Metlili est un bassin allongée d'une superficie de 7106.29 km<sup>2</sup>, son altitude moyenne en amont est égale à 734.0m et en avale est222.0 m.

Cette région caractérisée par deux nappe, la nappe phréatique (Turonien) a 25m et la nappe continentale intercalaire (Albien) a 280-500m. les formations géologiques de la nappe phréatique sont des alluvions, des sables au sommet, et la nappe de CI composé par de sables fin grés argileux au sommet, des sables fins, des grés et des sables fins argileux vers la base.la plupart des forages dans la zone d'étude capte la nappe de CI et sont réalisé pour l'irrigation. La profondeur moyenne de ces forages est 400m avec un débit moyen de 80 l/s. le sens d'écoulement est de Nord-Ouest vers l'Est.

Les eaux de la région de Metlili sont potables pour la consommation humaine (ne dépasse pas les normes de l'OMS et les normes algériennes), car elles sont douces et la minéralisation est moyenne. Leurs faciès chimiques selon le diagramme de piper est chlorurée, sulfatée calcique et magnésienne.

Selon le diagramme de classification des eau d'irrigation montre qu'elles sont de qualité Admissible eau convenant à l'irrigation de cultures tolérantes au sel sur des sols bien drainés, l'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.



## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

---

- ACHOUR M. (2010)** : Note de synthèse sur les premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du CI ; ANRH ; Ghardaïa, Algérie ; 14p.
- ACHOUR M. (2003)** : étude hydrogéologique de la nappe phréatique de la vallée de metlili (ghardaïa) 36p.
- ACHOUR M. (2014)** : Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride -cas la vallée de M'Zab (Ghardaïa, Algérie), mémoire Magister, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA,126p.
- A.N.R.H Ghardaïa 2011** : Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la nappe Albienne dans la wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressource Hydraulique. DRS. Ouargla : Algérie.
- A.N.R.H Ghardaïa 2010** : Rapport de fin du sondage (Rapport Oued Metlili 3\_(DSA), Ghardaïa,11p.
- A.N.R.H Ghardaïa 2003** : Rapport de fin du sondage (Coopérative agricole du TIMOUKRAT commune de Metlili daïra de Metlili), Ghardaïa,
- DAHOU Fadila 2014** : Etude des sols alluvionnaires de Oued Metlili.55p.
- GUERBOUZ Fatima 2006** : Contribution à l'étude cinétique de la qualité de l'eau potable au niveau de la ville de metlili (Ghardaïa) 106p.
- Salah.A Bouzid.S 2018** : Etude de fiabilité de la réalisation d'un retenue collinaire sr oued Labiodh commun Metlili wilaya de Ghardaia, 120p
- Meriem DJAANI 2015**: étude du réseau d'alimentation en eau potable de la nouvelle ville d'el gaada-metlili (wilaya de ghardaia) avec caractérisation par un sig, 124p.
- D.P.S.B.2017** : Monographie De la wilaya de Ghardaia 2016.
- A.N.R.H Ghardaïa 2017** : Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la nappe Albienne dans la wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressource Hydraulique, 2p.
- ROUAS Ahmed BENDANIA Mohammed Lahcene**: Etude hydrogéologique de la région de hassi lafhel (ghardaia). 60p.
- BENDRISSOU R et DEJDELL Y ,2011** : Approche qualitative des eaux souterraines de la nappe phréatique de la région de Ghardaïa cas de la palmeraie Est de la ville de Ghardaïa, mémoire Master UNIVERSITE HOUARI BOUMEDIENNE,45p.
- D.P.A.T.**, Direction de la planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Ghardaïa, 2009- Atlas de Ghardaïa, 164 p.
- ERESSE,(1972)** : Etude de ressources en eau dans le Sahara septentrional. UNESCO Rapport final, annexe7.paris.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

**FENNICHE A. 2016 :** Qualité chimique des ressources hydriques de la région du M'Zab, mémoire de master UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, 53p.

**DJAFER Mohamed 2016 :** Apport des systèmes d'information Géographique (S.I.G) à l'étude de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère alluvionnaire d'oued Metlili W Ghardaïa.58p

**LEMIRE M, MEURGUES G et PETTERF.(2003):**Désert saharien. Muséum de l'histoire naturelle.

**MUTIN G, 1977.**La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed Office Publ. Univ., Algeria, 606 p.

**RODIER, J. 1984 :** L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux re'siduaires eau de mer)

**OULDBABA Sy, M. (2005).** "Recharge et paléo-recharge du système aquifère du Sahara septentrional", thèse de Doctorat, université de Tunis El Manar, 261p.

**ONM Ghardaïa, 2019.** Données climatiques de la région de Ghardaïa. Ed. Office national de Météo, Ghardaïa, 3 p.

**OSS, (2003).** "Système aquifère du Sahara septentrional - gestion commune d'un bassin transfrontière".

### **Résumé :**

La ville de Metlili située au sud de l'Algérie, est une région de l'État de Ghardaïa, connue comme une zone palmeraie et agricole. L'approvisionnement en eau de la population dépend principalement des ressources en eaux souterraines de la couche continentale intercalaire. La pollution de la nappe phréatique et le développement récent de l'irrigation et l'agriculture dans la région a conduit à l'utilisation croissante de l'eau du continental intercalaire.

L'hydrogéologie de Metlili caractérisé par deux nappes, la nappe phréatique (Turonien) a 40 m et la nappe continental intercalaire (Albien) a 280 m.

Les caractéristiques hydrochimique de la nappe CI de la zone d'étude montre des eau sulfatée calcique et magnésienne, la minéralisation des eaux sont moyenne, ces eaux sont douce favorable a l'agriculture.

La consommation est élevée dans les dernière Années conduire à chute de pression de la nappe dans certain forage.

**Mots-clés:** Zone palmerai et agricole, Eaux souterraines, continental intercalaire, Hydrogéologie, Hydrochimique et Phréatique.

### **Abstract :**

The city of Metlili existe in the South of Alegria, It is a région of the state of Ghardaïa, know as an forestiers et agricultural zone. The water supply of the population depends mainly on the groundwater resources of the intermediate continental layer. The pollution of aquifer and the recent development of irrigation and agriculture in the region has led to the increasing use of intercalary continental water.

The hydrogeology of Metlili characterized, by two layers, the aquifer (Turonian) at 40 m and the continental aquifer (Albien) at 280 m.

The hydrochemical characteristics of the study area shows sulfated calcium and magnesian water, the mineralization of the waters are average, these waters are mild favorable to agriculture.

The consumption is high in the last years lead to fall of the pressureof the water table in some drilling.

**Keywords:** Forest and Agricultural Zone, Groundwater, Continental Interactionand Phreatic, Hydrogeology, Hydrochemical.

### **ملخص :**

تتواجد مدينة متليلي في الجنوب الجزائري و هي منطقة في ولاية غرداية، وتعرف بأنها منطقة غابية و زراعية. يعتمد إمداد المياه للسكان بشكل أساسي على موارد المياه الجوفية لطبقة المتداخل القاري. أدى تلوث المياه السطحية و التطور الأخير للسقي و للزراعة في المنطقة إلى الاستخدام المتزايد لمياه المتداخل القاري.

تمتاز الهيدروجيولوجيا في متليلي بطبقتين، طبقة المياه الجوفية (ترونية) عند 40 م والطبقة المائية القارية (ألبين) على عمق 280 م وتظهر الخصائص الهيدروكيميائية لمياه المتداخل القاري أنها من الكبريت الكلسي والمغنزيوم، وتمعدن المياه فيها متوسط وهذه المياه ملائمة للزراعة وسقي الغابات، الاستهلاك مرتفع للغاية في السنوات الأخيرة يؤدي إلى انخفاض ضغط المياه الجوفية في بعض الأبيار.

**الكلمات المفتاحية:** منطقة غابية و زراعية، المياه الجوفية و المتداخل القاري، الهيدروجيولوجيا والهيدروكيميائي.