

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche  
Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série:

Faculté des Sciences et Technologie  
Département des Sciences et Technologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**LICENCE**

**Domaine :** Science et Technologie

**Filière :** Hydraulique

**Spécialité :** Sciences de l'eau et de l'environnement

**THEME:**

*Etude hydro chimique et piézométrique entre deux périodes estivale  
et hivernale (Cas la vallée de Metlili)*

**PAR:**

Assia Negou  
Wahiba Zergat  
Saida Sassa

**Jury:**

M<sup>me</sup>: khaira bouammeur  
M<sup>r</sup>: Moulai. K

Maitre Assistant A Univ. Ghardaïa  
Maitre Assistant A Univ. Ghardaïa

**Encadreur**  
**Examinatrice**

**ANNEE UNIVERSITAIRE: 2013/2014**





*DÉDICACES*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents*

*Ma grande mère*

*Mes sœurs et mes frères*

*Maroua nadir abd alrahmene & Youssef & mon cousin*

*Asma bhaissa*

*Tous mes amis et particulièrement*

*A Tous ceux que j'aime*

**Merci**

**« Wahiba »**

# Dédicace

Je dédie ce travail à :

En premier lieu à mes **parents** ; mes **grand père** ; mes **grand mère** et **seours** ; Madame **Latifa, Naziha, Yezza, Chaima, Kelthom**, et **Djouhara** ; et mon grand frère **Ahmed**, et **Abdessatar**.

Aussi je voudrais remercier mes oncles, et mes tantes,

A toutes les familles **SASAA & BARKA** sans exception.

A toutes mes amies, particulièrement : **Rekaia, Narimane, Aicha, Ibtisam, Wafa, Fatima, Hayat, Assia, Wahiba, Dalila, Nadia, Fatima**.

Sans oublier mes voisine qu'ont m'aid de continer mes études que dieu aid tout les personnes qu'ont m'aider de préparer ma mémoire.

J'espère que je devenir une étudient symbole pour mon entourages et un bijou lumier dans la vie scientifique.

Merci

«Sasaa Saida»

# *Dédicace :*

## *Je dédie ce travail à :*

*À ceux qui m'ont comblé d'affection et d'amour ;*

*À ceux qui n'ont jamais cassé de se sacrifier pour mon avenir ;*

*À ceux que je dois mon bonheur et mes joies ;*

*À mes très **CHERS PARENTS** ;*

*À mes **GRANDS PARENTS** ;*

*À mes sœurs « **Rabab ; Djihad ; Oum Keltoum ; al hadja***

***Inour al hoda** ».*

*À toute la famille **Negou** ; et **Djaafer** sans exception ;*

*À toutes mes amies particulièrement : **wahiba ; Saïda** ;*

*À tous qui m'ont aidé à apprendre une chose dans ma vie ;*

*À vous tous ; je dédie ce modeste avec amour et honneur.*

*Merci*

*« **Negou assia** »*

# Remerciements

*Avant tout, nous remercions le bon dieu, tous puissant de m'avoir donnée la santé, la volonté, la patience et les moyens afin que nos accomplir ce modeste travail*

*« Merci Dieu »*

*Nos vifs remerciement voue aussi à nos parents pour tous les sacrificiel qu'ils ont constitue à notre égard.*

*Nous tenons à remercier sincèrement ma promo tous M<sup>eme</sup> : KHAIRA BOUAMEUR de m'avoir dirigé, elle s'est toujours très disponible tous au Lang de la réalisation de ce mémoire*

*« Merci Madame »*

*Nous remercions très chaleureusement les ingénieurs du laboratoire de l'université.*

*Nous remercions également M : Ouled Yahya Laid ingénieur à ADE unité de Ghardaïa pour son aide et son précieux conseils .*

*Nous respectons s'adressent à l'ensemble des enseignants qui nous ont suivis durant mon cycle d'étude ainsi que M.ouled belkhaire M. BEN ADDA. Pour son aide et mon chef département « M Hadj Saïd A.K, »*

*Nous remercions tous mes amies ainsi que AHMED B.KUIDER.K,  
ABD AL BASSET.BEN.A ABDALMONIM.BEN.H SAÏD pour  
ses aides.*

*Enfin je tiens à exprimer ma gratitude à toute les personnes ayant  
contribué de près ou loin à la réalisation de ce mémoire*

*« MERCI A TOUS »*

# **Table des matières**



## *Table des matières*

INTRODUCTION GENERALE .....	02
BROBLEMATIQUE.....	02

### *Chapitre I. source en eau*

I.1.EAUX DE SURFACE.....	04
I.2. EAUX SOUTERRAINES.....	04
I.3. RESERVES EN EAU DANS LE MONDE.....	05
I.4. RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE.....	06
I.5. RESSOURCES EN EAU DANS LE SAHARA ALGERIEN.....	06
I.5.1.EAUX SUPERFICIELLES .....	07
I.5.2.EAUX SOUTERRAINES .....	07
I.6. RESSOURCES EN EAU DE WILAYA DE GHARDAÏA.....	08
I.6.1.NAPPE PHREATIQUES .....	08
I.6.2.NAPPE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE.....	09
I.7.RESSOURCES EN EAUX DE LA COMMUNE DE METLILI.....	10
I.7.1.EAUX DE SURFACE.....	10
I.7.2.EAUXSOUTERRAINES ... ..	10

### *Chapitre II : Etude du milieu physique*

II .1.CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES .....	12
II .1.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE GHARDAÏA.....	12
II.1.2.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE METLILI.....	12
II.2.ASPECT CLIMATIQUE.....	13
II.2.1.TEMPERATURE.....	13
II.2.2.PRECIPITATION.....	14
II.2.3.HUMIDITE RELATIVE.....	15
II.2.4.EVAPORATION.....	15
II.2.5. VENTS.....	16
II.3.SYNTHESE CLIMATIQUE .....	17
II.3.1.DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE GAUSSEN.....	17

II.4.APERCU GEOLOGIQUE DE METLILI.....	17
II.5.ASPECT HYDRAULIQUE.....	18
II.5.1.LES EAUX SUPERFICIELLES.....	18
II.5.2.LES EAUX SOUTERRAINS.....	18
II.5.2.1.LA NAPPE PHREATIQUE.....	18
II.5.2.2.LA NAPPE CONTINENTAL INTERCALAIRE(CI).....	19

### ***Chapitre III. Matériels et méthodes***

III .1. SECTEUR D’ETUDE.....	21
III.2. LES TRAVEAUX PIEZOMETRIQUES .....	21
III.2.1.INTRODUCTION.....	21
III.2.2.MESURE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE.....	21
III.2.3. METHODE DU TRAVAIL.....	22
III.3. MATERIEL UTILISE.....	22
III.3.1. LA PIZOMETRIE .....	22
III.3.2. LE GRADIENT HYDRAULIQUE.....	22
III.3.3. LA HAUTEUR PIEZOMETRIQUE .....	22
III.3.4. DIFFERENTS TYPES DE PIEZOMETRES.....	23
III.3.4.1.PUIT OUVERT.....	23
III.3.4.2. PIEZOMETRE A ELEMENT POREUX .....	23
III.3.4.3.AUTRESTYPES .....	23
A-PIEZOMETRES OUVERTS.....	24
III .4 .LES TRAVEAUX D’ECHANTIOLLONNAGE.....	26
III.4.1.LE PRELEVEMENT.....	26
III.4.2.MODE DE PRELEVEMENT.....	27
III.5.LES TRAVEAUX D’ANALYSES AU LABORATOIRE.....	28
III.5.1.L’ANALYSE DE LA QUALITE DE L’EAU.....	28
III .5.2.L’IMPORTANCE DE L’ANALYSE.....	28
III.5.3.LES ANALYSES REALISEES.....	28
III.5.3.1.MESURE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.....	28

III.5.3.2.MESURE DE pH.....	29
III.5.3.3.MESURE DE LA DURETE TOTALE DE L'EAU.....	30
III.5.4.MESURE DE LA DURETE CALCIQUE.....	31

## *chapitre VI : résultats et discussion*

VI. 1. INTRODUCTION .....	33
VI.2.RESULTATS DE LAPREMIERPERIODE .....	33
VI.2.1.pH .....	33
VI.2.2.TEMPERATURE .....	34
VI.2.3.CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.....	35
VI.2.4.DOSAGE DE TH (DURETE TOTALE) .....	36
VI.2.5.CALCIUME .....	37
VI.2.6. CHLORURE .....	38
VI.2.7.TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC).....	39
VI.2.8. PIEZOMETRIE .....	40
VI.3 .RESULTATS DE LADEUXIEME PERIODE .....	41
VI.3.1.pH .....	41
VI.3.2.TEMPERATURE .....	42
VI.3.3.CONDUCTIVITE ELECTRIQUE.....	43
VI.3.4.DOSAGE DE TH (DURETE TOTALE) .....	44
VI.3.5.CALCIUME .....	45
VI.3.6. CHLORURE .....	46
VI.3.7.TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC) .....	47
VI.3.8.PIEZOMETRIE.....	48
CONCLUSION GENERALE .....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53
ANNEXES .....	58

Liste des tableaux

Tableau I.01 : Types d'eau (REMINI ,2005).....05

## Liste des figures

Figure I.1 : Aquifères du Sahara Algérien (Mellak, 2009).....	08
Figure II. 1 : localisation géographiques de la commune.....	13
Figure II.2 : Histogramme Températures moyennes mensuelles (Station météorologique deGhardaïa,2013) .....	14
Figure II.3. : Histogramme Quantité mensuelle de pluie (Station météorologique de Ghardaïa,2013).....	14
Figure II.4 : Histogramme Moyenne mensuelle d'humidité (Station météorologique de Ghardaïa,2013).....	15
Figure II.5 : Histogramme évaporation mensuelle (Station météorologique de Ghardaïa,2013). .....	16
FigureII.6: Histogramme Moyenne mensuelle du vent (Station météorologique de Ghardaïa,2013).....	16
Figure II.7 : Diagramme Ombrothermique de GEUSSEN de la région de Metlili.....	17
Figure III.1 : Carte de niveau statique de la nappe phréatique de Metlili.....	24
Figure III.2 :le GPS utilisée.....	25
Figure III.3:la sondelumineuse.....	26
Figure III.4 :les prélèvement.....	27
Figure III.5 : conductimètre.....	29
Figure III.6: ph mètre.....	30
<b>➤ LA PREMIER PERIODE :</b>	
Figure VI.1 :graphe de PH.....	33
Figure VI.2 :graphe de température.....	34
Figure VI.3 : graphe de conductivité électrique.....	35

Figure VI.4 : graphe de dureté totale(TH).....	36
Figure VI.5 : graphe de calcium.....	37
Figure VI.6 : graphe de chlorure.....	38
Figure VI.7: graphe de titre alcalimétrique TAC.....	39
Figure VI.8 :graphe de piézométrie.....	40

**LA DEUXIEME PERIODE :**

Figure VI.9 : graphe de PH.....	41
Figure VI.10 : graphe de température.....	42
Figure VI.11 : graphe conductivité électrique.....	43
FigureVI.12 : graphe de dureté totale(TH).....	44
Figure VI.13 : graphe de calcium.....	45
Figure VI.14 : graphe de chlorure.....	46
Figure VI.15: graphe de titre alcalimétrique complet(TAC).....	47
Figure VI.16 :graphe de piézométrie.....	48

## Liste des cartes

Carte VI.1: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de pH.....	34
Carte VI.2 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de température.....	35
Carte VI.3 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de CE.....	36
Carte VI.4 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TH.....	37
Carte VI.5 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de calcium...	38
Carte VI.6: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de chlorure.....	39
Carte VI.7 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TAC.....	40
Carte VI.8 : Carte piézométrique de la variation spatiale de profondeur..	41
Carte VI.9 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de pH.....	42
Carte VI.10 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de température.....	43
Carte VI.11 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de CE.....	44
Carte VI.12 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TH.....	45
Carte VI.13 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de calcium...	46
Carte VI.14: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de chlorure.....	47
Carte VI.15 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TAC.....	48
Carte VI.16 : Carte piézométrique de la variation spatiale de profondeur...	49

## Liste des abréviations

- ANRH:** Agence National Ressources hydraulique
- CE** : Conductivité électrique
- °C** : Degré Celsius
- CI** : Continental Intercalaire.
- CT** : Complexe Terminal.
- DPAT:** Direction de planification et d'aménagement des territoires
- EDTA** : Ethylène Diamine Tétra Acétique
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ONM** : Office National Météorologique
- P** : Puits
- pH** : Potentiel Hydrogène
- TH** : Titre Hydrométrie
- TAC** : Titre alcalimétrique complet
- TH** : Titre hydrométrique
- UNT** : Unité néphélométrique
- µS/cm:** Micro Siemens par centimètre
- M.M.°t** :Moyenne mensuelle de température en °c
- Qt .rr:** Quantité mensuelle de pluie en mm
- NJrr** : nombre de jour de pluie pendant le mois
- VX-ddff** : Direction et force du vent fort du mois . Ddd en degré et ff en m/s
- Moy-vnt (m/s)** : Moyenne mensuelle du vent en m/s
- MMU** : Moyenne mensuelle d'humidité en %
- NT** : Néant
- TRC** : Traces non mesurable
- EVAP0 . m** : évaporation mensuelle
- Insol** : durée mensuelle d'insolation
- S** : la norme
- m/s** :mètre par seconde
- mm** : Millimètre



**GPS** : global positioning system

**CONDU** : conductévité

**Ca** : calcium

# INTRODUCTION



### **INTRODUCTION GENERALE :**

L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie, et plus particulièrement au Sahara, la principale source de satisfaction des besoins en eau est l'eau souterraine, à cause de la rareté des eaux de surface.

La vallée de Metlili, à laquelle se rattache cette étude, se situe dans la zone septentrionale du Sahara algérienne, où les palmeraies ont été suffisamment irriguées par des eaux de la nappe phréatique rechargée elle-même par le passage des crues de la vallée.

Les précipitations et les crues même avec leurs raretés, ils ont influence sur la piézométrie et la qualité hydro chimique des eaux de la nappe phréatique.

### **PROBLEMATIQUE :**

Les ressources en eau dans la région de Metlili sont essentiellement les eaux souterraines. Ces derniers sont captés par des puits traditionnels (nappe phréatique) et des forages (nappe albiennaise). Ces eaux sont destinées à la consommation, et à l'irrigation des périmètres agricoles. Elles ont des caractéristiques hydro chimique et piézométrique divers et différent les uns des autres.

Notre objectif est d'évaluer et de comparer la qualité hydro chimique et piézométrique de la région Metlili entre la période estivale et la période hivernale.

Pour atteindre ce but nous avons mis en place le protocole suivant :

- ✓ L'étude bibliographique hydro chimique générale.
- ✓ Présentation de la région d'étude (climatologie hydrologie et géologie).
- ✓ Échantillonnage ; matériels utilisés et méthodes d'analyses.
- ✓ Discussion des résultats obtenues avec conclusion et recommandations.



# Chapitre I :

## Etude bibliographique

### **I .1.EAUX DE SURFACE :**

Elles proviennent surtout des pluies et sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et l'eau souterraine qui alimentent les vallées, les barrages et les lacs (**AROUA, 1977**).

Les eaux de surface sont plus fréquemment contaminées (barrage, rivières), elles nécessitent des traitements ainsi que des infrastructures pour le transport jusqu'aux agglomérations.

Ce sont des eaux qui se caractérisent par une forte charge en impuretés et par une pollution biologique et surtout chimique. La pollution est due surtout aux rejets dans le milieu naturel de grandes quantités d'eaux usées brutes et souvent chargées en pollution toxiques (**BOUZIANI, 2000**)

### **I .2.EAUX SOUTERRAINES :**

Les eaux souterraines qui étaient pour longtemps considérées comme pures et protégées par le sol contre les diverses activités humaines, sont de nos jours souvent touchées par l'infiltration de multiples polluants à haut risque dont les plus répandus sont les nitrates et les pesticides. L'eau d'une nappe souterraine a une composition généralement plus stable et riche en sels minéraux. Son exploitation nécessite la mise en place de systèmes de captage et des équipements hydrauliques de distribution (pompes) qui sont souvent importants. La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterraine. Une nappe peut être libre, elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement.

Une nappe peut être captive, elle est alors séparée de la surface de sol par une couche imperméable et maintenue en pression par un toit moins perméable que la formation qui la contient.

Un cas particulier est présenté par les nappes alluviales : ce sont les nappes situées dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau (**DEGREMOT, 1989**).

### I.3.RESERVES EN EAU DANS LE MONDE :

On estime qu'il y a sur la planète environ 1.4 milliards de Km<sup>3</sup> d'eau .

Cependant, la majeure partie (97%) de cette eau se présente sous forme d'eau salée dans les mers et les océans, elle est difficilement valorisable pour les activités humaines. Des 3% restants (36millions de Km<sup>3</sup>), plus de 3 /4 constituent les glaciers très peu accessibles. Le 1 /4 restant comprend essentiellement des eaux souterraines (inférieurs à 1% de l'eau totale du globe) et une faible partie sous forme d'eaux de surface contenues dans les lacs et les rivières (soit 0 .01 % de l'eau de la planète) (**REMINI ,2005**).

Types d'eau	Volume (millions de Km <sup>3</sup> )
Glaciers	27.5
Eaux souterraines	8.2
Humidité des sols	0.007
Lacs d'eau douce	0.1
Rivières	0.017
Mers intérieurs	0.105
Atmosphère	0.013
Biosphère	0.0013

**Tableau I.01 : Types d'eau (REMINI ,2005)**



#### **I.4.RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE :**

L'Algérie avec sa superficie de 2, 381,741 K m<sup>2</sup> est divisée en 48 Wilaya, dont près de 80 % du territoire représente une zone désertique (**KETTAB, 2000**).

Le ministère des ressources en eau coordonne l'ensemble des activités liées à l'eau au niveau national, chaque Wilaya à une direction de l'hydraulique. Il existe aussi des sociétés nationales telles ANB (Agence Nationale des Barrage), AGEP (Agence Générale de l'Eau Potable), des entreprises de Wilaya et depuis 1996, existe un nouveau découpage par bassin hydrographique.

Ainsi cinq régions de bassins hydrographiques et cinq comités de bassins ont été définis (1-Oranie-Chott Chergui ; 2- Cheliff Zahrez ; 3 –Algérois – Hodna – Soummam ; 4 – Constantinois –Seybousse –Mellegue ; 5 –Sahara) afin d'assurer une gestion intégrée des ressources en eau. Des agences de bassin sont donc créés avec mise en place progressive de dispositifs et d'outil réglementaires pour la gestion quantitative et qualitative de l'eau .Le statut de ces agences de bassins hydrographiques est : établissement publié à caractère industriel et commercial (EPIC) (**KETTAB, 2000**).

La concentration est assurée par un comité de bassin composé à parts égales, de représentants de l'administration, des élus locaux, et des usagers. Il peut discuter de toutes les questions d'eau au sein du bassin hydrographique (**KETTAB, 2000**).

Il est à noter qu'un fond national de gestion intégrée des ressources en eau a été créé et ses recettes proviennent entre autres des taxes prélevées à savoir la taxe d'économie d'eau et la taxe de qualité d'eau ( 8% pour le nord et 4% pour le sud pour les usagers raccordés à un réseau d'eau potable ).Cette organisation répond à des normes internationales afin de promouvoir la gestion des ressources en eau ,la collecte de l'information ,et l'information des usagers (**KETTAB ,2000**).

#### **I.5.RESSOURCES EN EAU DANS LE SAHARA ALGERIEN :**

Généralement les ressources en eau représentent l'une des principales richesses sur lesquelles repose toute action de développement économique et

social. Au Sahara les ressources en eau sont surtout et largement dominées par les eaux souterraines et ce, en dehors des régions situées dans l'atlas saharien, le Hoggar et le Tassili. Dans ces régions les précipitations à l'amont (bassin versant) sont relativement importantes, dont une partie aliment directement les nappes phréatiques et parfois par l'intermédiaire de barrages de l'inféro-flux (Laghouat et Tamanrasset) (**KHADRAOUI et TALEB, 2008**).

### **I.5.1.EAUX SUPERFICIELLES :**

Les eaux superficielles sont localisées dans les piedmonts de l'Atlas saharien et dans les régions du Hoggar et du Tassili. Les crues sont généralement rares et proviennent du grands Atlas marocain (Oued Guire) et du versant des Aurès (Nememchas). Les barrages sont d'une importance stratégique pour la région, car ils constituent des réserves d'eau, dont la maîtrise de la gestion constitue un enjeu capital pour assurer une distribution régulière et planifiée de la ressource. Le Sahara se distingue par cinq principaux réservoirs : Biskra (F. Gherza – 47hm<sup>3</sup>, F Gazelles -55hms) Bechar (D. Torba -350 hm<sup>3</sup> Brezina : 122hm<sup>3</sup>) et Khenchela (Bechar 41 hm<sup>3</sup>) (**KHADRAOUI et TALEB, 2008**).

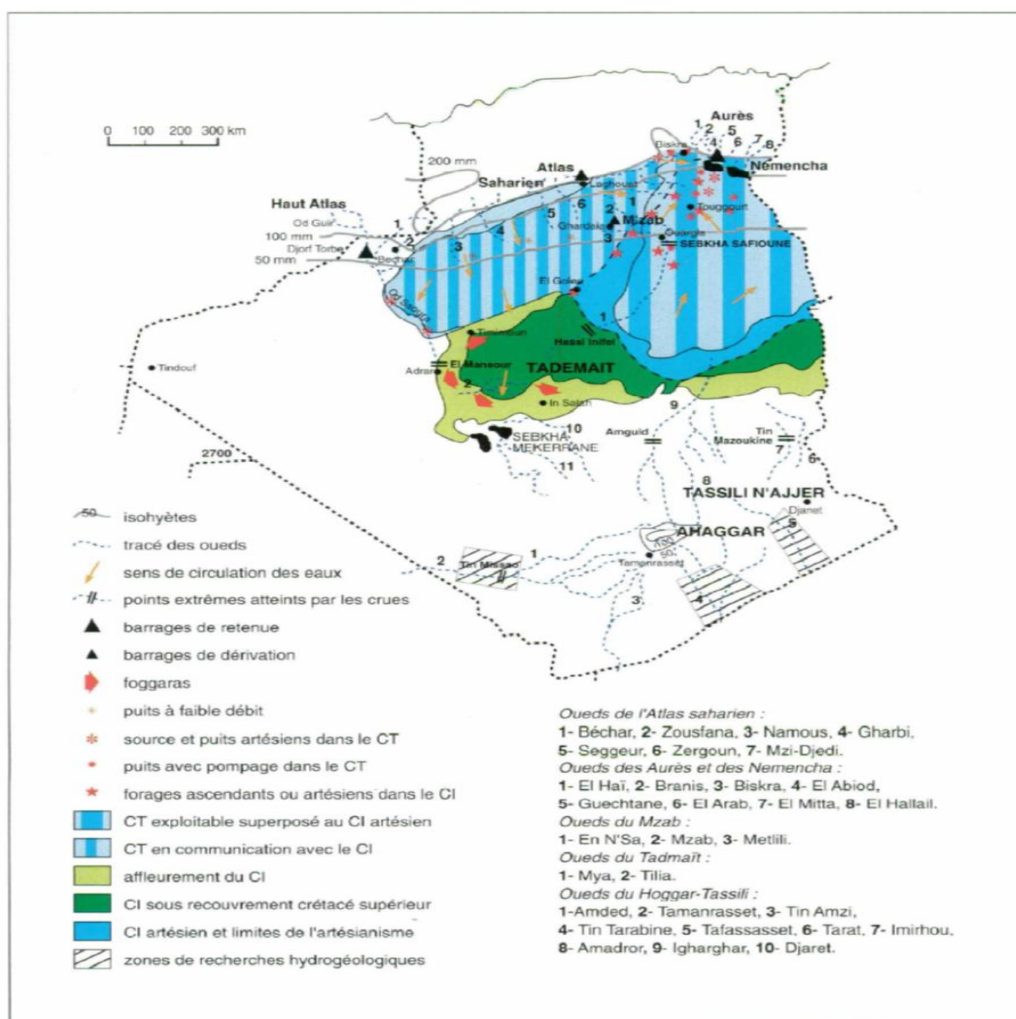
### **I.5.2.EAUX SOUTERRAINES :**

Les ressources en eau souterraines au Sahara essentiellement constituée par : les eaux renouvelables localisées dans les inféro –flux du versant sud des Aurès (région nord de Biskra), du Hoggar Tassili à l'Est et la région de Bechar – Tindouf à l'Ouest.

Alors que les eaux non renouvelables sont représentées par les deux grands réservoirs des deux bassins sédimentaires : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire.

Il est à remarquer que d'autre ressources en eau situées dans la périphérie du bassin du Sahara septentrional (Biskra, Laghouat, Bechar, Hoggar et Tassili) sont également importantes et se caractérisent surtout par des nappes renouvelables (nappes phréatique) et ce, contrairement aux eaux fossiles au faiblement

renouvelables du bas Sahara. Le Continentale Intercalaire est présent dans tout le Sahara Septentrional. Il est formé par une succession des couches de grés, de sable, de grés argile, dont l'âge va du Trias à l'Albien. Le Complexe Terminal est constituée par des formations d'âge et de lithologie différentes (**KHADRAOUI et TALEB 2008**).



**Figure I.1 : Aquifères du Sahara Algérien (Mellak, 2009).**

## **I.6.RESSOURCES EN EAU DE WILAYA DE GHARDAÏA:**

Les ressources en eaux de la Wilaya sont essentiellement souterraines. Les ressources en eaux de surface proviennent généralement des crues importantes de l'Oued M'Zab inondant ainsi la région de Ghardaïa. Ces crues sont générées par les averses sur la région de Laghouat- Ghardaïa. Et les ressources en eaux souterraines ont pour l'origine deux nappes principales.

### **I.6.1.NAPPE PHREATIQUES :**

D'une manière générale, les vallées des oueds de la région sont le siège de nappes phréatiques. L'eau captée par des puits traditionnels d'une vingtaine de mètres de profondeur en moyenne mais qui peuvent atteindre 50 m et plus, permet l'irrigation des cultures pérennes et en particulier des dattiers. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont liés étroitement au pluviomètre. La qualité chimique des eaux est comme suite :

A l'amont, elle est bonne à la consommation ;

A l'aval ; elle est mauvaise et impropre à la consommation, contaminée par les eaux urbaines (ANRH, 2007).

### **I.6.2.NAPPE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE :**

La nappe du Continental Intercalaire drain, d'une façon générale, les formations gréseuses et grés-argileuses du Barrémien et de l'albien. Elle est exploitée, selon la région, à une profondeur allant de 250 à 1000m. Localement, l'écoulement des eaux se fait d'Oued en Est. L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime, provient directement des eaux de pluie au piémont de l'Atlas saharien en faveur de l'accident Sud atlasique. La nappe du CI, selon l'altitude de la zone de la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est ;

Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage (Zelfana, Guerrara, certaines régions de Menia).

Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120 m Ghardaïa, Mettlili, Berriane et certaines région d'El Menia) (**ANRH**,

## **I.7.RESSOURCES EN EAUX DE LA COMMUNE DE METLILI :**

### **I.7.1.EAUX DE SURFACE :**

Les inondations créés par les crues des Oueds alimentent les nappes inféro-flux et irriguent les palmeraies par des digues.

### **I.7.2.EAUX SOUTERRAINES :**

Les principales ressources d'eaux souterraines ont pour origine deux nappes principales :

- ❖ Nappe du complexe terminal (C.T).
- ❖ Nappe du continental intercalaire (C.I).

# Chapitre II :

## Etude du milieu physique

## II.1.CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES :

### II.1.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE GHARDAÏA :

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

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

- Au Nord par la wilaya de Laghouat (200km)
- Au Nord Est par la wilaya de Djelfa (300km)
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla (200km)
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1.470km)
- Au Sud-ouest par la wilaya d'Adrar (400km)
- A l'Ouest par la wilaya d'el -Bayadh (350km)

La wilaya comporte actuellement 13 communes regroupées en 9 daïra pour une population 396.452 habitants, soit une densité de 4.68 habitants /km<sup>2</sup> (D.P.A.T., 2009).

### II.1.2.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE METLILI:

Metlili est une commune de la wilaya de Ghardaïa, située à 40km au sud de Ghardaïa

- Altitude 455m.
- Latitude 32° 16' Nord.
- Longitude 003°08' Est.

La commune de Metlili couvre une superficie de 7300 km<sup>2</sup>, 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 **SEBSEB** ;
- A l'Est par la wilaya de **OUARGLA**
- A l'Ouest par la wilaya d'**EL BAYADH**

La commune de Metlili est estimée à 43.030 habitants, le tissu urbain de la ville est construit par des pôles d'évolution ou la ville est en voie de saturation (DPAT, 2009).

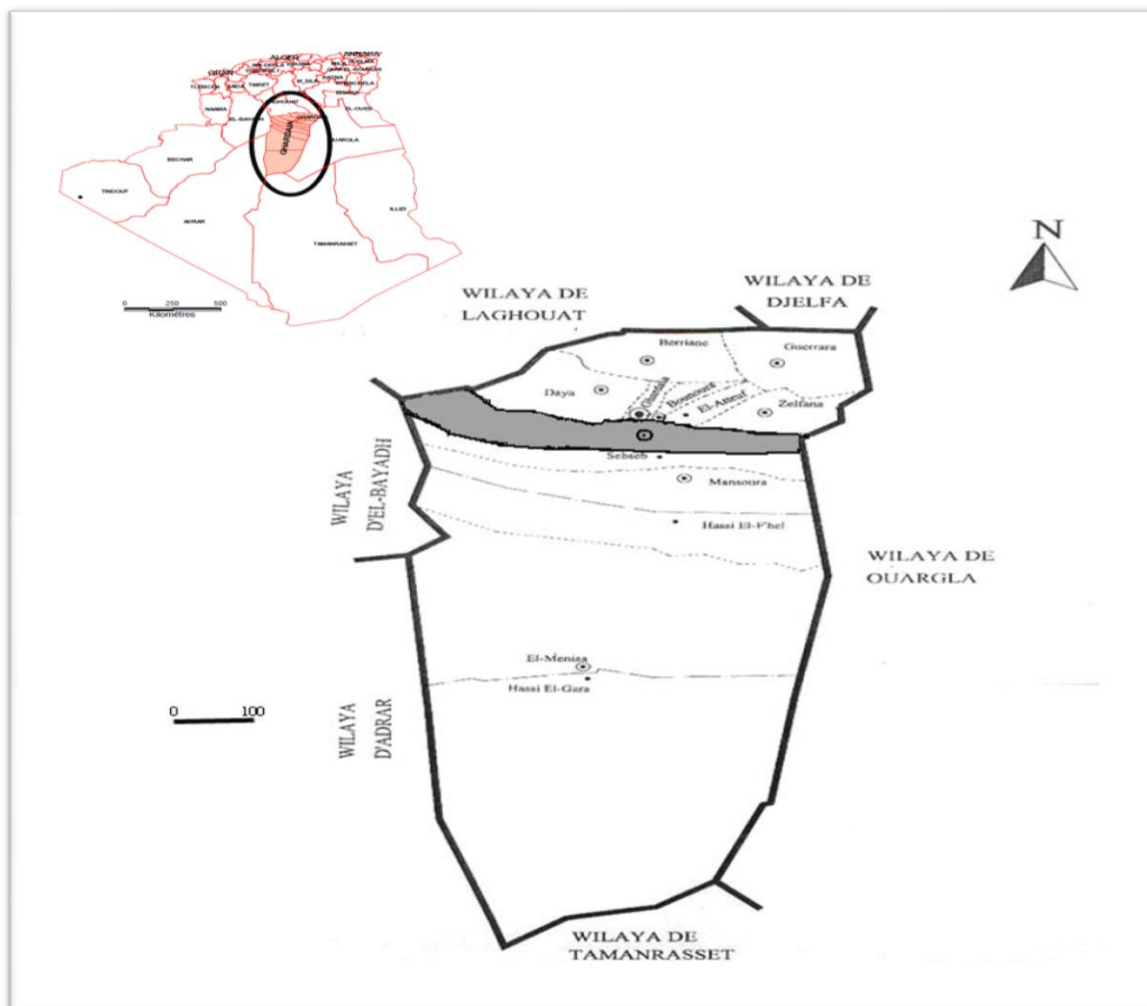


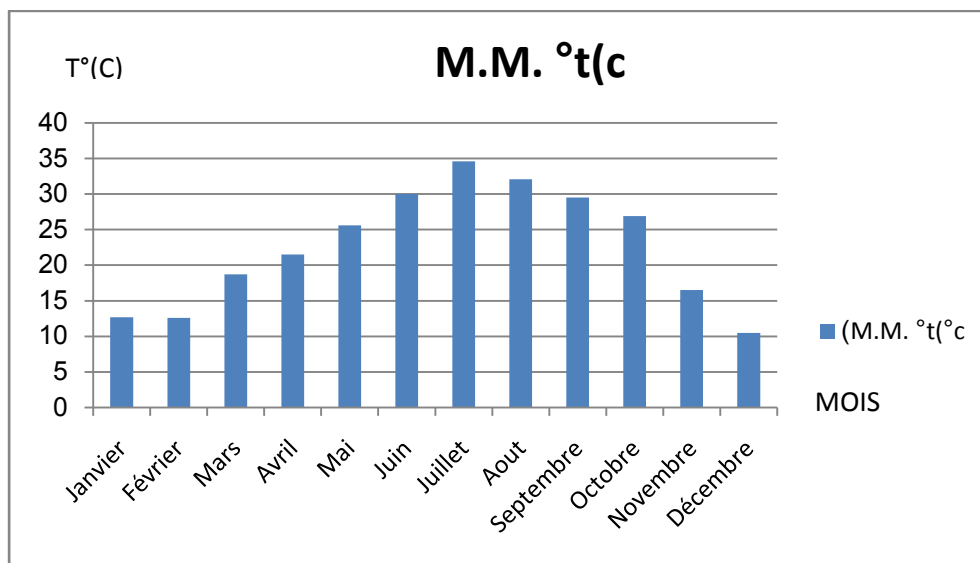
Figure II.1 : : localisation géographiques de la commune

## II.2. ASPECT CLIMATIQUE :

### II.2.1 TEMPERATURE :

La température est un paramètre très important dans la caractérisation du régime climatique d'une région donnée. Toutefois, vu sa liaison avec les phénomènes d'évaporation et de condensation, elle est un facteur déterminant dans l'établissement du bilan. Elle varie selon la latitude et l'altitude.



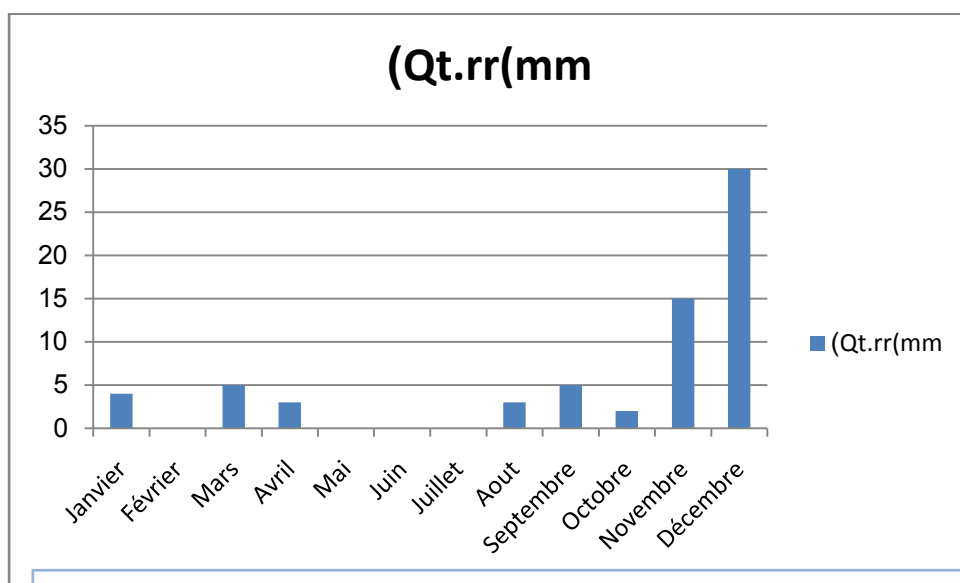


**Figure II.2 : Histogramme Températures moyennes mensuelles (Station météorologique de Ghardaïa,2013)**

**II.2.2 PRECIPITATION :**

Les précipitations constituent l’unique « entrée » du bilan hydrologique. Elles permettent une appréciation indirecte de l’état des réserves en eau du sol, la recharge et le régime des cours d’eau dans les bassins versants. On les exprime généralement en hauteur de lame d'eau précipitée par unité de surface horizontale (mm). On définit aussi son intensité (mm/h)

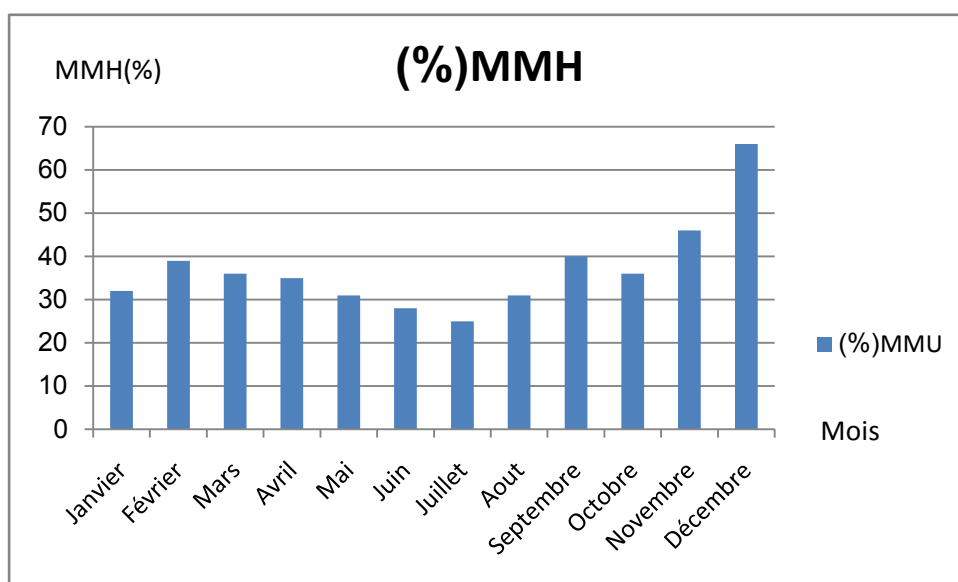
Comme la hauteur d'eau précipitée par unité de temps.



**Figure II.3 : Histogramme Quantité mensuelle de pluie (Station météorologique de Ghardaïa,2013)**

### II.2.3.HUMIDITE RELATIVE :

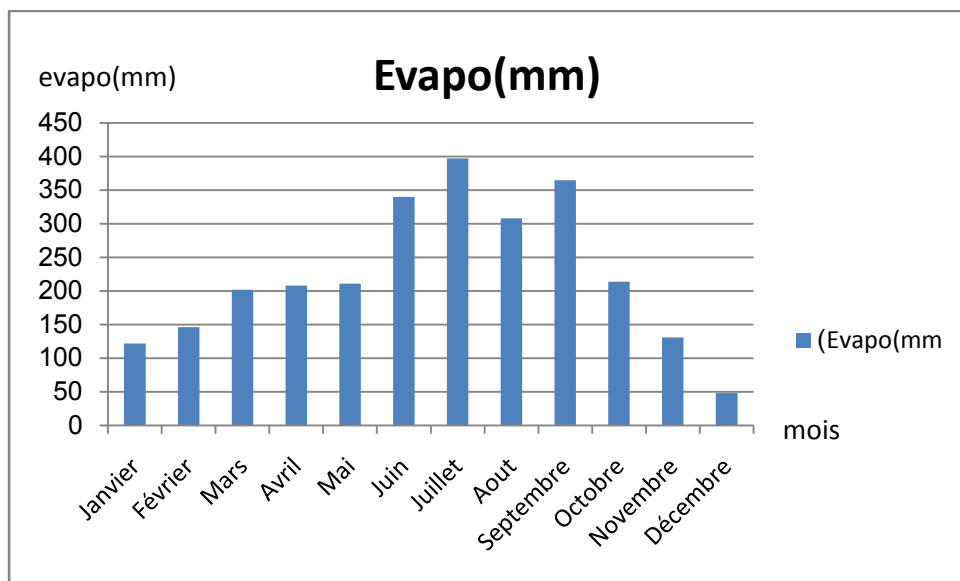
L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en %, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante. C'est un élément atmosphérique très important puisqu'il donne le taux de condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.



**Figure II.4: Histogramme Moyenne mensuelle d'humidité  
(Station météorologique de Ghardaïa,2013)**

### II.2.4. EVAPORATION :

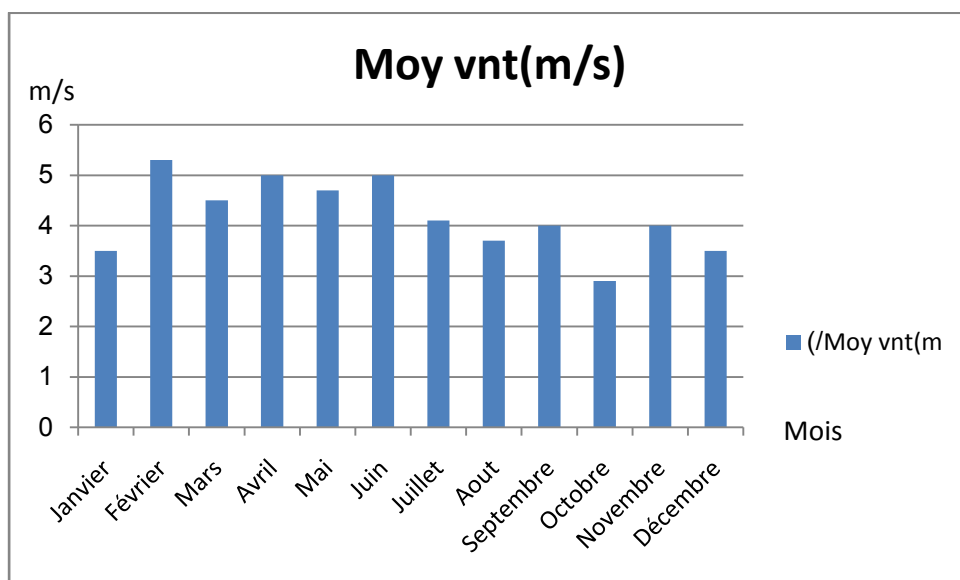
C'est le processus physique de la transformation de l'eau en vapeur d'eau. Elle est un paramètre essentiel, car il représente une partie de la fonction de « sortie » dans le bilan hydrologique d'une région donnée. Cependant il est difficile à mesurer, car il dépend de plusieurs facteurs qui sont variables dans l'espace et dans le temps, tels que la température, les précipitations, la vitesse des vents, l'humidité de l'air, l'état du sol et la végétation.



**Figure II.5 : Histogramme évaporation mensuelle(Station météorologique de Ghardaïa,2013)**

**II.2.5.VENTS :**

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.



**Figure II.6: Histogramme Moyenne mensuelle du vent(Station météorologique de Ghardaïa,2013)**

### II.3.SYNTHESE CLIMATIQUE :

#### II.3.1.DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE GAUSSEN :

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique . Il est représenté

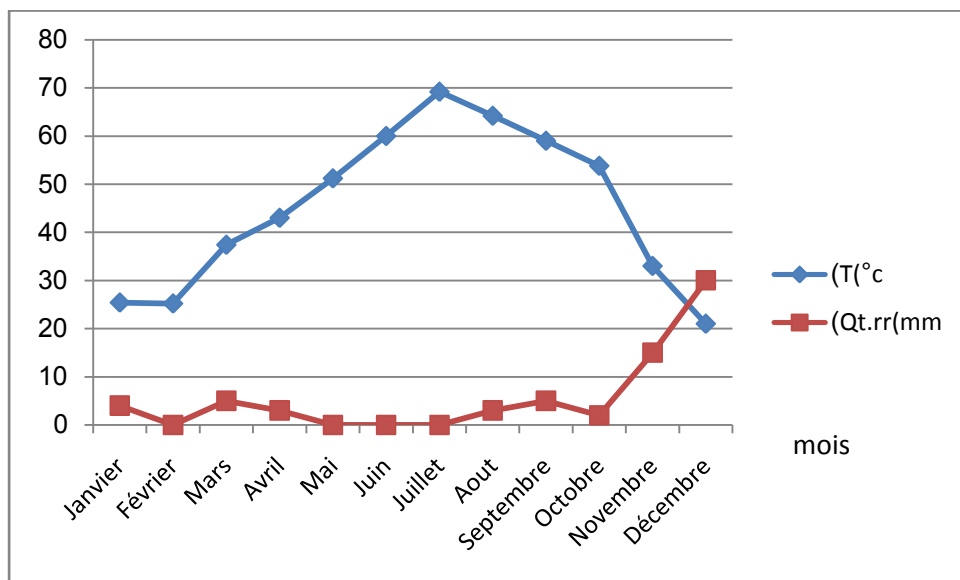
-en abscisse par les mois de l'année.

-en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °c.

-une échelle de  $P=2T$ .

-L'aire compris entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Ghardaïa , nous remarquons que cette période

s'étale sur toute l'année.



**Figure II.7: Diagramme Ombrothermique de GEUSSEN de la région de Metlili**

#### II.4.APERCU GEOLOGIQUE DE METLILI :

Les ravins les plus profonds ont donné naissance aux grands Oued comme le cas de la vallée de **METLILI**, taillée en roche dure , laissant apparaître un escarpement en pente très forte qui domine les fonds plats de l'Oued, qui abrite toute au long de ses berges le lit actuel palmeraie en plein développement .

La région de la **CHEBKA** est caractérisée par un important réseau hydrographique , mais il est à sec pendant presque toute l'année ; cela est dû à la faiblesse et l'irrégularité des précipitations. Mais cela n'exclut pas des possibilités de crues importantes tous les 3à5 ans.

La vallée de Metlili entaillée dans les massifs calcaires du Turonien se caractérise par 3 couches géologiques

1- Touranien : une couche calcaire en majorité à profondeur de 153m et couvre la partie ouest de région.

2- Cénomaniens : profondeur de 153m, c'est une couche argileuse et couvre la partie extrême Nord de la région .

3- Albien : profondeur de 236m, c'est un mélange d'argile sableux, Argile, sable et calcaire sableux.

## **II.5.ASPECT HYDRAULIQUE :**

### **II. 5.1. LES EAUX SUPERFICIELLES :**

Le bassin de METLILI se caractérise comme étant le pays du sud le plus pauvre en eaux superficielles à l'exception des crues d'Oued METLILI.

### **II.5.2. LES EAUX SOUTERRAINS :**

Les principales ressources en eau de la commune sont d'origine souterraine. Elle sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'infero-flux et la nappe profonde captive du continental intercalaire dite albienne.

#### **II.5.2.1. LA NAPPE PHREATIQUE :**

Elle est constituée par l'accumulation des eaux d'infiltration au-dessous d'une couche étanche située à quelque distance de la surface libre du terrain .

Dans la région de Metlili , elle est formée d'alluvions et de sable du quaternaire, constituée de galets et de poudingues tapissant les lits des oueds. Les alluvions peuvent atteindre 25 à 30 mètres. Cette nappe présente un intérêt très important dans le domaine agricole, sa recharge est assurée par l'infiltration des pluies annuelles. La présence des synclinaux ainsi que la couche marneuse cénomaniens à favorise l'alimentation de la nappe phréatique. Cette dernière est exploitée dans les palmeraies

par des puits ordinaires. Le niveau hydrostatique dans ces puits est caractérisé par l'instabilité, il décline pendant les périodes sèches et remonte pendant la saison humide.

#### **II.5.2.2 : LANAPPE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE (CI) :**

C'est une nappe contenue, d'Ouest en Est entre un mur constitué par les horizons imperméables paléozoïques à néocomiens et un toit correspondant à la base argileuse du Cénomani.

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins : l'Algérie, la Tunisie et la Libye. La partie Algérienne du Continental Intercalaire couvre 600 000 Km<sup>2</sup> (figures 15 et 16). Elle stocke un volume d'eau considérable, estimé à 50 000 milliards m<sup>3</sup> environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination d' « Albien », (**HELAL et OURIHANE, 2004**).

# Chapitre III : Matériels et Méthodes

### **III .1.SECTEUR D’ETUDE**

L'étude s'intéresse au long de la vallée de Metlili; suivant 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 vallée).

Du point de vue cartes topographiques, on dispose d'un levé topographique à L'aide de Google earth.

La campagne d'inventaire a touché 34 puits et s'est portée sur :

- 1 – mesure de niveau statique dans les puits;
- 2 – positionnement du puits à l'aide d'un GPS;
- 3 – prélèvement d'échantillons d'eau.

### **III.2. LES TRAVEAUX PIEZOMETRIQUES**

#### **III.2.1.INTRODUCTION**

La mesure du niveau des eaux souterraines est d'une importance fondamentale dans l'hydrogéologie. Le niveau des eaux souterraines de l'aquifère peut être utilisé pour plusieurs raisons y compris un complot hydrogramme, et la construction d'une carte piézométrique qui est nécessaire afin de connaître l'extension de l'aquifère, la direction et la vitesse de l'écoulement des eaux souterraines, ainsi que leur zones d'accumulation.

#### **III.2.2.MESURE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE**

Les mesures des différents niveaux piézométriques doivent être effectuées dans des conditions de stabilisation de la nappe pour l'ensemble de la région cartographiée au cours d'une période la plus courte possible. En effet Castany (1998) souligne que la surface piézométrique que nous mesurons, constitue la limite supérieure de la nappe. C'est une limite hydrodynamique donc en perpétuelle fluctuation. Cette limite (surface piézométrique) peut s'élever ou s'abaisser librement dans la formation hydrogéologique perméable.



### III.2.3. METHODE DU TRAVAIL :

Le principe du travail consiste à déterminer les coordonnées géographiques (la localisation des points) de chaque puits à l'aide d'un GPS. ces derniers sont utilisées pour la réalisation des cartes piézométrique.

### III.3. MATERIEL UTILISE :

#### III.3.1. LA PIZOMETRIE :

##### DEFINITION :

Un piézomètre est un dispositif qui permet de mesurer la charge hydraulique en un point du sol. Il est constitué, d'une façon générale, par un élément perméable (élément de tube crépiné, pierre poreuse, etc.) relié à la surface par un tube rigide ou une tubulure souple et mis en place dans un forage.

Un bouchon étanche est réalisé au-dessus crépine afin d'éviter les communications trou de forages avec les autres nappes supérieures ou d'éviter des infiltrations d'eau. Par suite d'une confusion regrettable, on étend souvent le nom piézomètres à tout autre dispositif destiné à mesurer le niveau de l'eau dans le sol, par exemple un tube troué placé dans le trou d'un forage.

Cette erreur d'utilisation peut dans certains cas porter des confusions et peut se traduire par des accidents de chantier qui aurait peut être évités si des piézomètres, au sens propre du mot, avait étaient installés et interprétés correctement.

#### III.3.2. LE GRADIENT HYDRAULIQUE :

Le gradient hydraulique,  $i$ , entre deux points d'un milieu est défini par la relation suivante :

$$i = \Delta H / L = (H_2 - H_1) / \Delta l$$

Avec  $\Delta H$ , la différence des charges hydrauliques entre deux points et

$L$  la distance entre ces deux points.

#### III. 3.3. LA HAUTEUR PIEZOMETRIQUE :

Pour un point  $M$  situé au sein d'un milieu aquifère avec la cote  $z$ , si on mesure le niveau d'eau au moyen d'un piézomètre à la cote  $z'$ , la pression d'eau sera donc :

$$U = (z - z) w$$

Et la charge hydraulique sera :

$$H = (z - z) + z = z$$

La charge hydraulique au point M sera donc égale à la hauteur d'eau dans le piézomètre par rapport au point M ; la hauteur z est appelée également la hauteur piézométrique. Le lieu de l'ensemble des hauteurs piézométrique d'une nappe est appelé la surface piézométrique. Sur une surface piézométrique,

La pression est égale à la pression atmosphérique.

### **III.3.4. DIFFERENTS TYPES DE PIEZOMETRES :**

#### **III.3.4.1. PUIITS OUVERT :**

C'est la technique la plus commune à enregistrer le niveau de consiste à mesurer ce dernier dans le trou du forage. Un des inconvénients de cette technique est que les différentes couches de peuvent avoir différentes pressions hydrauliques et par conséquent le niveau mesuré sera inexact et non représentatif du site. Cette technique est utile uniquement pour les dépôts homogènes.

La plupart des inconvénients de la technique précédente peut être éliminée en installant un piézomètre ce système permet à isoler une section bien limité des sols.

#### **III.3.4.2. PIEZOMETRE A ELEMENT POREUX :**

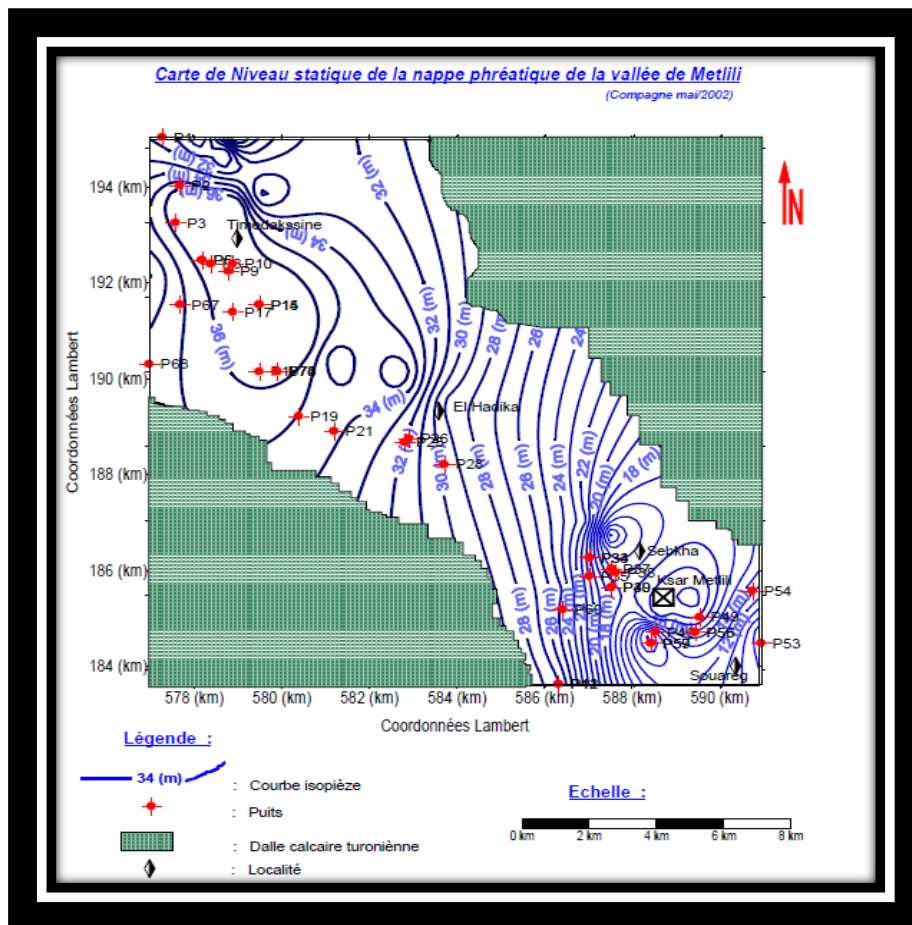
Un élément poreux est connecté à un tube de mesure de faible diamètre afin de diminuer le temps de réponse de l'instrument. En fait, il s'agit du piézomètre Cas grande dont l'élément poreux est une pierre en céramique ou tout autre matériau de mêmes dimensions

Les pores de l'élément ont une dimension de 0.050mm de telle sorte que l'on peut l'utiliser en contact direct avec les fins.

#### **III.3.4.3. AUTRES TYPES :**

Les autres types de piézomètres utilisés sont pneumatiques à air, pneumatique à l'huile ou hydrauliques. Généralement, on distingue deux types de piézomètres :

## A-PIEZOMETRES OUVERTS :



**Figure III.1 : Carte de niveau statique de la nappe phréatique de Metlili**

Les piézomètres ouverts peuvent être réalisés soit par forage, soit par battage.

Installation par forage : Si le terrain est instable, le forage sera tubé car l'emploi de la bentonite (pour la stabilité des parois) doit être absolument

Prohibé pour éviter le colmatage du terrain. Une fois atteinte la p dans le forage un profondeur désirée, on introduit dans le forage un tube piézométrique crépine sa base.

Lorsqu'on vent procéder des mesures ponctuelles, est évident que la crépine devra être très courte.

Si par contre, il ne s'agit que de mesurer un niveau d'eau, on pourra adopter une valeur beaucoup plus importante, mais sans dépasser 2.0m de longueur

En ce qui concerne la densité des vides de la crépine, il faut qu'elle soit telle que sa perméabilité soit très élevée.

➤ **le GPS :**

Le « global positioning system» ou le système de positionnement global C'est un appareil de pointe qui permet de donner la position exacte (en 3 dimensions : latitude, X ; longitude, Y et altitude, Z) de l'ouvrage (le lieu) au niveau duquel on se trouve et où l'on a effectué la mesure

Le GPS que nous avons utilisé lors de la prise des mesures dans notre bassin versant est de marque GARMIN.



**Figure III.2: le GPS utilisée**

### ➤ LA SONDE LUMINEUSE

La sonde est un appareil qui permet de mesurer la profondeur à laquelle se trouve la surface de l'eau dans un puits. Pour la mesure des niveaux statiques des différents ouvrages de notre bassin, nous avons utilisé une sonde électrique possédant un voyant qui s'allume une fois que le bec de la sonde est en contact avec la surface de l'eau.



**Figure III.3: la sonde lumineuse**

### **III .4 .LES TRAVEAUX D'ECHANTIOLLONNAGE**

#### **III.4.1.LE PRELEVEMENT**

il existe plusieurs types d'échantillons :l'échantillon ponctuel, l'échantillon périodique ; l'échantillon composé (pondéré ou non) et l'échantillon intégré.

Le prélèvement des échantillons d'eau est une opérations délicate à laquelle le plus grand soin doit être apportés. Les échantillons doivent être homogènes , représentatifs obtenues sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (RODIER,2005).

Les prélèvements sont été effectués pour la première campagne dans la période de 15mars-03avril 2014 (37) points d'eau différents au long de la vallée de Metlili. Pour la deuxième campagne c'étaient du 15au 20 mai 2014 aussi 37 points. les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastiques préalablement lavées à l'eau distillée et rincée à l'eau à analyser. Ils sont conservés dans une glacière.

Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'université de GHARDAIA.

### III.4.2.MODE DE PRELEVEMENT

Dans tous les prélèvements, les démarches suivantes ont été respectées :

Sur le terrain, et en absence de pompage, il était indispensable de faire couler l'eau de puits pendant au moins 10 minutes pour éviter l'effet de stagnation.

La bouteille est rincée 3 fois à l'eau de puits et après remplie jusqu'au bord.

Le bouchon était placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Une fois les bouteilles remplies, elles étaient conservées dans des glacières pour maintenir une température basse qui éviterait le dégazage de l'eau et la précipitation de certains éléments.

Chaque bouteille était accompagnée d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles suivants :

- ✚ Identité du prélèvement ;(origine de l'eau (puits) ).
- ✚ Date et heure du prélèvement .
- ✚ Nom du point d'eau et localisation précise .



Figure III.4 : les prélèvement

### **III.5.LES TRAVEAUX D'ANALYSES AU LABORATOIRE :**

#### **III.5.1.L'ANALYSE DE LA QUALITE DE L'EAU :**

L'analyse régulière de la qualité de l'eau est indispensable au maintien d'une réserve d'eau fiable et sûre, les résultats de l'analyse permettent de prendre les mesures nécessaires pour régler des problèmes particuliers.

On s'assure ainsi de protéger adéquatement la source d'eau contre une éventuelle contamination de choisir le traitement approprié et de contrôler l'efficacité de ce traitement.

Il est important d'analyser la qualité de son eau en fonction de l'usage prévu, que ce soit l'abreuvement du bétail, la pulvérisation de produits chimiques ou l'eau potable afin de prendre des décisions éclairées au sujet de l'eau et de son utilisation.

#### **III .5.2.L'IMPORTANCE DE L'ANALYSE :**

Une analyse régulière est importante pour les raisons suivantes:

- Elle permet de définir les problèmes existants .
- Elle garantit une eau qui convient à l'utilisation prévue .
- Elle garantit une eau potable sûre .
- Elle permet de vérifier l'efficacité du système de traitement.

#### **III.5.3.LES ANALYSES REALISEES :**

Le principe de travail consiste à faire une analyse des quelques paramètres physico-chimiques des eaux dans la région de Melti. Elle est principalement dans les mesures des variations dans les valeurs de pH , la conductivité électrique (CE) et la dureté totale TH, et le calcium, magnésium, chlorure et titre alcalimétrique complet.

##### **III.5.3.1.MESURE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE :**

La conductivité est définie par la teneurs des sels dessous dans un liquide ; elle a été réalisé à l'aide d'un conductimètre de marque JENWAY.

Premièrement il est nécessaire de rincer l'électrode avec l'eau distillé, et après en prolonge l'électrode dans l'échantillon de l'eau et en fait la lecture du valeur qui est donné en us/cm dans la plupart des cas ,surtout si la température est différente à 25°C ( température de référence) pour cela en fait la correction de température en utilisant la formule suivante :

$$CE \text{ à } 25^{\circ}C = L * K * f(t)$$

$$f(t) = 1 - T^{\circ} - 25 * 0.02$$

$L$  : la lecture de conductivité en us/cm

$K$  : le constant de le cellule; dans ce cas  $K = 1.033$

$T^{\circ}$  : la température de l'eau au cours de lecture en  $c^{\circ}$

$f(t)$  : facteur de correction

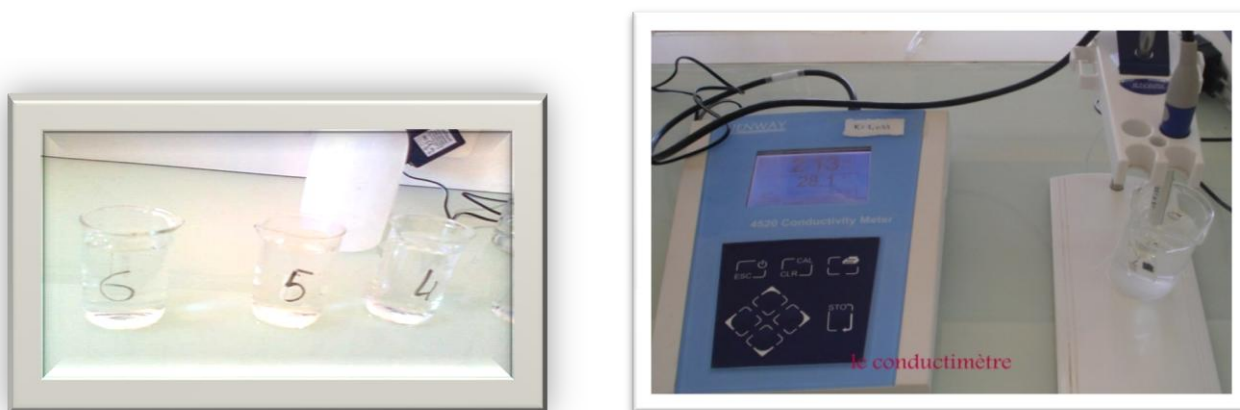


Figure III.5 : le conductimètre

### • III.5.3.2. MESURE DE pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène  $[H_3O^+]$ , il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Le pH présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau. les mesures ont été effectuées à l'aide d'un pH-mètre de marque JENWAY.

Cet appareil doit être étalonné en laboratoire, à l'aide d'une solution de pH égale à 7 puis d'une solution de pH égale à 9. Pour la réalisation des mesures il suffit de prolonger l'électrode dans l'échantillon d'eau et prendre la lecture après la stabilisation .





Figure III.6 : le PH mètre

### **III.5.3.3. MESURE DE LA DURETE TOTALE DE L'EAU :**

Teneur en calcium et magnésium, s'opposant à la formation de mousse avec le savon et permettant le dépôt de sels insolubles et incrustants (tartres ou incrustations).

#### **PRINCIPE**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide EDTA à pH=10. L'indicateur coloré est le NET (Noir d'EriochromeT), qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium.

#### **MODE OPERATOIRE**

A 50 ml d'échantillon on ajoute 4 ml de la solution tampon pH= 10 ( solution de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ), en présence de l'indicateur coloré la solution doit se colorer en rouge foncé ou violet, le titrage se fait avec l'EDTA 0,01 N, le virage est atteint par la couleur Bleu royale.

Si le volume de l'EDTA est supérieur à 20 ml il faut faire une dilution au 1/10 pour l'échantillon.

**III.5.4.MESURE DE LA DURETE CALCIQUE :****PRINCIPE :**

Dosage des ions Calciums avec une solution de sel disodique d'EDTA. L'indicateur coloré Calonne carboxylique forme un complexe rouge avec le calcium. Lors du dosage, les ions de calcium réagissent avec l'EDTA, d'abord les ions libres puis ceux qui se combinent avec l'indicateur coloré vont virer la couleur du rouge au bleu clair.

**REACTIFS :**

- ❖ Hydroxyde de Sodium C (NaOH)  $\approx 2$  mol/l
- ❖ EDTA C (Na<sub>2</sub>EDTA) = 0,01 mol/l
- ❖ Indicateur coloré NET

**MODE EPURATOIRE :**

La prise d'essai est de 50 ml à laquelle on ajoute 2 ml de NaOH en présence d'indicateur coloré, titrer à l'EDTA, le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement bleu et persistante.

# Chapitre VI : résultats et discussion

## VI. 1. INTRODUCTION :

Ce chapitre sera consacré à l'interprétation des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau que nous avons prélevée au niveau de la nappe phréatique

Le but de cette étude hydro chimique et piézométrique est la comparaison les caractéristiques physicochimiques et piézométrique des eaux et des éléments dissous entre deux période, de les comparer et de suivre leur évolution dans le temps. On étudiera la qualité des eaux souterraines vis-à-vis de la potabilité. Pour cela, un certain nombre de cartes et de diagrammes ont été élaborés et qui serviront de base pour l'interprétation générale des résultats de mesures des paramètres physico-chimiques et. Piézométrique dans la période estivale et la période hivernale.

La chimie de l'eau est souvent influencée par l'effet de la dissolution des formations géologiques, les rejets industriels et l'activité agricole. Les caractéristiques chimiques de l'eau ont un impact déterminant non seulement au niveau de la santé publique et de la potabilité de l'eau mais aussi au niveau de certains secteurs importants comme l'agriculture qui consomme le plus d'eau au Sahara.

## VI. 2.RESULTATS DE LA PREMIER PERIODE :

### VI .2.1.PH :

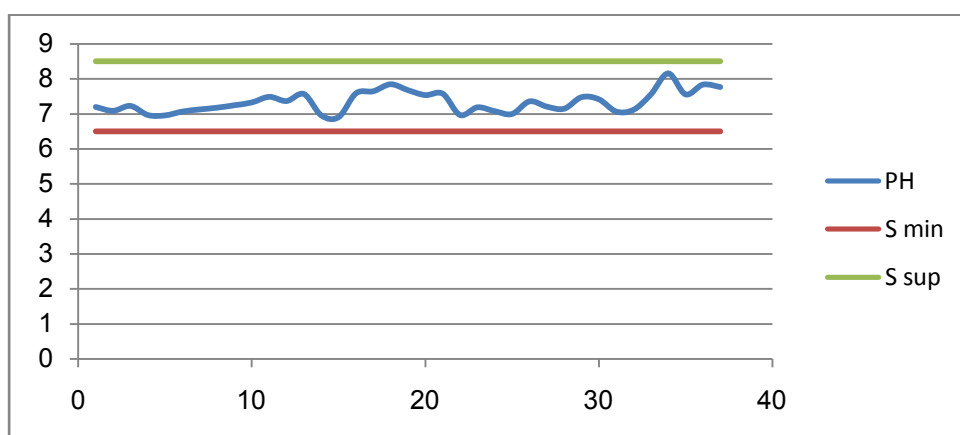
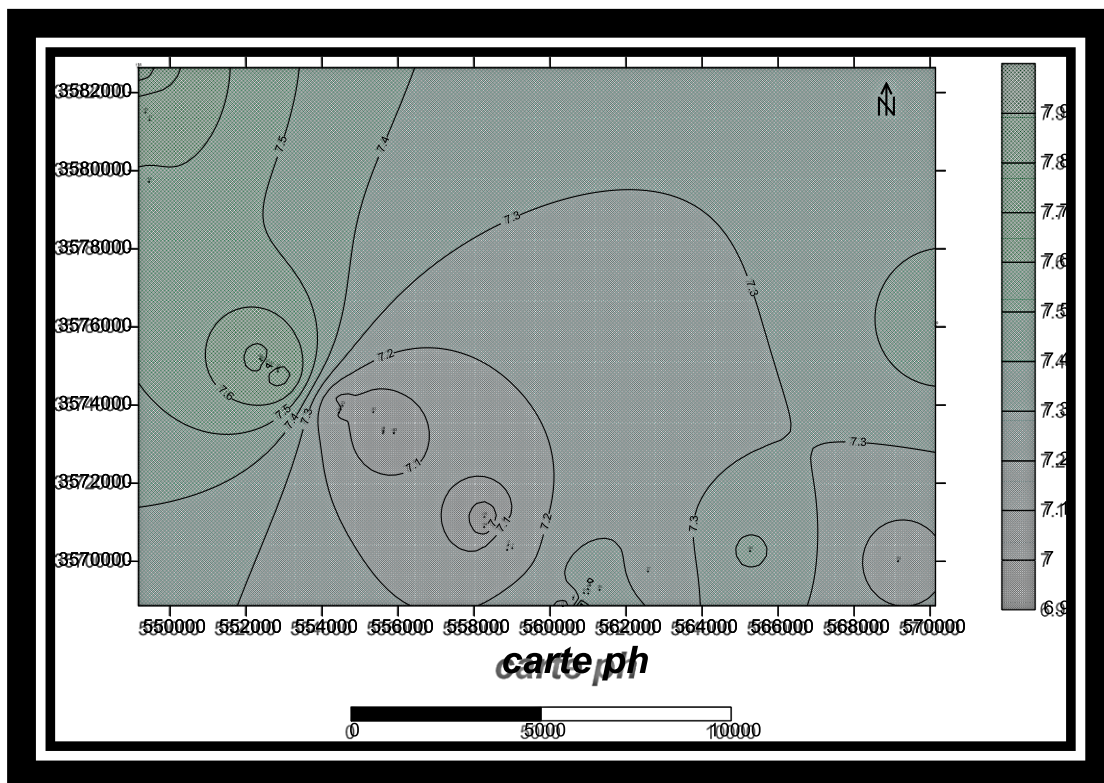


Figure VI.1 : graphe de PH

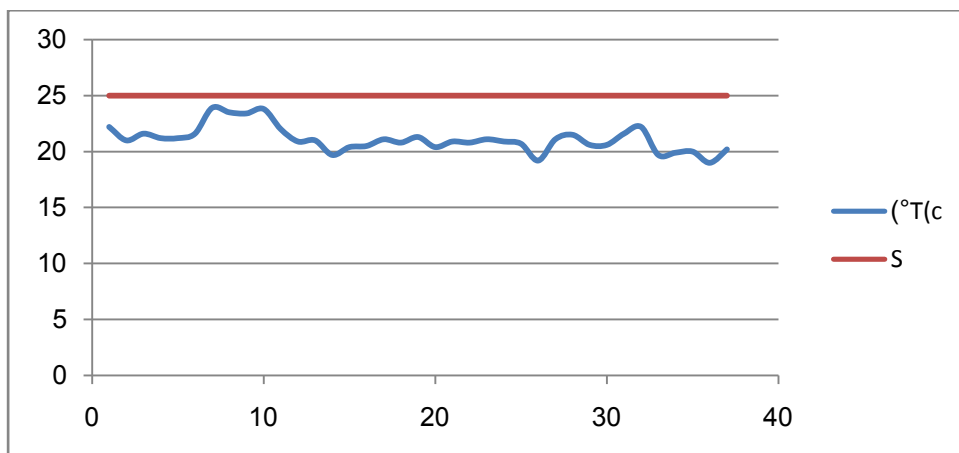


**Carte VI.1 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de pH**

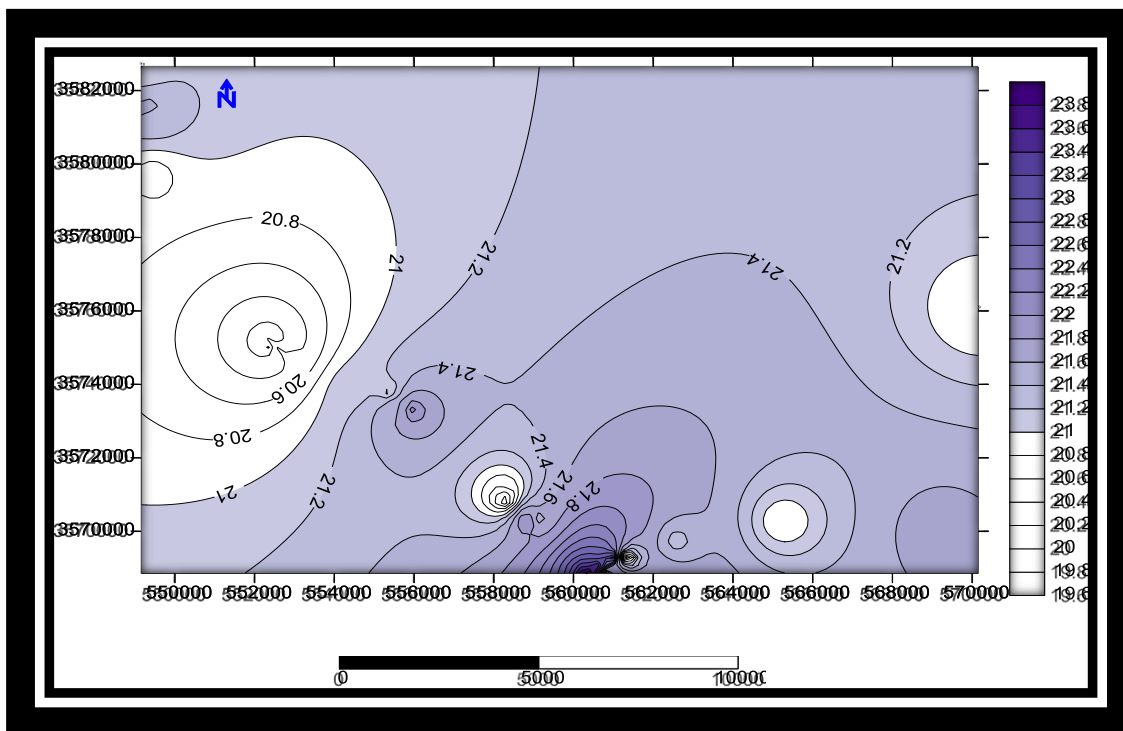
Les valeurs du pH montrent que l'eau de cette nappe superficielle est neutre elle présente une valeur minimale de 6.91 au niveau du puits P<sub>15</sub> et une valeur maximale de 8.16 au niveau du puits P<sub>34</sub>. La moyenne est de 7.33.

Donc le potentiel d'hydrogène a une allure stable et dans les normes.

**VI.2.2.TEMPERATURE :**



**Figure VI.2 : graph de température**

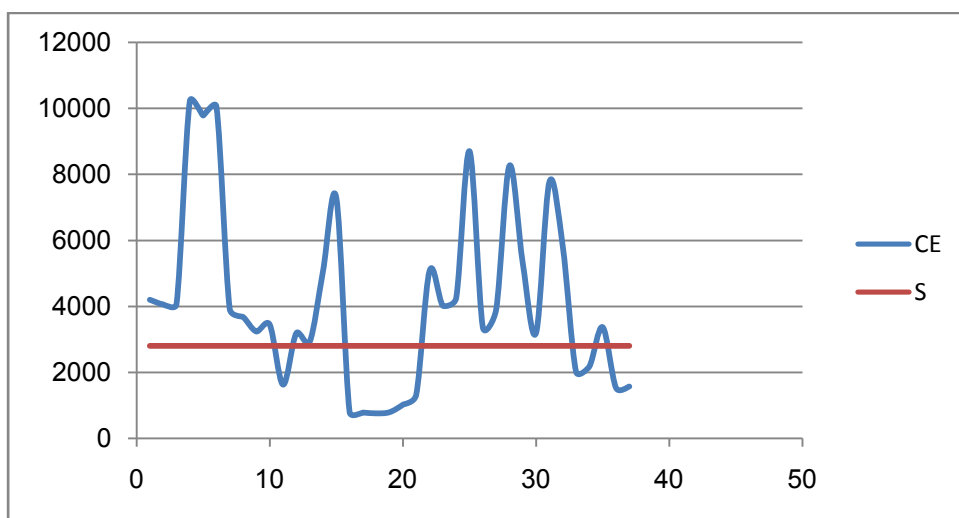


**Carte VI.2 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de température**

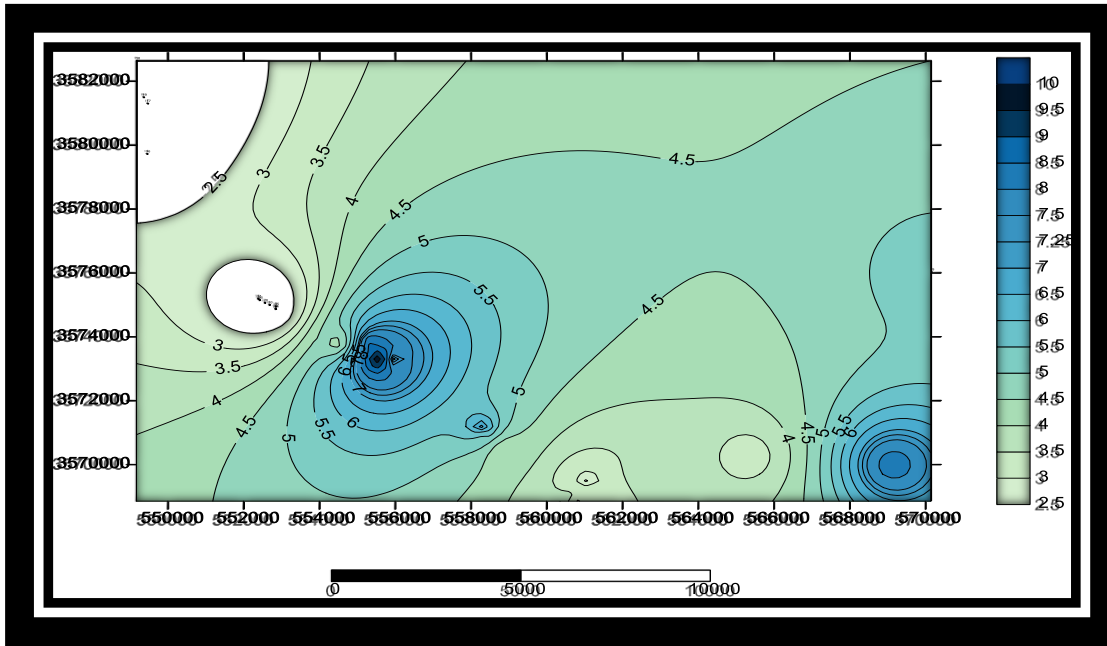
La température présente une valeur minimale de 19°C concernant le puits P<sub>36</sub> et une valeur maximale est de 20.2°C rencontrée au niveau du puits P<sub>37</sub>. La moyenne est de 21.12°C.

Notre observation pour cette période est que la température est basse (inférieure à la norme).

**VI.2.3.CONDUCTIVITE ELECTRIQUE :**



**Figure VI.3: graphe de conductivité électrique**

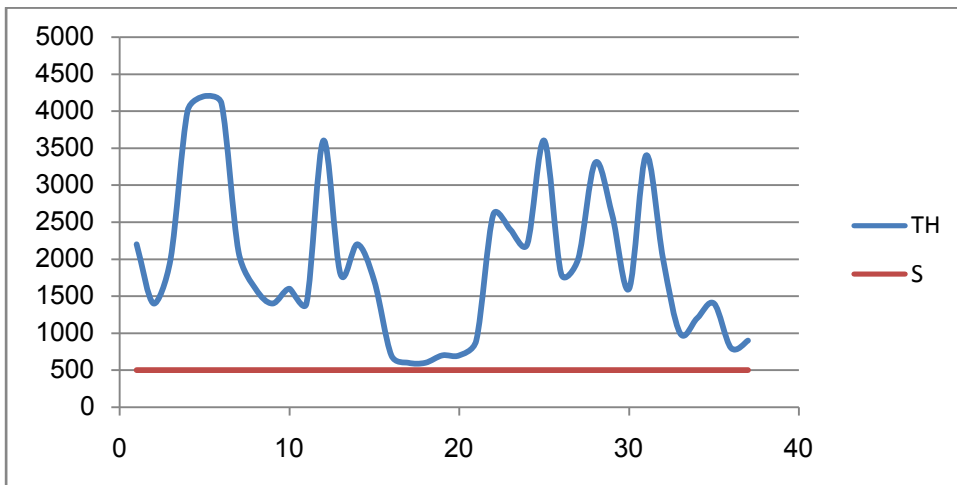


**CarteVI3 :Carte hydro-chimique de la variation spatiale de CE**

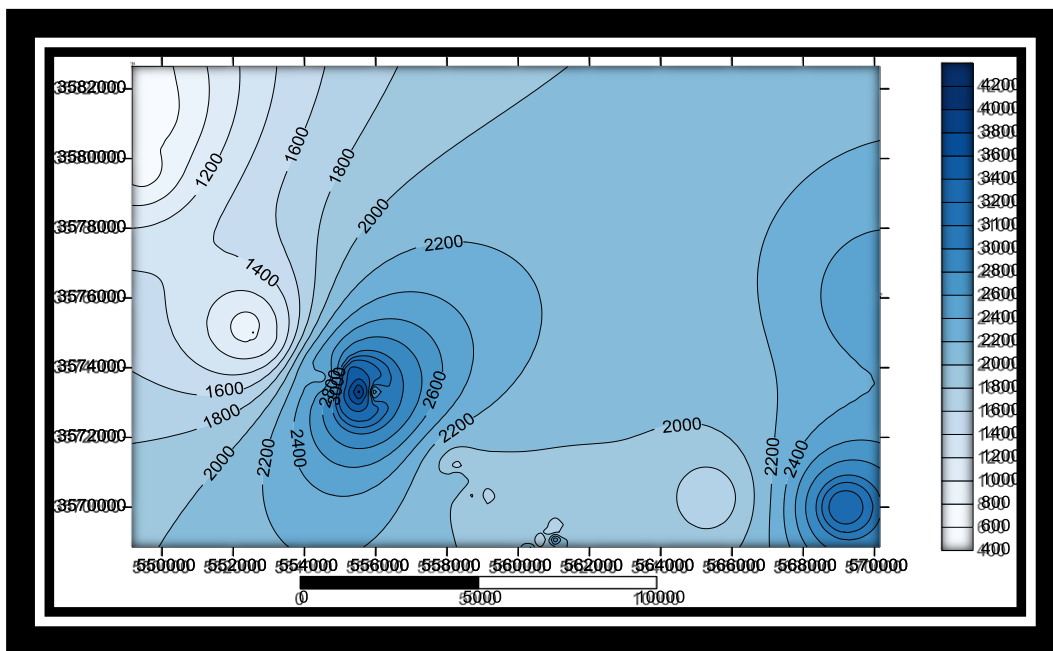
La conductivité électrique est un paramètre important car il caractérise la minéralisation dans une eau indique que la valeur minimale est de 760  $\mu\text{S}/\text{cm}$  concernant le puits P<sub>18</sub> et une valeur maximale de 10210  $\mu\text{S}/\text{cm}$  concernant le puits P<sub>4</sub>. La moyenne est de 4120 $\mu\text{S}/\text{cm}$  , 70.27% dépassent la norme .

Vue la carte 22 on constate des bonnes valeurs ou tolérables dans l’amant de la vallée de Metlili, or que dans le lit de la vallée et en avale la conductivité est très élevée.

**VI.2.4.Titre hydrotimétrique TH (DURETE TOTALE) :**



**Figure V I.4: graphe de dureté totale (TH)**

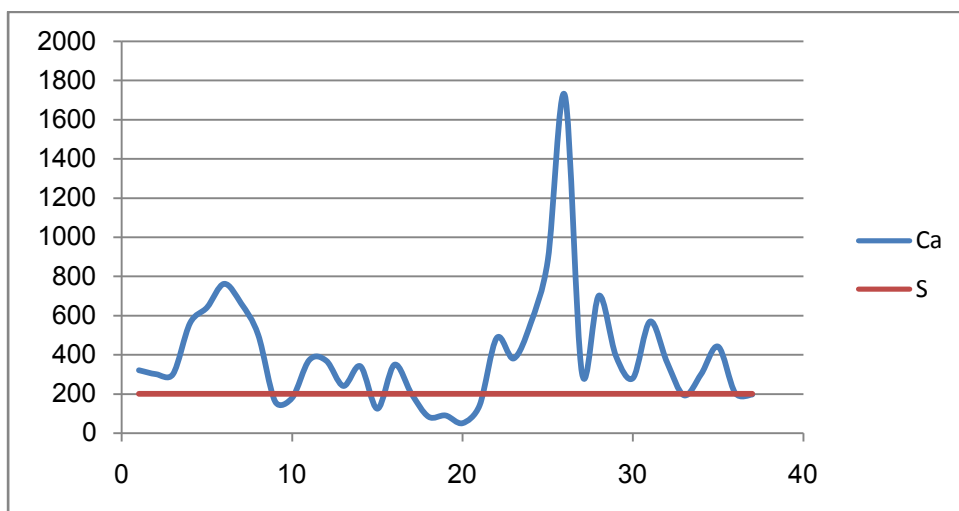


**Carte VI.4 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TH**

Le TH présente une valeur minimale de 600mg/l concernant le puits P<sub>17-18</sub> et une valeur maximale est de 4200mg/l rencontrée au niveau du puits P<sub>5</sub>. La moyenne est de 1954.05mg/l, tous ces valeurs sont or norme

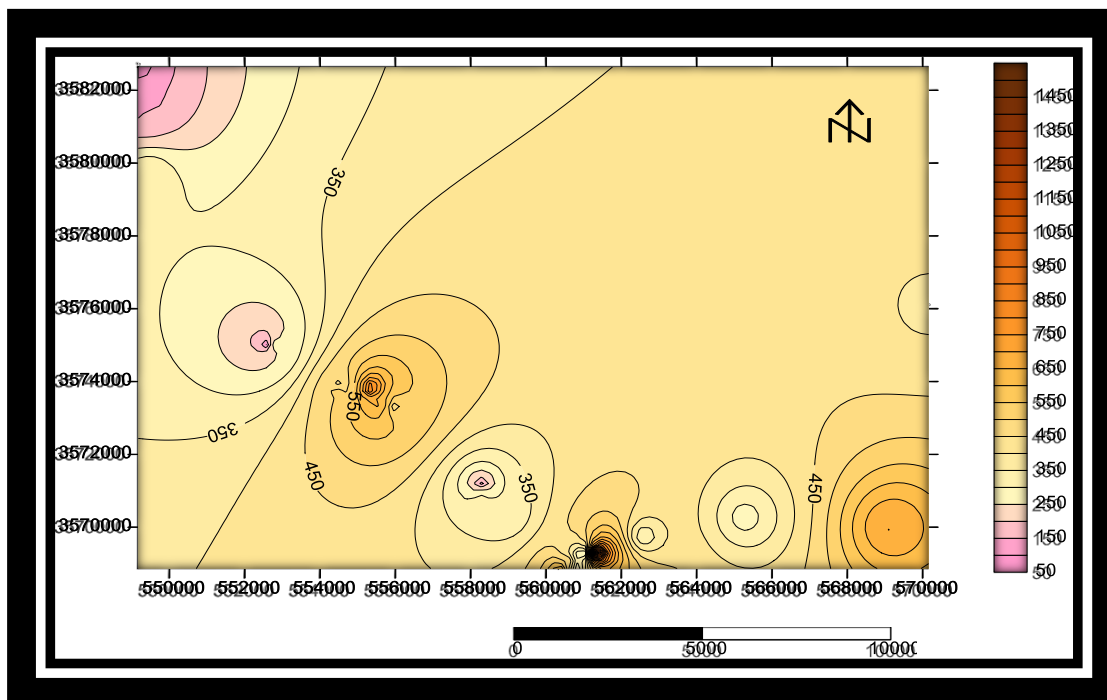
L'observation de la carte (04) indique la même variation que la conductivité.

**VI.2.5.CALCIUME :**



**Figure VI.5 : graphe de calcium**



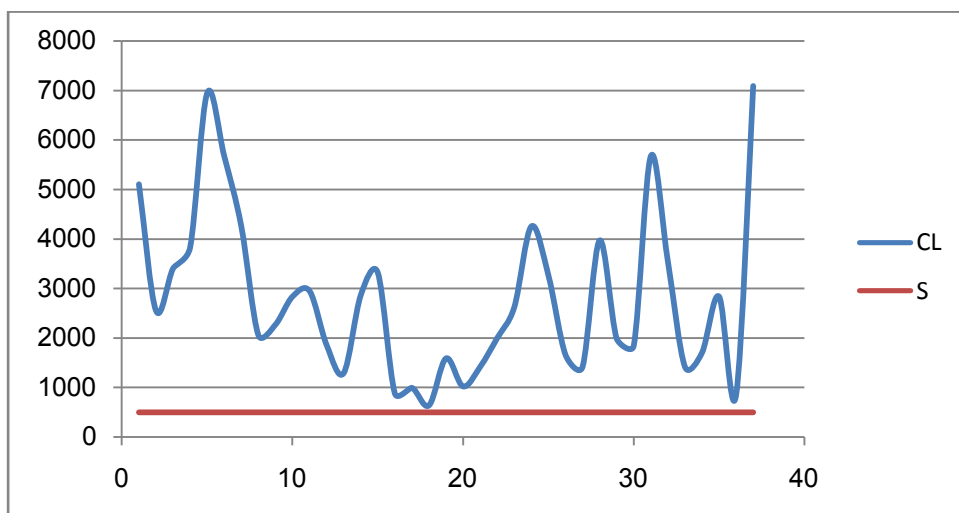


**Carte VI.5: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de Calcium**

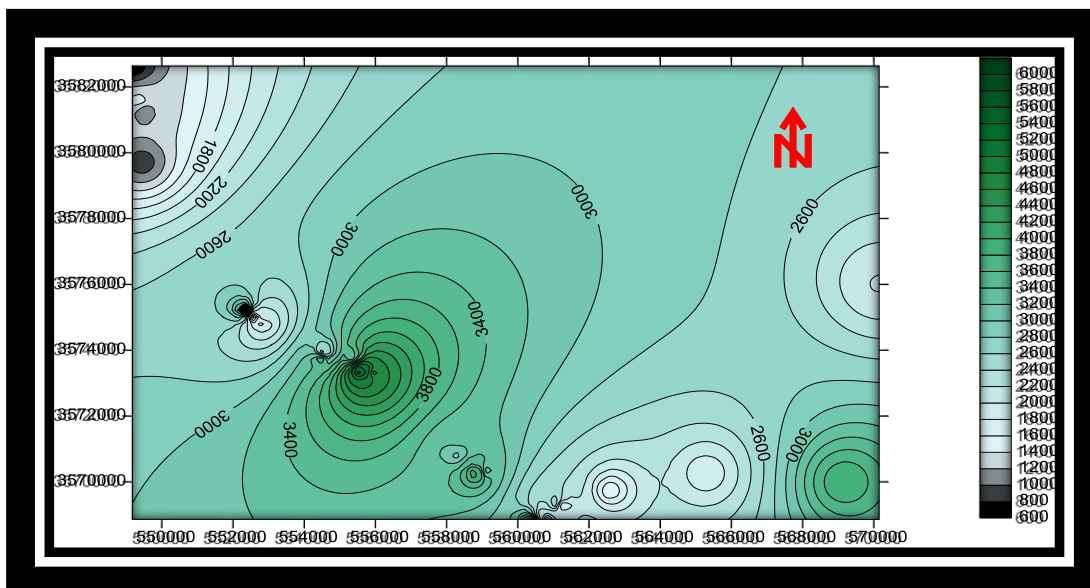
Le calcium présente une valeur minimale de 50.5008g/l qui correspond au puits P<sub>20</sub> et une valeur maximale de 1723.44g/l qui correspond au puits p<sub>26</sub> . La moyenne est de 398.11g/l avec un pourcentage de 78.38% dépassant la norme

Le calcium avec le magnésium donne la dureté totale , donc on peut dire que les deux cartes sont assimilables.

**VI.2.6. CHLORURE :**



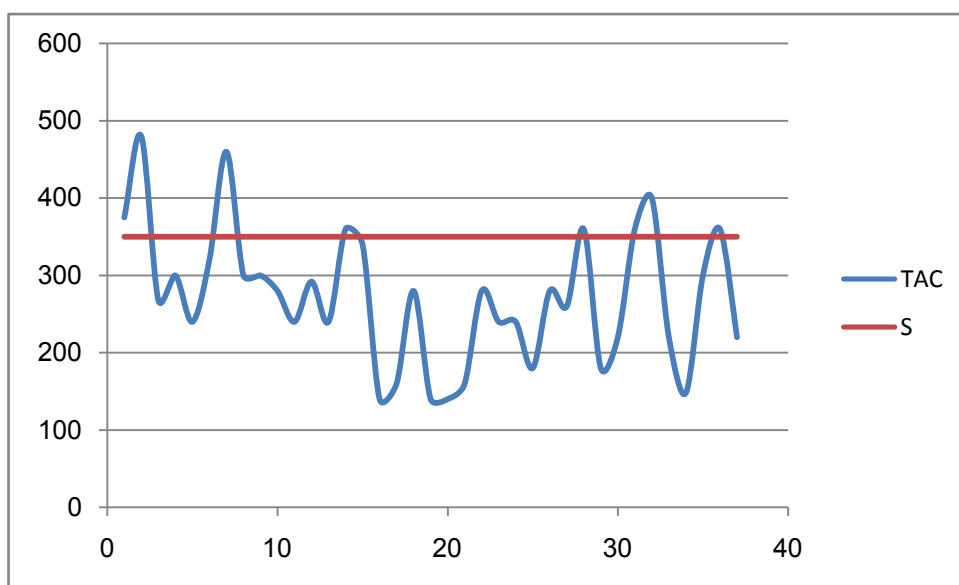
**Figure VI.6 : graphe de chlorure**



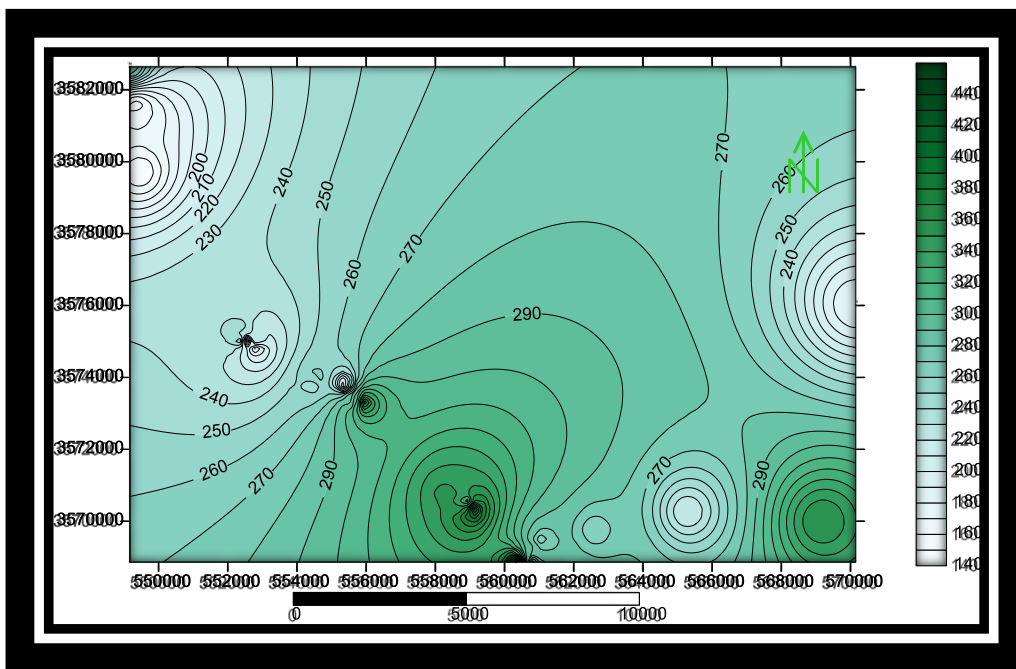
**Carte VI.6: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de chlorure**

La teneur en chlorures présente une valeur minimale de 638.154g/l concernant le puits P<sub>18</sub> et une valeur maximale est de 7090.6g/l rencontrée au niveau du puits P<sub>37</sub>. La moyenne est de 2807.49g/l, montrant ainsi des eaux de la nappe superficielle riche en chlorures et dépassant la norme.

**VI.2.7.TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC) :**



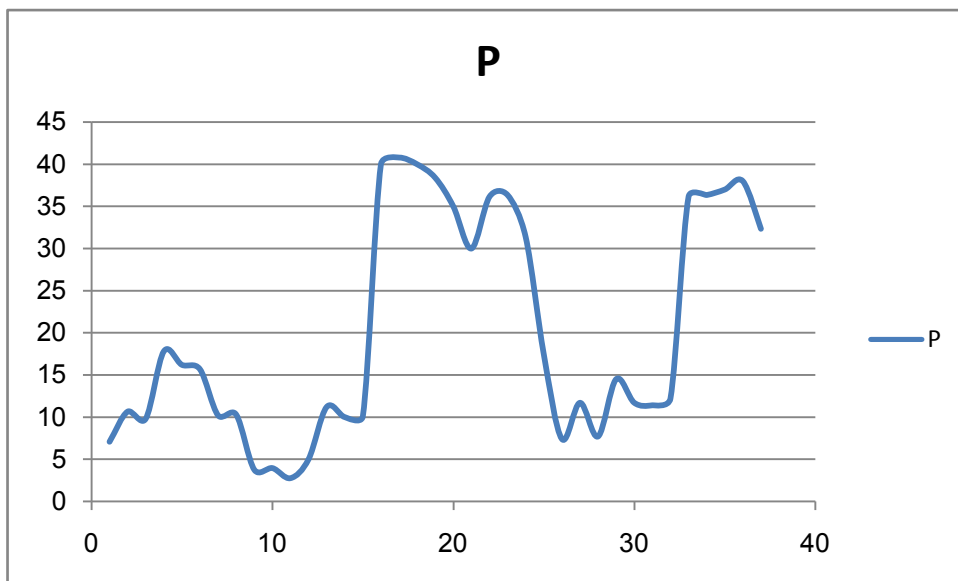
**Figure VI.7: graphe de titre alcalimétrique complet (TAC)**



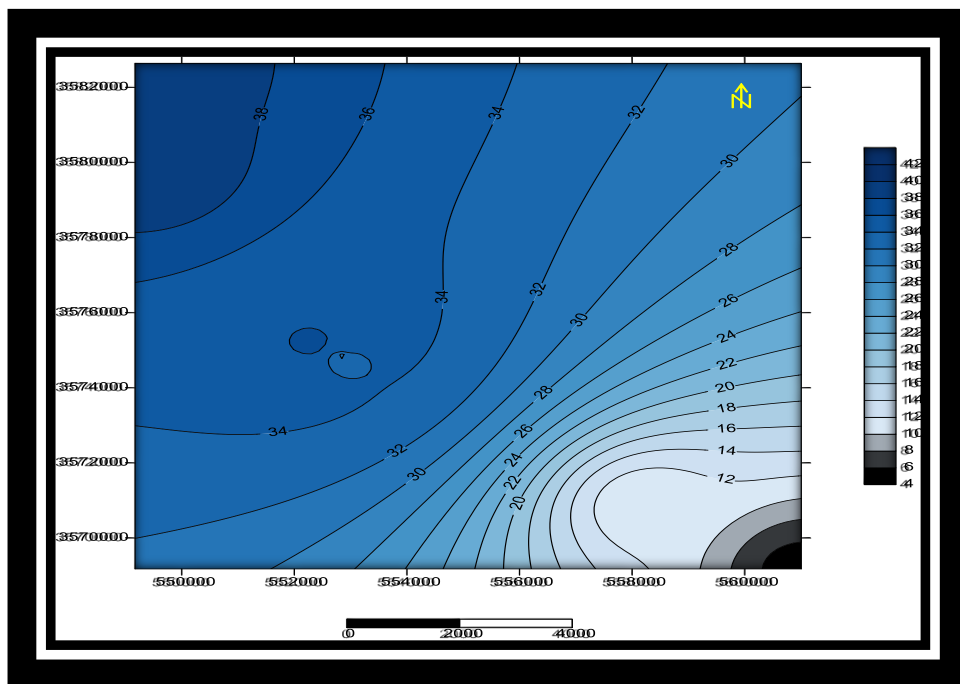
**CarteVI.7 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TAC**

Titre alcalimétrique complet présente une valeur minimale de 140mg/l concernant le puits P<sub>16</sub> et une valeur maximale de 480mg/l rencontrée au niveau du puits P<sub>2</sub>. La moyenne est de 271.97mg/l, avec un pourcentage de 21.62%.

**VI.2.8. PIEZOMETRIE :**



**Figure VI.8: graphe de piézométrie**



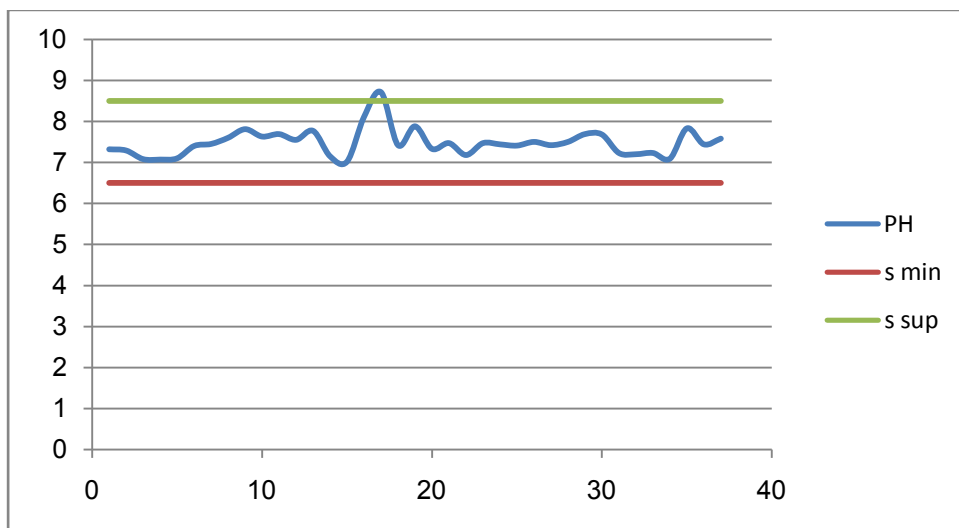
**Carte VI.8 : Carte piézométrique de la variation spatiale de**

La piézométrie varie entre 2.75 comme une valeur minimal et 40.8 comme une valeur maximal

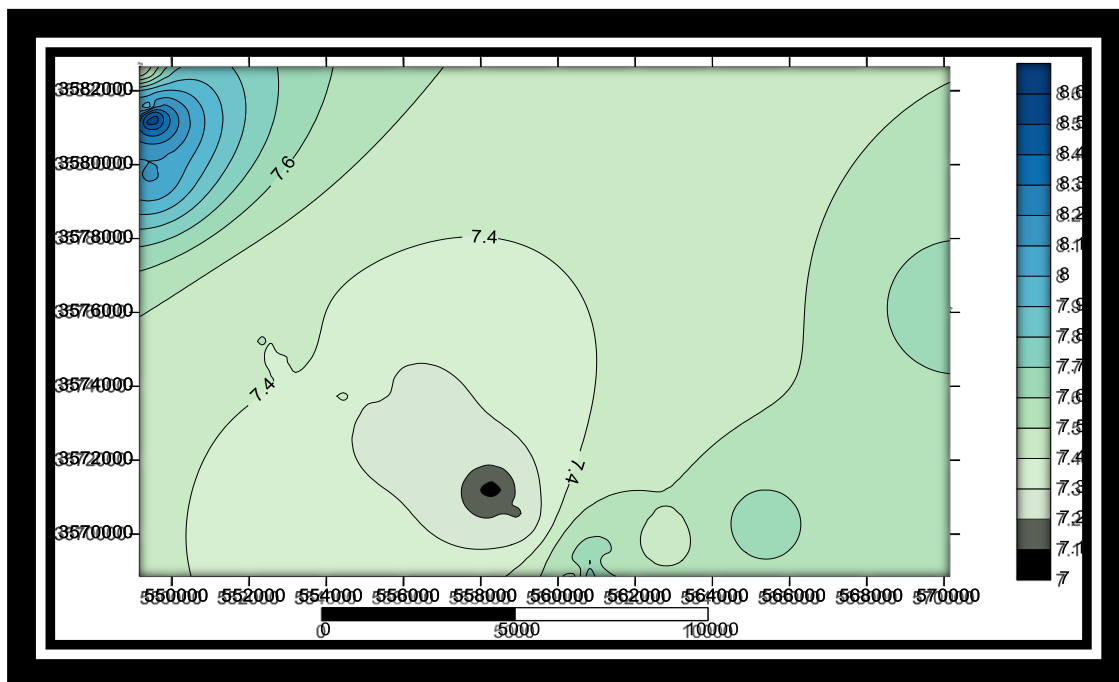
On observe que la piézométrie augmente dans l'amont et diminue dans le milieu de la vallée ; mais il ya une faible piézométrie dans l'aval.

**VI.3 .RESULTATS DE LA DEUXIEME PERIODE :**

**VI.3.1.PH :**



**Figure VI.9 : graphe de PH**

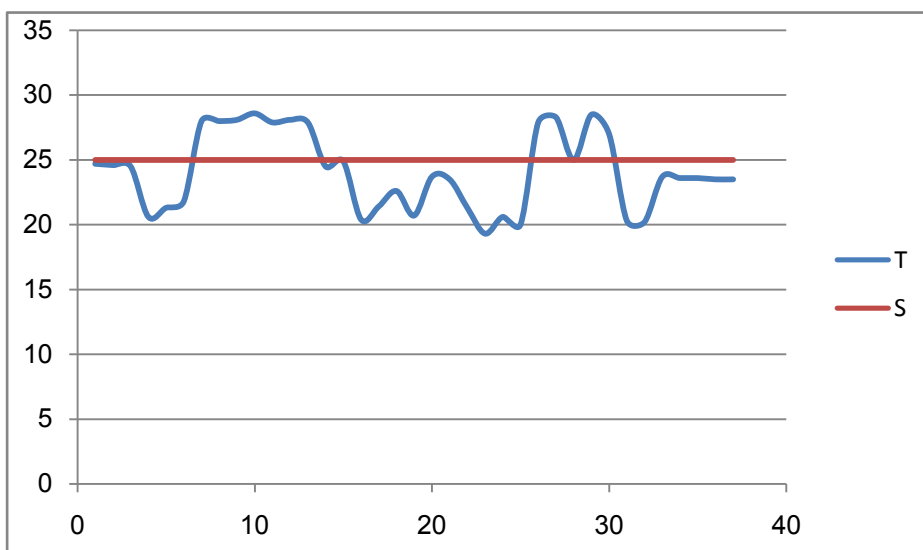


**Carte VI.9: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de PH**

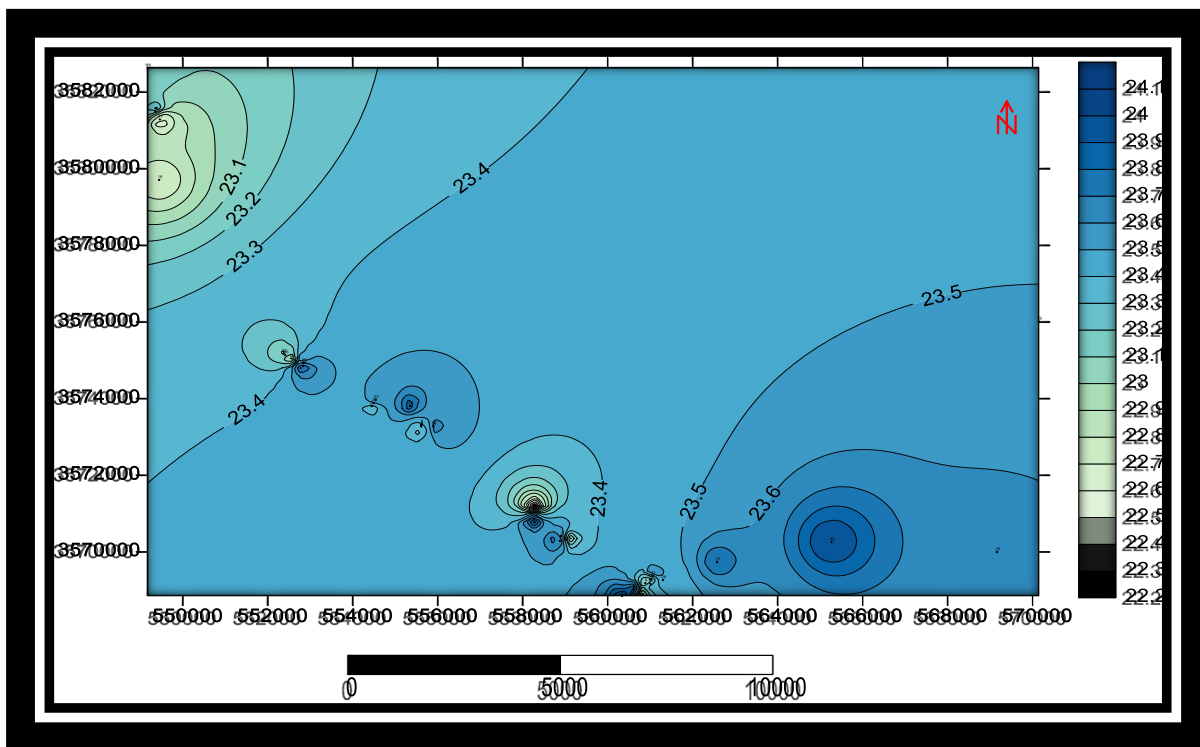
Les valeurs du pH montrent que l'eau de cette nappe phréatique est neutre, elle présente une valeur minimale de 7.02 au niveau du puits P<sub>15</sub> et une valeur maximale de 8.71 au niveau du puits P<sub>17</sub>. La moyenne est de 7.47.

Le maximum de points a un Ph dans les normes.

**VI.3.2.TEMPERATURE :**



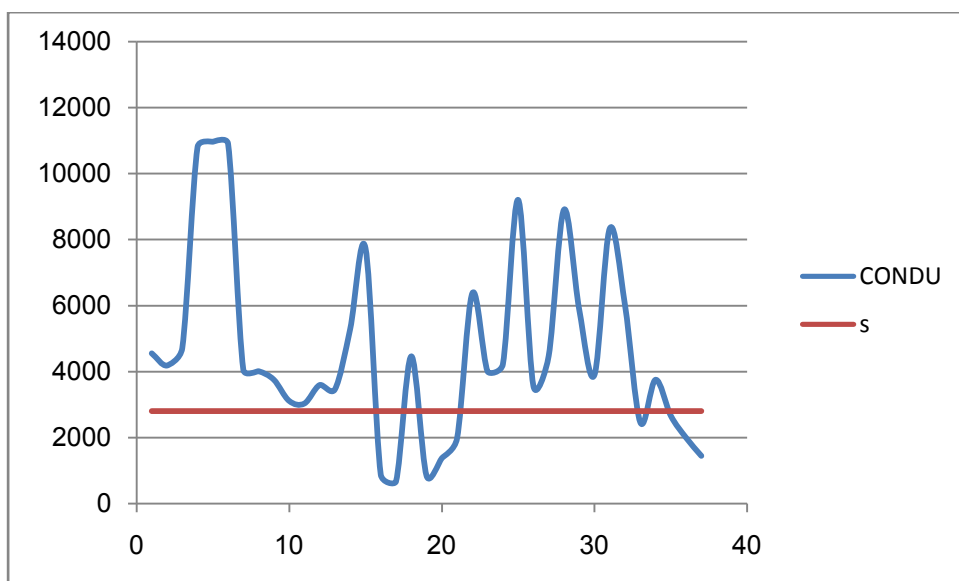
**Figure VI.10 : graphe de température**



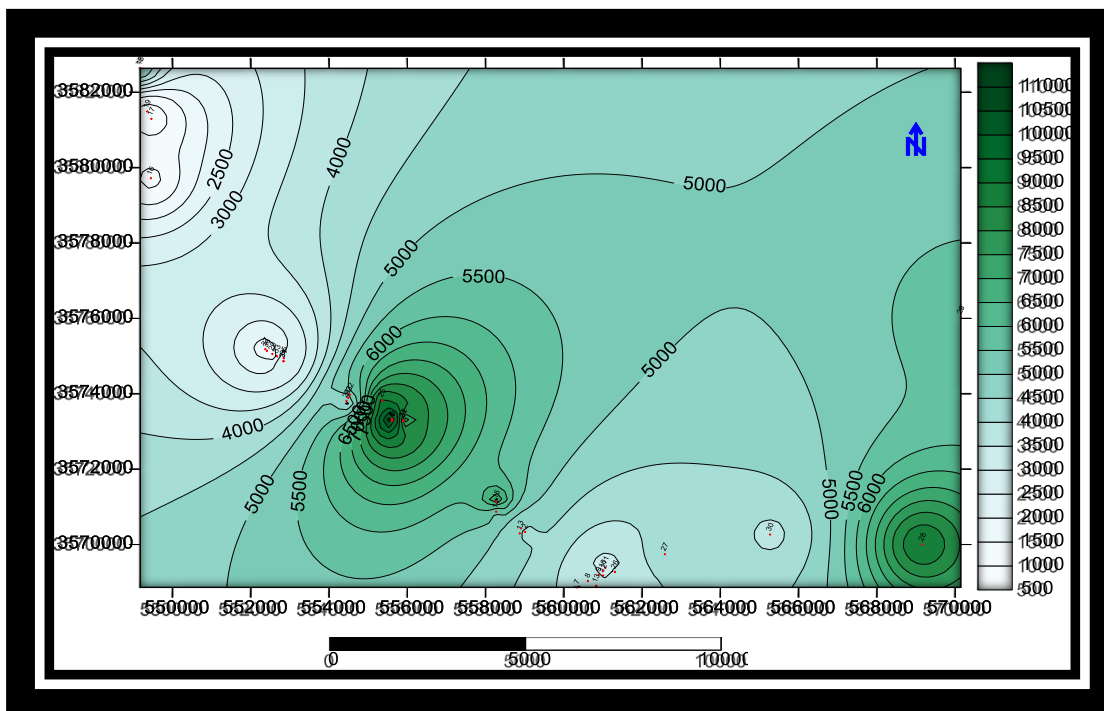
**Carte VI.10 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de**

Température donne une valeur minimale de 19.3°C concernant le puits P<sub>23</sub> et une valeur maximale est de 28.6°C rencontrée au niveau du puits P<sub>10</sub>. La moyenne est de 24.11°C avec un pourcentage de 29.73% or norme.

**VI.3.3.CONDUCTIVITE :**



**Figure VI.11 : graphe conductivité électrique**

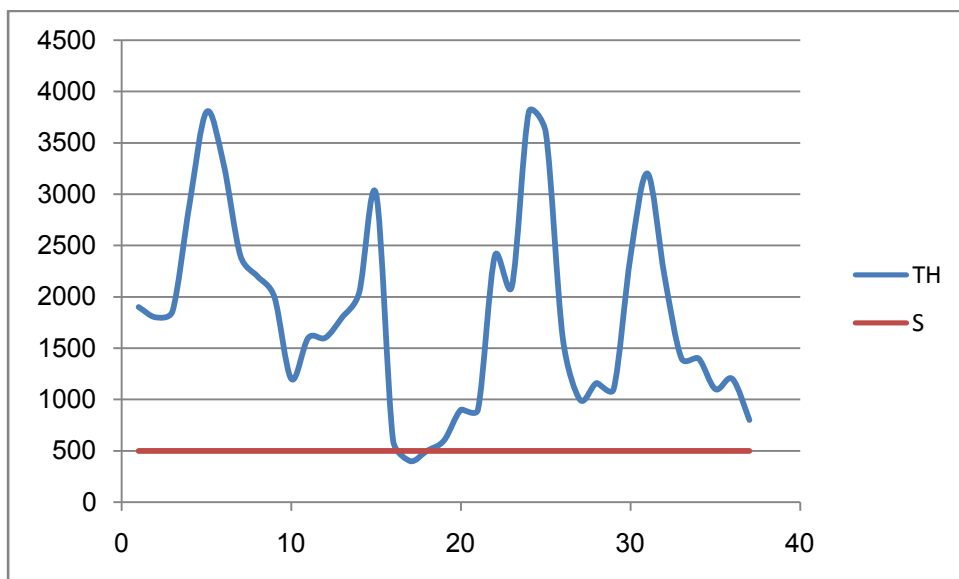


**CarteVI.11: Carte hydro-chimique de la variation spatiale de CE**

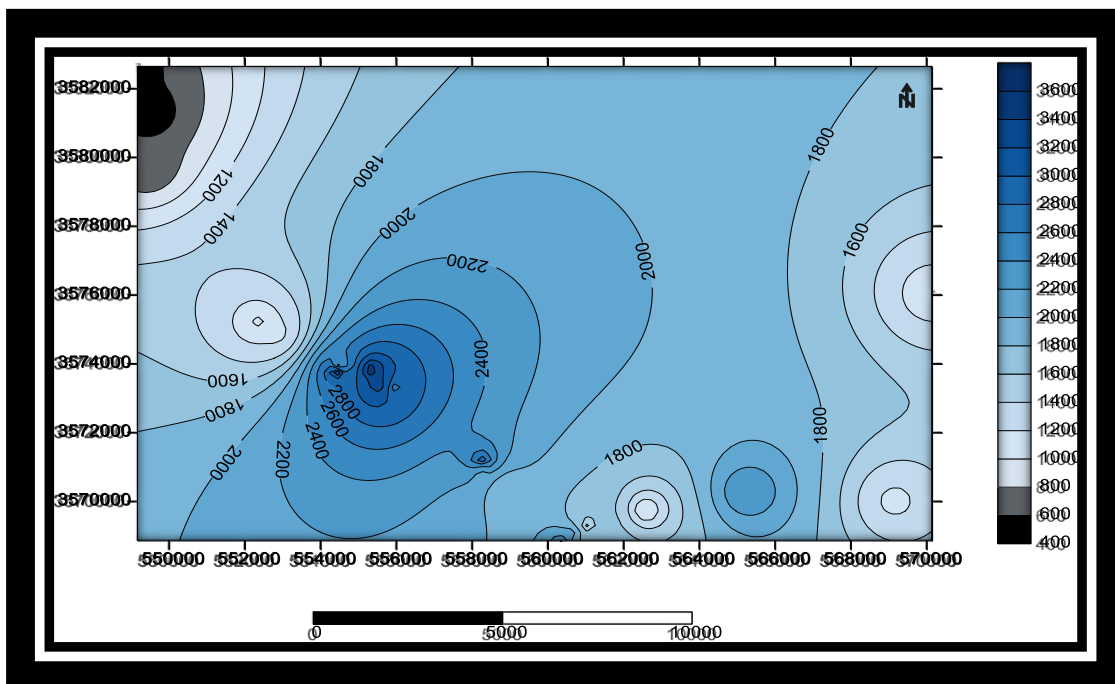
La conductivité électrique caractérise la minéralisation dans une eau les résultats indiqués que la valeur minimale est de 667  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour le puits P<sub>17</sub> et une valeur maximale de 10960  $\mu\text{S}/\text{cm}$  concernant le puits P<sub>5</sub> La moyenne est de 4630  $\mu\text{S}/\text{cm}$  .

Le pourcentage de dépassement est de 75.68%.

**VI.3.4.DOSAGE DE TH (DURETE TOTALE) :**



**Figure VI.12 : graphe de dureté totale (TH)**

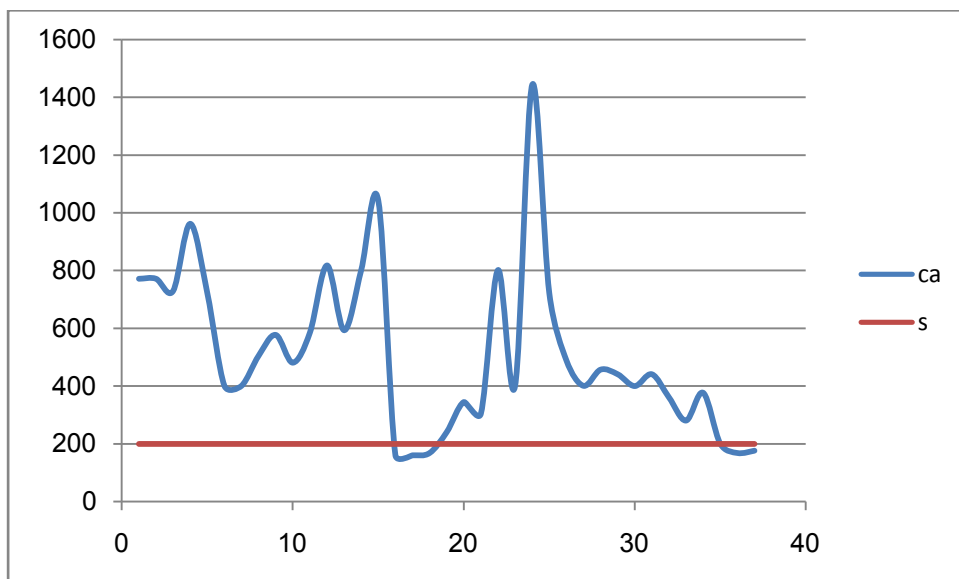


**Carte VI.12 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TH**

Le TH présente une valeur minimale de 400 mg/l concernant le puits P<sub>17</sub> et une valeur maximale est de 3800 mg/l rencontrée au niveau du puits P<sub>24</sub>. La moyenne est de 1831.35 mg/l. Le pourcentage de dépassement est de 94.6%.

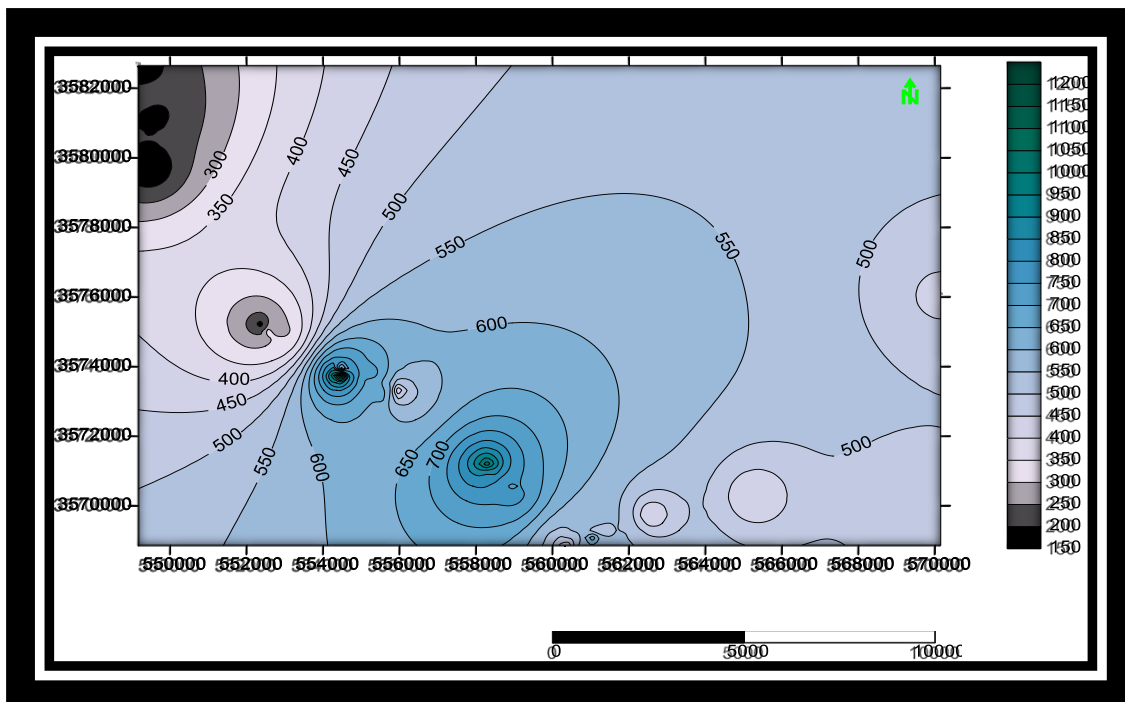
La concentration de cet élément augmente de l'amont vers l'aval

**VI.3.5.CALCIUME :**



**Figure VI.13 : graphe de calcium**

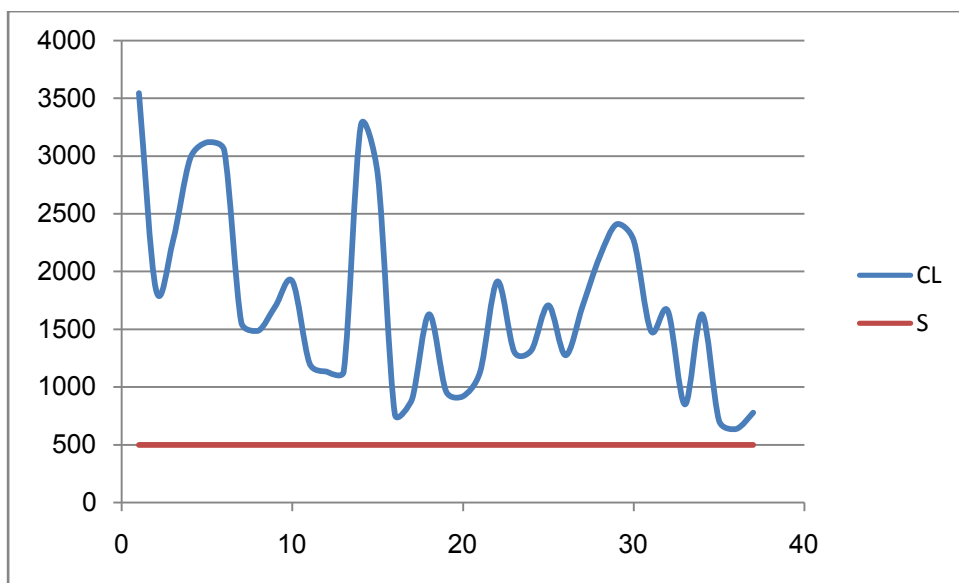




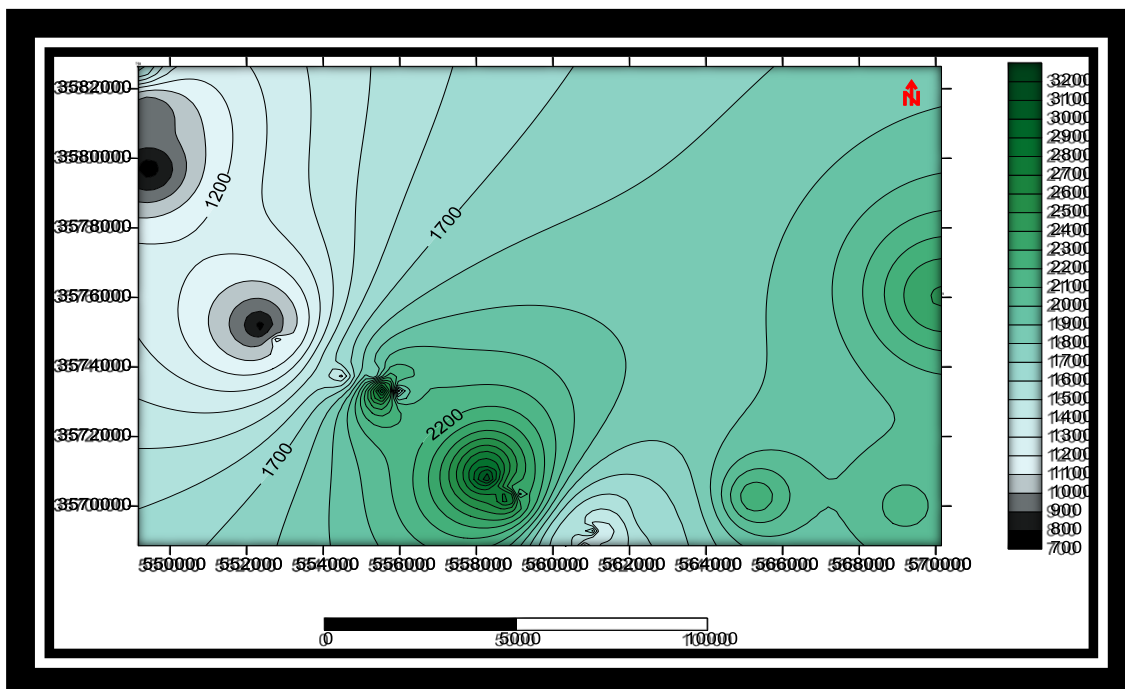
**CarteVI.13 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de**

Le calcium présente une valeur minimale de 160.32g/l qui correspond au puits P<sub>16\_17</sub> et une valeur maximale de 1442.88 g/l qui correspond au puits p<sub>24</sub> . La moyenne est de 516.13 g/l le pourcentage des résultats sortants de la norme est de 89.18%.

**VI.3.6. CHLORURE :**



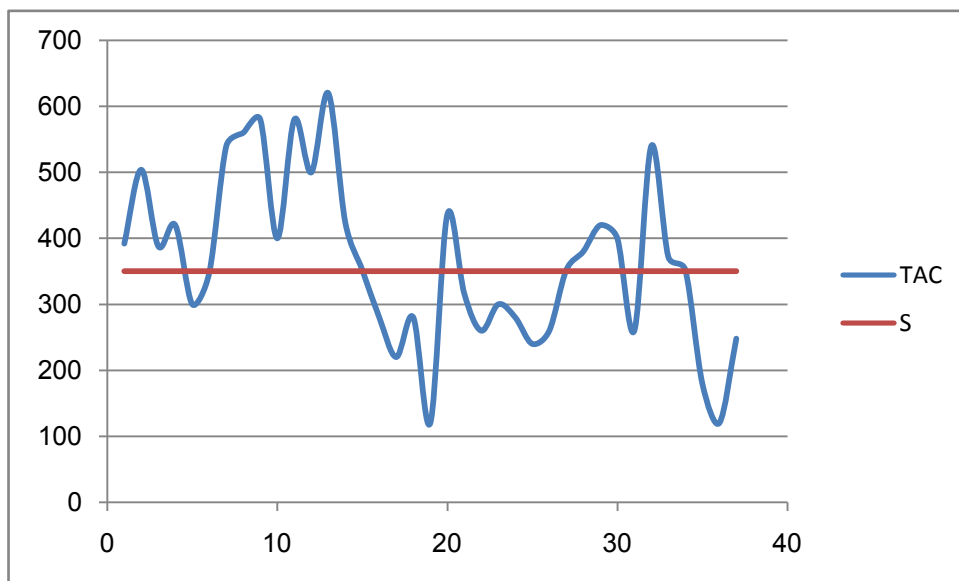
**Figure VI.14 : graphe de chlorure**



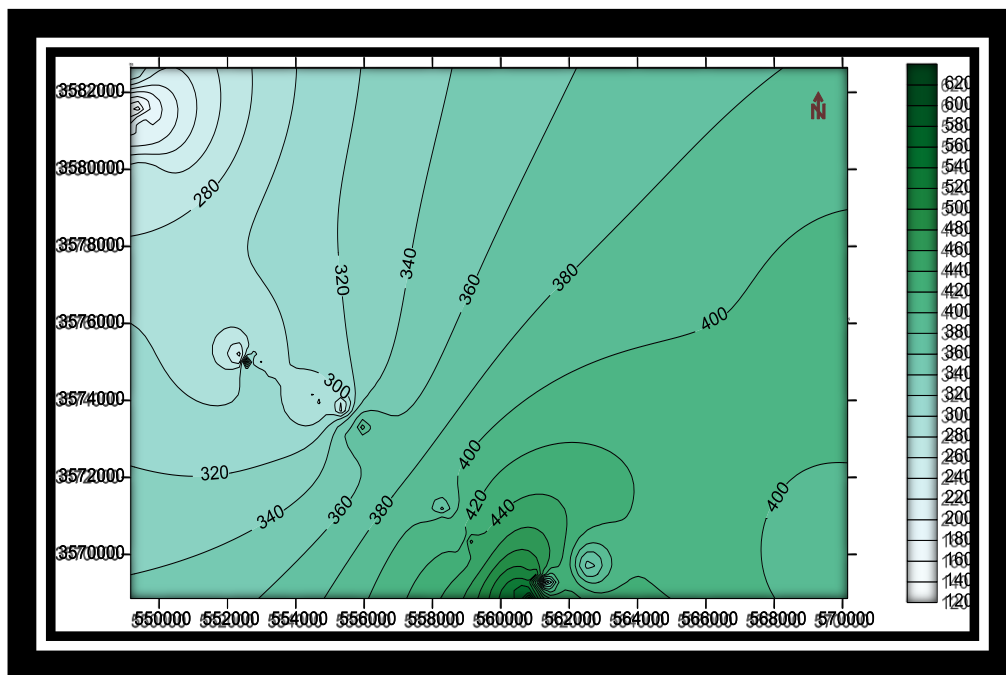
**CarteVI.14:Carte hydro-chimique de la variation spatiale de chlorure**

La teneur en chlorures présente une valeur minimale de 638.15g/l concernant le puits P<sub>36</sub> et une valeur maximale est de 3545.3 g/l rencontrée au niveau du puits P<sub>01</sub>. La moyenne est de 1706.53 g/l, montrant ainsi des eaux de la nappe superficielle riche en chlorures. Ces résultats dépasse largement la norme de chlorure.

**VI.3.7.TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC) :**



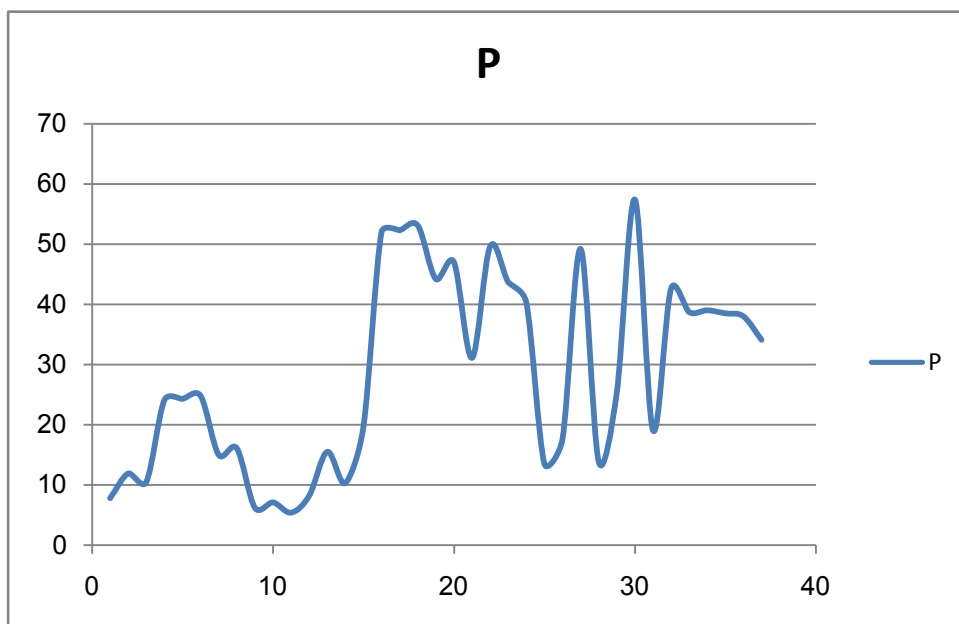
**Figure VI.15:le graphe de titre alcalimétrique complet**



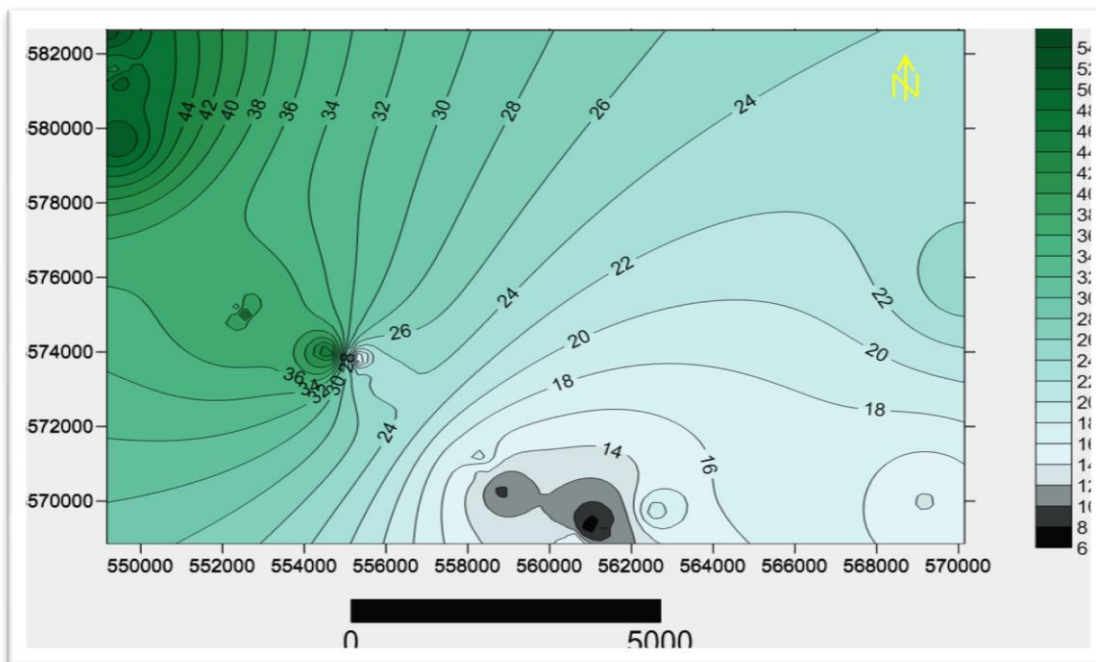
**Carte VI.15 : Carte hydro-chimique de la variation spatiale de TAC**

Titre alcalimétrique complet présente une valeur minimale de 120 mg/l concernant le puits P<sub>36</sub> et une valeur maximale est de 620 mg/l rencontrée au niveau du puits P<sub>13</sub>. La moyenne est de 365.51 mg/l avec la moitié des résultats or norme.

**VI.3.8. PIEZOMETRIE :**



**Figure VI.16 : graphe de piézométrie**



**Carte VI.16 : Carte piézométrique de la variation spatiale de**

La piézométrie variée entre 5.4m comme une valeur minimal et 53.1m comme une valeur maximale.

La piézométrie augmente dans l’amant de la vallée et diminue vers l’aval à cause de l’existence des rejets d’assainissement.

# conclusion

### CONCLUSION GENERALE :

D'après les résultats obtenus des analyses piézométriques et physico chimiques de la nappe phréatique de Mettlili sur deux périodes estivale et hivernal

On constate que :

La nappe phréatique est très sensible a la variation climatologique (température, humidité....) malgré l'intervalle temporaire très court.

On observe  $T_{moy}(\text{période hivernal}) < T_{moy}(\text{période estival}) : 21.12 < 24.11$ .

Le pH n'est pas influé par le changement climatologiques entre les deux phase.

Le pH de l'eau a un caractère neutre dans l'ensemble ; et évoluant vers le basique à cause de l'activité d'agricole.

Pour le TH ; Ca ; Cl ; et la Conductivité qui représente la quantité des sels dans cette nappe ; malgré que la variation de chaque élément entre une période et l'autre n'est pas remarquable mais elle converge vers une augmentation de salinité parallèlement a l'augmentation du température cause de l'effet d'évaporation. (moy de conductivité<sup>1</sup>)  $4120 < 4634.4$  (moy de conductivité<sup>2</sup>)

Pour expliquer ce phénomène on a analyse les résultats piézométrique de l'amont vers l'aval en observe :

La piézométrie est grande dans l'amant elle diminue de milieu de la vallée vers l'aval.

L'évaluation hydrochimie du point de vue potabilité montre que la majorité des points d'eau analysée ont de quantité dépassant les normes. La plupart des eaux sont chargée en sels.

A partir des ces résultats préliminaire obtenue nous proposons quelque recommandation :

- Installer un réseau de drainage pour éviter une salinisation du sol.
- Maintenir et contrôler les réseaux d'assainissements
- Adopter des cultures et des animaux d'élevage tolérants à la condition climatique et la salinité des eaux de la région de METTLILI
- Optimiser l'irrigation.
- Conforter les résultats trouvés avec une étude des sols de la région.

# Références bibliographiques

*Références bibliographiques*

- **ACHOUR M., 2005.** Note relative aux ressources en eau souterraines de la wilaya de ghardaia rapport, ANRH.
- **ACHOUR M., OUAISSI SEKOUT B., 2003.** Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la vallee Metlili (Ghardaïa). Rapport, ANRH.
- **A.N.R.H., 2003.** Notes relatives à l'étude de la nappe phréatique de la vallée du M'Zab, Rapport de l'Agence nati. res. hyd.
- **A.N.R.H., 2007.** Notes relatives aux ressources en eau souterraines de la wilaya de Ouargla, Rapport de l'Agence nati. res. Hyd.
- **AROUA .A., 1977.** L'homme et son milieu .ED ; 531/ 77.
- **BOUZIANI. M., 2000.** L'eau, de la pénurie maladies .Ed. IBN-KHOLDON, ORON.
- **BREMOND R., PERRODONC., 1976.** Paramètre de la qualité des eaux 2emeedition pp71.
- **DAJOZ R., 1982.** Précis d'écologie. Paris, Bordas.
- **DEGREMOT., 1989.** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Alger, Service des études scientifiques.
- **DPAT., 2010.** Direction de planification et l'amenagement de territoire.
- **JANKOVIC.S., 1974.** Manuel de chimie de l'environnement, Organisation mondiale de la santé Genève 1974.
- **HASSANI T., 2009.** Contribution à la caractérisation des eaux de puits de la palmeraie Est de la commune Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur, El Harrach, E.N.S.P.
- **HELLA F., OURIHAN D., 2004.** étude hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal de la région de Touggourt .aspect hydro chimique et problèmes technique posés. Mémoire .d'ing. Uni haouriboumadiene Alger pp7.8.
- **KETTAB A., 2000.** Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision. Ed, 2000, 25-33pp.



- **KHADRAOUI A et TALEB S., 2008** .Qualité des eaux dans le sud Algérien. Ed, 2008 Khayam. Constantine.
- **LADJEL F., TOUDEF T., 2002**. control de paramètre physico –chimique et bactériologique d'une eau de consommation .rapport d'Epteo.pp5.6.12.
- **MAYER A., 1954**. Les terrains perméables .Ed DUNOD PARIS.
- **MELLAK D., 2009**. Etude de la vulnérabilité de l'aquifère de la vallée du M'Zab. Mémoire d'ingénieur, El Harrach, E.N.S.P, 89p.
- **ONM., 2012**. Office national de Météo.
- **REMINI B.**, Analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris, Dunod, 1383.
- **RODIER J., 1996** ; L'analyse de l'eau : Eaux naturelles eaux résiduaires. eaux de mer.8eme .ed .Du Rod. Paris pp 748 45.
- **RODIER.P., 2004**. Techniques de réhabilitation des sites et sols pollués, Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement, 2004.
- **Rodier J., 2005**. Analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris, Dunod .
- **THIERRIN ET AL, THIERRIN J., STEFFEN P., CORNAZ S., VUATAZ F D., BALDERER W. et LOOSER., 2001**. Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines. Éd. Bureaux CSD et SJ GEOTEC, Porrentruy.
- **Site web** <http://earth.google.fr/>

# ANNEXES



Puits (nappe phréatique) Points du prélèvement



Figure exprime la mesure sur terrain



La sonde lumineuse



Photo de GPS utilisée



**Analyse physique d'échantillonnages**



**PH-mètre**



**Conductimètre**

**NORMES ALGERIENNES (NA 6360)**  
Le Tableau indiquant les Concentrations Maximales Admissibles Algériennes  
(chimiques et bactériologiques)

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration Maximale Admissible	Méthodes
<b>FACTEURS ORGANOLEPTIQUES</b>				
Odeur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6371
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6346
Couleur	mg/l échelle Pt/Co	-	25	NA 745
Turbidité	NTU	1	5	NA 746
<b>FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES</b>				
pH	/	-	6,5 - 8,5	NA 751
Conductivité	µs/cm à 20 °C	-	2800	NA 749
Température	°C	-	≤25	
Résidu Sec	mg/l après séchage à 105°C	-	2000	NA 6356
Dureté Totale	mg/l Ca CO <sub>3</sub>	200	500	NA 752
Calcium Ca <sup>2+</sup>	mg/l	75	200	NA 1655
Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	-	150	NA 752 Et NA 1655
Sodium Na <sup>+</sup>	mg/l	-	200	NA 1652 Ou NA 1653
Potassium K <sup>+</sup>	mg/l	-	20	NA 1652 Ou NA 1653
Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	200	400	NA 6361
Chlorures Cl <sup>-</sup>	mg/l	200	500	NA 6362
Oxydabilité au KmnO <sub>4</sub>	mg/l	-	-	NA 2064
Oxygène dissous	mg/l	5	8	NA 1910
<b>FACTEURS DE POLLUTIONS</b>				
Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	-	50	NA 1656
Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	-	0,1	NA 1657
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,05	0,5	NA 1879 Ou NA 1852
Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	-	0,5	NA 2364
<b>FACTEURS INDESIRABLES</b>				
Fer Total	mg/l	-	0,3	NA 2422
Manganèse Mn <sup>2+</sup>	mg/l	-	0,5	NA 6363
Aluminium Al <sup>3+</sup>	mg/l	-	0,2	NA 6372
<b>FACTEURS BACTERIOLOGIQUES</b>				
Germes Totaux 37°C 24h	Nbr./ 1 ml	10	-	NA 763
22°C 24h	Nbr./ 1 ml	100	-	
Coliformes totaux	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 764
Colibacilles	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 764
Streptocoques fécaux	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 765 Ou NA 766
clostridium sulfito-réducteurs	Nbr./10 ml	-	0	NA 6369 Ou NA 6370

26

Tableau des normes algériennes

An	mois	M.M. °t(°c)	Qt.rr(mm )	Evapo(mm )	insol	Moyvnt(m/ )	MMU(% )
2 0 1 3	Jan	12,7	4	122	268	3,5	32
	Fév.	12,6	0	146	261	5,3	39
	Mars	18,7	5	202	273	4,5	36
	Avril	21,5	3	208	290	5	35
	Mai	25,6	0	211	345	4,7	31
	Juin	30	0	340	354	5	28
	Juill	34,6	0	397	329	4,1	25
	Aout	32,1	3	308	335	3,7	31
	Sept	29,5	5	365	287	4	40
	Oct.	26,9	2	214	290	2,9	36
	Nov.	16,5	15	131	250	4	46
	Déc.	10,5	30	48	196	3,5	66

**Tableau de résultats de la station méthodologie (2013)**

## ملخص:

منطقة متليلي هي منطقة قاحلة تقع في جنوب الجزائر, وهدفنا هو معرفة التأثيرات الحاصلة على مياه الطبقة الجوفية .  
و التحليل لمقاييس مستويات المياه الجوفية و الهيدروكيميائية يكشف لنا أن الامتداد الطويل للفترة المناخية بين الشتاء و الصيف  
هو السبب الرئيسي لحدوث هذه التغيرات .  
الكلمات الدالة : النوعية الهيدروكيميائية, الوادي, مقياس مستويات المياه الجوفية ,متليلي ,الوادي.

## Résumé:

La région de metlili se situe dans une zone aride au sud algérienne.

L'amplification climatologique entre l'hiver et l'été est très large; notre but est de concevoir l'influence sur la nappe phréatique.

L'analyse piézométrique et hydrochimique a montré une sensibilité de cette nappe vis-à-vis du changement climatique.

**Les mots clés:** qualité hydrochimie ; piézométrie ; metlili ; oued ; vallée.

## Summary :

Region Metlili is in an arid area south of Algeria .

The amplification of climate between winter and summer was very large and; our goal is to design the influence on groundwater .

The potentiometric analysis and hydrochemistry show a sensitivity of this aquifer to climate change .

**Keywords:** quality hydrochemistry; piezometry ; metlili ; wadi ; valley.