

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGROUR KHENCHELA

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département d'Ecologie & Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention de diplôme de Master

Thème

**Caractérisation de la minéralisation des
eaux souterraines de la plaine de R'mila
avec des méthodes hydrochimiques**

Soutenu Le : juillet 2021

Présenter Par :

HADJI Imane

ZERDOUM Ranya

Membres de jury :

Président: Mme BERKANI Cherifa

Encadreur : Mme.OUANES Miyada

Examinatrice: Mme.MEZHOUD Amel

Encadré par :

Mme .OUANES Miyada

MCB,Univ. Khenchela

MCB,Univ. Khenchela

MAA,Univ. Khenchela

Promotion : 2020 /2021.

Remerciements

Au terme de ce travail qui est le fruit de plusieurs années d'études , nous exprimons notre gratitude au ALLAH de nous avoir donné le courage et la force, de patience, de la conscience, de puissant et de la volonté, pour avoir achevé ce modeste travaille à la recherche de la vérité et d'esprit scientifiques.

Nous présentons nous grands remerciements à notre maitre et rapporteur de mémoire qui a accepté de diriger ce travail madame **OUANES MIYADA**: Vous avez bien voulu nous confier ce travail riche d'intérêt et nous guider à chaque étape de sa réalisation, vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil. Et apportant des critiques constructives et des conseils pertinents, et a toujours répondu favorablement lorsque nous avons besoins de son aide, nous lui remercions également pour la confiance et la compréhension qu'il a toujours manifestées à nous égard. Si ce travail est mené à terme, c'est grâce à son aide et soutien Merci pour votre encadrement fructueux.

Nous exprimons vivement nos sincères remerciements aux membres du jury

- Madame **BERKANI CHERIFA**, pour nous avoir l'honneur d'accepter de présider le jury
- Madame **MEZHOUE AMEL**, pour avoir accepté d'être l'examinatrice de notre travail.

Nous voudrions également exprimer nos remerciements et profondes gratitude, pour Mme **KOB AMEL** chef de service de laboratoire de l'ADE **Khenchela** pour son aide, Ses conseils, ses remarques, ainsi que sa gentillesse.

Ainsi que tous les ingénieurs, le personnel de DSAK département subdivisionnaire agronomique du **Kais**, et ASWK annuaire statistique de la wilaya de **Khenchla**.

Et spéciale remerciement pour le professeur **ZOUAOUI ABDELHAMIDE** de nos aides beaucoup durent la période de notre recherche.

A tout les enseignements et le staff administratif et pédagogique de la faculté SNV. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail. A tous ...

Nous disons MERCI.

RANYA & IMANE

Je remercie le **ALBAH** de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience d'aller jusqu'au bout du parcours d'études .et Je dédie ce modeste travail ; fruit de plusieurs années de travail et de patience.

Aux deux êtres les plus chères au monde, mes chers parents :

« **ABDELJEBAR et SALHA SEKKOUR** », que ALBAH les garde pour moi qui sont ma source qui sont près de moi avec leurs conseils, leur amour, leur tendresse, leurs sacrifices qui m'ont donné confiance, courage et sécurité et, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie qui Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A ma seule sœur **NESSRINE** ma source de courage d'amour ma belle.

A mon seul frère **MOHAMED RIDHA**.

A mes Oncles, tantes

A ma belle binôme **HADJI IMANE** qui je l'aime Spéciale dédicace

A mes adorables **BARIZA, IBTISSAM et FATIMA** mes fleurs mes amours.

A mon chère qui lui courage et bien aide durant tous étapes de mon étude .

Et a tous ma famille **ZERDOUM et SEKKOUR** a tout ceux qui ma partage les meilleurs moments.

A toutes la promotion de protection des écosystèmes.

RANZA

Je remercie **ALLAH** de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience d'aller jusqu'au bout du parcours d'études .et Je dédie ce modeste travail ; fruit de plusieurs années de travail et de patience.

Aux deux êtres les plus chères au monde, mes chers parents :

« **MOHAMED, ZAHYA MAHDI** », que **ALLAH** les garde pour moi qui sont ma source qui sont près de moi avec leurs conseils, leur amour, leur tendresse, leurs sacrifices qui m'ont donné confiance, courage et sécurité et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie *qui* Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frères **RAMZI, NORESSALEM, et ABD ELAZIZ.**

A mes Oncles, tantes

A ma belle binôme **ZERDOUM RANYA** qui je l'aime Spéciale dédicace

A mes adorables **BARIZA et IBTISSAM** mes fleurs mes amours.

Et a tous ma famille **HADJI et MAHDI** a tout ceux qui ma partage les meilleures moments.

A toutes la promotion de protection des écosystèmes.

AMINE

TABBLE DES
MATIÈRES
MIV JUEBES

Table des matières

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

I. Partie théorique.

Chapitre I. Description de la zone d'étude

Introduction.....	03
1. La Situation Géographique.....	03
2. Caractéristique Pédologique de la plaine de R'mila.....	03
3. Agriculture.....	04
4. Population.....	05
5. la faune et la flore.....	06
5.1. La flore.....	06
5.2. La faune.....	06
6. Répartition compte-tenu des classes de sol.....	07

Table des matières

Chapitre II. Aperçue Géologique sur la région d'étude

Introduction	08
1. Description lithologique des formation.....	08
1.1. Le Trias	08
1.2. Le Crétacé.....	10
1.2.1. Le Crétacé inférieur	10
1.2.2. Le crétacé supérieur	10
A. Cénomaniens C 5-4	11
B. Le Turonien	11
C. Le coniacien C3	12
D. Le Santonien C4	12
E. Le Campanien C5	12
F. Le Maestrichtien	12
1.3. Le Miocène	13
1.4. Le Quaternaire.....	13

II. Partie pratique

Chapitre III. Matériel et méthode

Introduction	15
1. Présentation de laboratoire.....	15
2. Matériel et mode de prélèvement.....	16
2.1. Pour l'analyse physico-chimique.....	16

Table des matières

2.2. Transport et conservation des échantillons.....	17
3. Analyse physico-chimique de l'eau.....	17
3.1. Test de chlore	17
3.2. Electrochimique	18
3.2.1. La température (T°)	18
3.2.2. Le potentiel d'hydrogène (PH)	18
3.2.3. La conductivité électrique (CE)	19
3.2.4. La turbidité de l'eau	20
4. Paramètres de pollution.....	20
4.1. Nitrate (NO ₃ ⁻)	20
4.2. Ca ⁺² /TH	21
4.3. Chlorures Cl ⁻	21
4.4. Sulfates SO ₄ ⁻²	21
4.5. Sodium (Na ⁺²)	22
Conclusion	22

Chapitre IV. Etude hydro-climatique

Introduction	23
1. Caractéristique climatologique	23
1.1. Température	23
1.2. Précipitation	25
1.3. Vent	25
1.4. Evaporation	26
1.5. Insolation	27
1.6. Humidité	28
1.7. Neige	29
1.8. Grêle	30

Table des matières

1.9.	Orage	31
2.	La synthèse climatique	32
2.1.	Indice d'aridité	32
2.2.	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	34
2.3.	Le quotient pluviothermique d'Emberger	35
3.	Bilan hydrique	36
3.1.	Mesure de l'ETR (l'évapotranspiration réelle)	37
3.1.1.	ETR selon la formule de Turc	37
3.1.2.	L'ETR selon la C.W.Thornthwaite	37
3.2.	Mesure de l'ETP (l'évapotranspiration potentielle)	38
3.3.	Mesure de la RFU (réserve facilement utilisable)	39
3.4.	Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite.....	40
4.	Estimation du ruissellement et de l'infiltration	40
4.1.	Ruissellement	40
4.2.	Infiltration	41

Chapitre V. Résultats et discussions

Introduction	42	
1.	Les paramètres physiques	43
1.1.	La température.....	43
1.2.	Le Potentiel d'Hydrogène Le (Ph).....	44
1.3.	Conductivité électrique (CE)	45
1.4.	La turbidité	47
1.5.	Matière en suspension.....	48
2.	Paramètres chimiques	49
2.1.	Phosphore (P)	49
2.2.	Le calcium (Ca^{+2})	50
2.3.	Magnésium (Mg^{+2})	51
2.4.	Les chlorures (Cl^{-}).....	52
2.5.	Sulfates (SO_4^{-2}).....	53

Table des matières

2.6.	Les nitrates (NO_3^-)	54
2.7.	Les bicarbonates (HCO_3^-)	55

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Description de la zone d'étude.

Figure n°	Titre	Page n°
01	Nombre de population de R'mila de la période (2012-2019)	05

Chapitre II : Aperçue Géologique sur la région d'étude.

Figure n°	Titre	Page n°
02	Carte de localisation et géologique de la zone d'étude	09

Chapitre III : Matériel et méthode.

Figure n°	Titre	Page n°
03	turbidimètre	15
04	PH mètre	15
05	Spectrophotomètre	16
06	Bicher	16
07	Autoclaves	16
08	les prélèvements d'eaux effectuées	17
09	Test de Chlore par des comprimés DPD 1 et DPD 2	18
10	Appareil de pH Mètre et T °	19
11	appareil de La conductivité électrique type HI 2315 (utilisé)	19
12	Appareil de turbidimètre.	20
13	dosage de la dureté ou titre hydrotimétrique	21
14	multi paramètre	22

Chapitre IV : Etude hydro-climatique.

Figure n°	Titre	Page n°
15	Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2004-2014)	24
16	Diagramme des températures moyennes de la période (2004-2020).	24
17	Diagramme de précipitations moyennes mensuelles de la	25

LISTE DES FIGURES

	période(2004-2020).	
18	Diagramme des moyennes des vitesses instantanées des vents de la période(2004-2014).	26
19	Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2004-2017).	27
20	Diagramme des moyennes des durées totales d'insolation de la période (2004- 2014).	28
21	Diagramme des moyennes d'humidité de la période (2004-2014).	29
22	Diagramme des moyennes de nombre de jours de neige de la période (2004-2014).	30
23	Diagramme des moyennes de nombre de jours de Grêle de la période (2004-2014).	31
24	Diagramme des moyennes des nombres de jours d'orage de la période (2004-2014).	32
25	l'indice d'aridité annuel de Martonne	33
26	Diagramme ombrothermique de Gausсен et de Bagnouls (2004-2020)	34
27	Le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude	36

Chapitre V : Résultats et discussions.

Figure n°	Titre	Page n °
28	Carte d'inventaire des points de prélèvement dans la zone d'étude	43
29	Carte de la Variation spatiale de la température des eaux souterraines de la région d'étude	44
30	Carte de la Variation spatiale de pH des eaux souterraines de la région d'étude	45
31	Carte de la Variation spatiale de la conductivité électrique des eaux souterraines de la région d'étude.	46
32	Carte de la Variation spatiale de turbidité des eaux souterraines de	48

LISTE DES FIGURES

	la région d'étude	
33	Carte de la Variation spatiale de MES des eaux souterraines de la région d'étude	49
34	Carte de la Variation spatiale de phosphore des eaux souterraines de la région d'étude	50
35	Carte de la Variation spatiale de calcium des eaux souterraines de la région d'étude	51
36	Carte de la Variation spatiale de magnésium des eaux souterraines de la région d'étude	52
37	Carte de la Variation spatiale des teneurs en Chlorure des eaux souterraines de la région d'étude	53
38	Carte de la Variation spatiale des teneurs en Sulfate des eaux souterraines de la région d'étude	54
39	Carte de la Variation spatiale des teneurs en nitrate des eaux souterraines de la région d'étude.	55
40	Carte de la Variation spatiale des teneurs en bicarbonate des eaux souterraines de la région d'étude	56

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Description de la zone d'étude.

Tableau n°	Titre	Page n°
01	Répartition de la Population et la Densité par Commune de R'mila	05
02	Exploitation total des céréales d'été	06
03	Exploitation total des cultures fruitières	06
04	Total exploitation des effectifs bovin unité tête	06
05	Total exploitation des effectifs ovin unité tête	07
06	Total exploitation des effectifs capin unité tête	07
07	Total exploitation des effectifs équin et cameline unité tête	07
08	Répartition des classes de sol rencontrées dans la plaine de R'mila.	07

Chapitre IV : Etude hydro-climatique.

Tableau n°	Titre	Page n°
09	les coordonnées géographiques de la station d'd'El Hamma	23
10	Classification des climats en fonction de la valeur de l'indice de Martonne.	33
11	l'ETR selon la formule de turc	37
12	ETR selon la C.W Thornthwaite	38
13	bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'El Hamma	39
14	La lame d'eau ruisselée pour la station d'El Hamma	41

Chapitre V : Résultats et discussions.

Tableau n°	Titre	Page n°
15	La lame d'eau infiltrée estimée à laide du bilan hydrologique.	41
16	classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)	47

LISTE DES ABREVIATIONS

H: Humidité (%);

Ia: Indice d'aridité;

Max: Maximum;

Min: Minimum;

Moy: Moyenne;

Nbr de jrs: Nombre de jour;

P: Précipitation annuelle (mm);

P: Phosphore

MES : Matière en suspension

T: Température annuelle (°C);

RFU : Réserve facilement utilisable ;

ETP : L'évapotranspiration potentielle ;

ETR : L'évapotranspiration réelle ;

DA : Le déficit agricole ;

PH: Potentiel d'hydrogène ;

F : Forage ;

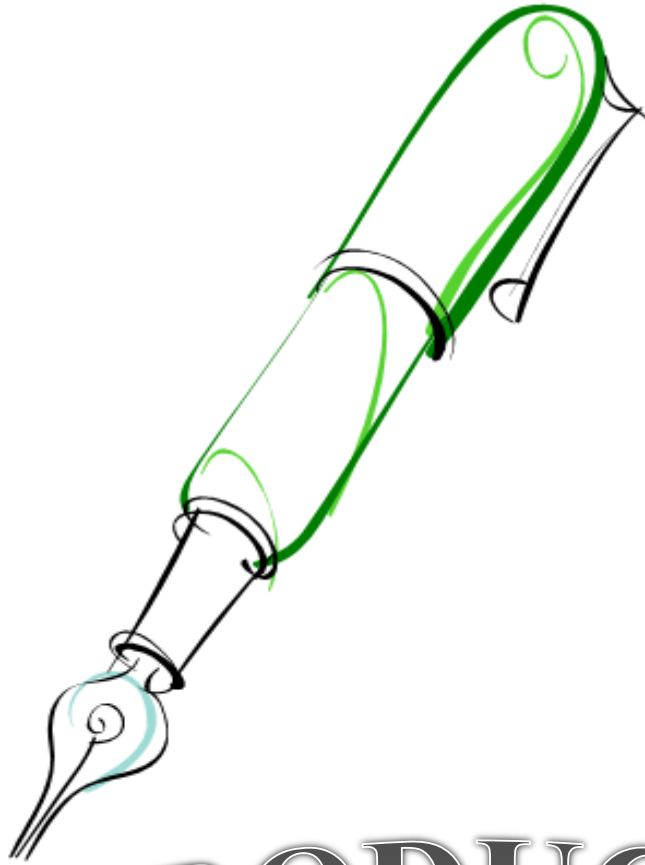
OMS : L'organisation mondiale de la santé ;

DHT : Dureté ;

Hab: Habitants ;

Tab: Tableau;

I : Infiltration ;



INTRODUCTION

GÉNÉRALE
GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Introduction générale

L'eau est l'un des éléments essentiels du développement durable à cause de son importance dans la vie et sans cet élément la vie serait impossible car est un facteur prépondérant pour toute activité socio-économique, depuis l'aube de l'humanité.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux. **(Reggam et al. 2015).**

En Algérie, la pression sur les ressources en eau et en particulier sur les ressources en eau souterraines est à la hausse, parce que l'eau est un facteur prépondérant pour toute activité socio-économique ; et l'exploitation de ces ressources devienne très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques **(Mohammedi et al. 2015).**

Les eaux souterraines constituent une ressource naturelle importante. Elles représentent un réservoir d'où l'on peut tirer, s'il est bien protégé, une eau de bonne qualité pour l'approvisionnement en eau potable ainsi que pour l'agriculture et l'industrie

Les recherches scientifiques menées sur l'hydrochimie des eaux souterraines sont d'un grand intérêt. La plaine de R'mila est située au nord de la wilaya de Khenchela, au contrefort des monts des chaînes steppiques et des hauts plateaux son étendue territoriale couvre une superficie totale de 25000 ha Km².

L'objectif principal de notre étude est d'identifier la qualité des eaux souterraines de la région d'étude et la comparer avec les normes de potabilité à partir des analyses physico-chimiques de quelques échantillons d'eau prélevés dans le site.

Le programme d'action pour la réalisation de ce travail doit répondre aux préoccupations suivantes :

- Quel est l'état actuel de la qualité chimique des eaux souterraines de la nappe?
- Quels sont les mécanismes physico-chimiques régissant l'évolution des éléments chimiques dans le temps et dans l'espace ?

Pour répondre à ces questions, une analyse physico-chimique des eaux souterraines a été réalisée en collaboration de Plusieurs outils (géologique, climatique) ont été utilisés afin d'interpréter les données. Notre démarche a été fondée sur deux principaux axes: un axe théorique et une autre pratique.

Introduction générale

La partie théorique est réservée à l'étude bibliographique comprenant deux chapitres : Le premier chapitre porte sur une présentation générale du site d'étude. Le deuxième comprend une étude géologique du site d'étude,

La partie pratique est réservée à une étude climatique de notre zone de travail. Chapitre explique les matériels et les méthodes utilisés lors de l'analyse des eaux étudiées.

Et enfin un chapitre réservée surtout à l'étude hydrochimique qui est basé sur les résultats des analyses de notre échantillonnage et les discutés après les représentées sous forme des cartes de concentrations.

Chapitre I

СУБИНЕ I

Description de la zone d'étude



Introduction

La wilaya de Khenchela est située au nord-est Algérien dans la région des Aurès, elle occupe une position géographique entre la chaîne steppique et les hauts plateaux, ce qui lui donne un caractère forestier agro-pastoral et saharien. Elle est entourée par les wilayas d'Oum el bouaghi à l'est, Batna et Biskra à l'ouest, El Oued au sud et Tébessa à l'est, elle occupe une superficie estimée à 9715 Km².(ASWK, 2019)

La plaine de R'mila est située au nord de la wilaya de Khenchela, elle est caractérisée par sa vocation agricole et couvre une superficie de 25000 ha, sa position géographique au nord dans l'étage bioclimatique Semi-aride.

Pour un développement durable, l'eau constitue une équation préoccupante dans la mesure où cette matière rare et précieuse, particulièrement dans notre zone où le climat devient de plus en plus aride et de plus en plus demande en eau de qualité et en quantité. Cela est exprimé par le nombre des forages qui est multiplié dans ces dernières décennies qui atteignent les 400 et qui irriguent une superficie de 4513 ha, et un nombre des puits de 178 qui irriguent une superficie de 588 ha, et surtout après la promulgation de PNDA(DSA, 2011).

La plaine de R'mila pourra se transformer en un véritable grenier dans la région des hauts plateaux Constantinoise. Une fois adaptée aux conditions hydro-agricole appropriée(CPH, 1977).

1. La Situation Géographique

La plaine d'étude est située à l'Est Algérie, approximativement entre les parallèles 35°25' et 35°40' et les méridiens 06°30' et 07°05'. (CPH, 1977). Elle est limitée au sud par le versant nord d'Aurès; au nord par la chaîne des montagnes du Djebel Fadjoudj et chat Gareat el Tare ; à l'est par Oued El Hamman et à l'ouest par Djebel Bouarif et Djebel Tragatne.

Elle est caractérisée par une topographie plaine qui ne dépasse pas les 1000m d'altitude, et un terrain non accidenté uniforme avec des sols profonds. Notre périmètre irrigué sujet d'étude, se situe au centre de la plaine, car est la plus dynamique au sujet de mise en valeur agricole et exploitation des eaux souterraines.

2. Caractéristique Pédologique de la plaine de R'mila

D'après les données morphologiques et analytiques, la plaine de R'mila présente des caractéristiques spécifiques à elle de manière générale les données dégagées sont semblables et typiques des sols salés des zones aride et semi-aride de l'Algérie (Zouaoui, 1990). Les sols de cette zone sont principalement d'apport alluvial(DSA, 2011).

La texture dominante est argileuse sur certains sols, la présence d'une stratification entre plusieurs textures est évidente. L'aspect texturale dominant sur ces sols est une contrainte à ne pas négliger, car il limite le choix de culture ainsi que leur croissance et leur impact est ressenti au niveau de la production. Deux autres aspects limitant aussi sont dégagés : le taux élevé de calcaire total ainsi que la salinité, ils sont caractéristiques de la plupart des sols en zone semi-aride (**Halitim, 1971**).

Les dépôts de calcaire sous forme d'amas et d'efflorescence sont très évidents, au-delà de 50 cm l'apparition en surface des sels est remarquée en période sèche ou après irrigation, nous avons des remontées en nappe c'est le cas de tous les sols situés au nord de la plaine chez certaines unités cas de celles situées au centre de la plaine nous avons rencontrés des amas de cristaux de sels.

D'après **Zouaoui, 1989**. Une faible répartition des sols peu évolués, ils sont situés au nord-ouest et à un extrême sud-est de la zone d'études, il présente moins de contrainte pour les cultures. Du point de vue géomorphologique ils sont situés soit sur un glacis terrasse, soit dans des terrasses cuvettes, d'autres ont été localisés dans les zones alluviales de l'Oued Gueis au Sud-est. Le matériau parental est limono argileux sur alluvions fines calcaires. Les vertisolles situées dans des terrasses alluviales occupent eux aussi de faibles superficies (6.86 % par rapport à la zone étudiée).

3. Agriculture

L'agriculture et l'exploitation forestière sont les activités traditionnelles de la wilaya. La vaste plaine de R'mila est connue par sa grande activité agricole et pastorale (ancien grenier de Rome). La plaine de R'mila est située au Nord de la wilaya, cette zone abrite l'essentiel du potentiel en superficie agricole utile (SAU), ainsi que les meilleures terres agricoles de la wilaya. En effet, elle se distingue par une SAU relativement importante, qui s'étend sur 137 178 ha et de SAU irriguée de 1796 ha. (**DSA, 2011**).

L'agriculture est essentiellement tournée vers la céréaliculture, l'arboriculture et l'élevage. L'élevage intensif, avicole, ovin et bovin, tient une place prépondérante dans le tissu socio-économique de R'mila. (**DSA, 2011**).

Cette zone, domaine d'une céréaliculture rendue aléatoire à cause d'un climat semi-aride et de surcroît soumise à de fortes variations annuelles et saisonnières des pluies, est confrontée à nombreux handicaps et menaces, parmi lesquels on cite :

- L'insuffisance et l'irrégularité des pluies, qui font de l'agriculture pluviale une activité aléatoire ;

- La présence de formations triasiques, associée aux faibles précipitations, qui augmentera la salinité des sols, notamment à proximité des dépressions ;
- L'insuffisance de drainage, un processus de blocage de l'écoulement naturel des eaux de pluies, ce qui se traduit ainsi par la formation de dépressions artificielles où se développe une végétation halophile.

4. Population

La ville de R'mila et ses alentours, comptent 1.992 habitants. Ces chiffres sont issus de l'annuaire statistique de la wilaya de Khenchela(2012.2019).

Tableau01: Répartition de la Population et la Densité de R'mila

Année	surface(Km ²)	Population totale	Densité (Hab/ Km ²)
2012	243	6060	24,9
2015	243	6300	25,93
2016	243	6430	26,46
2017	243	6580	27,08
2018	243	6730	27,70
2019	243	6870	28

Source : ASWK,2021

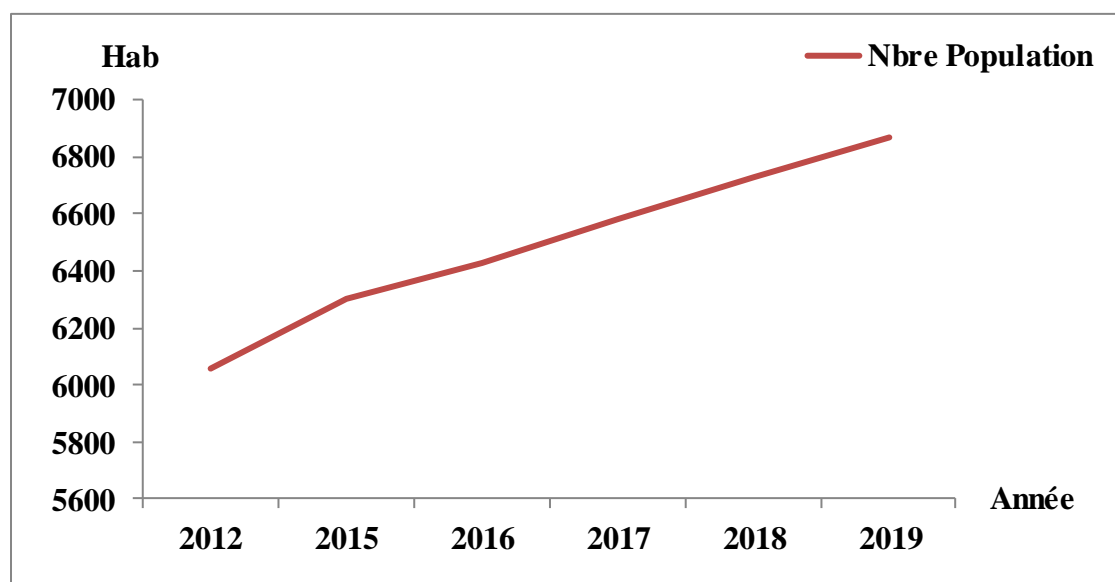


Figure 01: Courbe de population de R'mila de la période (2012-2019)

A partir la figure citée au-dessus on constate que le nombre de population de la commune de R'mila augmente de l'année 2012 à l'année 2019. Sachant que ce nombre en 2012 a été 6060habitants alors qu'en 2019 a augmenté jusqu'à 6870 Habitant.

6. La faune et la flore

6.1.La flore

Les champs de la commune de R'mila est exploitée par plusieurs cultures : d'un côté par les Céréales d'été et d'un autre coté par les cultures fruitières comme les tableaux suivantes présentent, l'exploitation totale exprimé en ha.

Tableau 02: Exploitation total des céréales d'été

colonne Année	Mais	Sorgho	Autres cultures
2015-2016	70.00	40.00	2080
2019-2020	10.00	5.00	/

Source : DSAK ,2021

Tableau 03 : Exploitation total des cultures fruitières

colonne Année	Abricots	Amandes	Cerises	Grenades	Pêche	Poires	Pommes	Pruns
2015-2016	90.00	7.00	26.00	4.00	11.00	33.00	350.00	54.00
2016-2017	90	4	26	4	5	35	355	55
2019-2020	5.00	/	1.00	4.00	43.00	76.00	205.00	5.00

Source : DSAK ,2021

6.2.La faune

Tableau 04 : Exploitation total des effectifs bovin unité tête

colonne Année	Vaches litiérestot.	Génisses	Taureaux producteures	Taurillons	Veaux	Velles
2019-2020	1099.00	165.00	43.00	55.00	220.00	195.00

Source : DSAK ,2021

A l'aide de données présentées dans le tableau n° 04on trouve que le total cheptel bovin exploité dans la commune de R'milaest de 1777.00 tête.

Tableau 05: Exploitation total des effectifs ovin unité tête

Année \ Colonne	Brebis	Béliers	Antenaises
2019-2020	20050.00	940.00	1090.00

Source : DSAK ,2021

Le tableau ci-dessus montre que le total cheptel ovin exploités dans la commune de R'mila est de 28115.00 tête.

Tableau 06: Exploitation total des effectifs capin unité tête

Année \ colonne	Chèvre	Bouc	Chevreaux	Chevrettes
2019-2020	1700.00	80.00	350.00	420.00

Source : DSAK, 2021

Total cheptel capin : 2550.00 tête.

Tableau 07 : Exploitation total des effectifs équin et cameline unité tête

Année \ colonne	Espèce chevaline	Espèces cameline	Espèces mulassières	Espèces asine
2019-2020	105.00	/	/	25.00

Source : DSAK ,2021

7. Répartition compte-tenu des classes de sol

La méthode française (C.P.C.S) de classification des sols nous a permis de dégager 4 classes de sol comme le tableau 08 indique :

Tableau 08 : Répartition des classes de sol rencontrées dans la plaine de R'mila.

Peu évalués	Entisols	695.5 ha	4.44 %
Vertisols	Vertisols	1075 ha	6.86%
Calcimagnésiques	Inceptisols	5953 ha	38.02%
Halomorphes	Aridisols	7695 ha	49.15%
Sols en juxta-position	/	3519 ha	/

Source : Zouaoui, 1990

A detailed geological map of the Algerian region, showing various geological formations in different colors (green, orange, yellow, red, pink, blue) and topographic features like rivers and mountains. The city of Algiers is visible in the upper left corner.

Chapitre II :

Aperçue Géologique sur la
région d'étude

Introduction

La géologie est une partie très importante dans toute étude hydrologique et hydrochimique. Ainsi, la lithologie, la tectonique et la structure géologique jouent un rôle primordial sur la qualité des eaux et la formation des sols et sur la quantité d'eau qui ruissèle ou s'infiltré selon le type du terrain (perméable ou imperméable).

La géologie de la région d'étude a été étudiée en se référant aux anciens travaux géologiques, réalisés par de nombreux géologues chercheurs. Les travaux concernant la région d'étude se répartir en deux grandes périodes :

- Période de précurseurs, c'est des rapports au des comptes-rendus faits par des officiers français amateurs de géologie.

- La période des recherches récentes : qui ne sont pas nombreux, elle constitue la première synthèse moderne sur la série sédimentaire de ce massif. Les travaux ultérieurs entre 1939 et 1986 sont surtout axés sur la géologie structurale ; alors que les études stratigraphiques sont plus rares. Sont déjà cités en dessous.

1. Description lithologique des formations

La plaine de R'mila se présente comme une vaste dépression comblée de dépôts néogènes. Elle est bordée par les anticlinaux du djebel Fedjoudj au Nord et le prolongement du mont des Aurès au Sud-est. Ces formations sont étagées depuis le crétacé moyen au crétacé supérieur. Donc un seul ensemble présente la lithostatigraphie de la plaine de R'mila celle de Quaternaire encadré par d'autres formations lithostratigraphique :

1.1. Le Trias

Le Trias affleure en masse chaotique sans aucune stratification. Il est essentiellement évaporitique, constitué en grande partie d'argiles de couleur rouge lie-de-vin à cargneules jaunâtre, à dolomies noires et à gypse marneux ou fibreuses, on y trouve aussi parfois des grès quartziteux (Laffite, 1939 ; Vila, 1977).

Masse chaotique sans aucune stratification soulignant l'existence d'une lagune d'évapotranspiration où se déposaient des argiles, du gypse et du sel. Un peu plus à l'Est émerge un diapir-trias ou trias diapir. (Zouaoui, 1990)

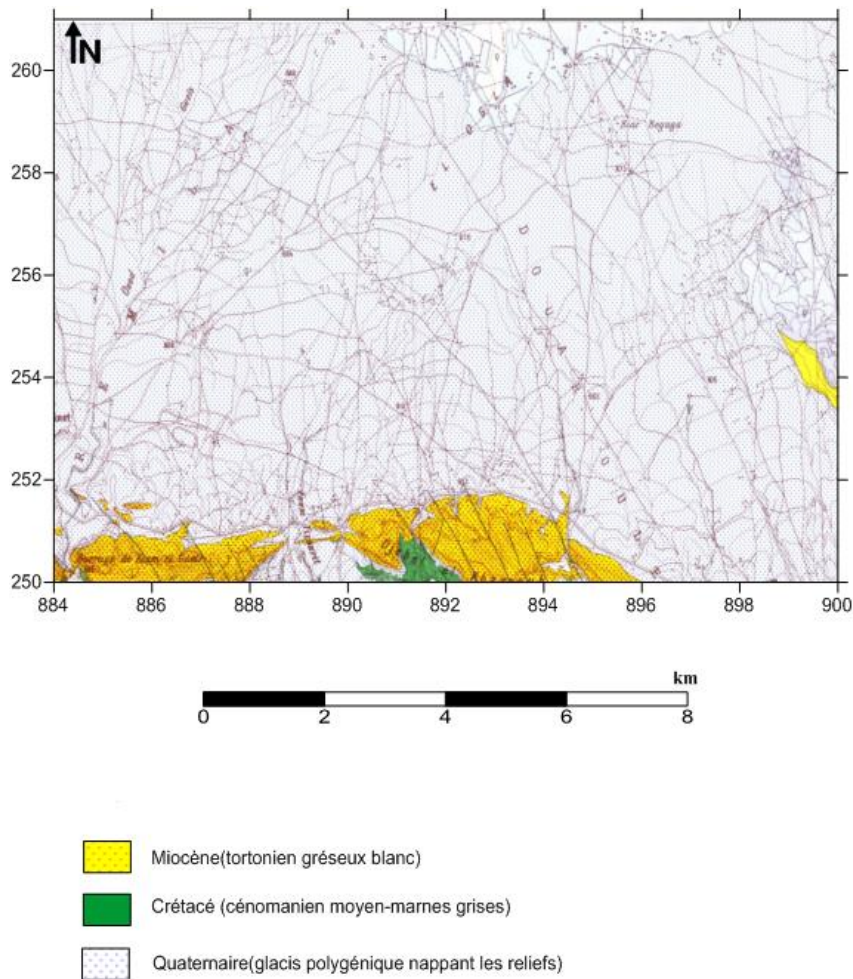


Figure 02: Carte géologique de la zone d'étude

Les époutements des Djebel Knif et El Krouma plus ou moins isolés possèderaient un volume considérable, ce dernier serait masqué par un dépôt alluvionnaire important. Le Trias de ce secteur est en contact anormal avec le Céénomaniens et le Sénonien (**VILA, 1977**).

À l'Est de Djebel el Chettaia, un affleurement triasique en forme de croissant se développe localement d'Ain Krim au Nord jusqu'au Djebel El Tarf (le diapir de Tazougueret) sur une longueur de 12 km et une largeur de 2 km environ ; il est en contact anormal avec le Turonien et énoniensupérieur. (**Laffite,1939**)

1.2. Le Crétacé

Le Crétacé a été subdivisé par **Laffite(1939)**. En Crétacé inférieur ou série gréseuse (Berriasien à l'Albien) et en Crétacé supérieur ou série marno-calcaires (Céénomaniens à Maestrichtien). Les formations crétacées présentent une masse énorme de calcaire marneux,

de marno-calcaire et de marne qui s'allonge depuis les plis de Khenchela, les monts de Delaa et ceux de F'kirina jusqu'aux montagnes bordant Garaet-Tarf suivant des directions NE-SW.

1.2.1. Le Crétacé inférieur

Il couvre une grande partie des Anticlinaux du Djebel Chelia, Anticlinal de Khenchela, il affleure aussi au Kef Tifekressa, Ras Serdoun, Djebel Chenntgouma, Djebel Faraoun et Djebel Aidel. **Laffitte (1939)**. Soigneusement décrit la plupart des faciès et c'est à partir de ses descriptions, modifiées ou complétées en quelques points, que **(Guiraud, 1973)** a établi **(Figure 04)**, qui résume de façon schématique les principales variations observables.

Le Crétacé inférieur peut être subdivisé en quatre ensembles lithologiques: Un ensemble inférieur (1000 m) à dominance argileuse correspondant au Berriasien supérieur-Valanginien. On note que le Valanginien n'est seulement connu qu'au Djebel Azreg à Batna, presque au centre du massif montagneux. Un ensemble basal (1300 m) à dominance carbonate avec des calcaires mecritiques et bioclastiques en bancs métriques (Tithonien supérieur-Berriasien moyen). Un ensemble médian (1400 m) à dominante grés-dolimitique appartenant à l'Hautrivien-Barrémien.

Un ensemble supérieur (700 à 750 m), comprenant à la base des dolomies et une alternance des grés, de calcaire à Orbitolines, puis des grés à stratifications obliques, des marnes gréseuses, des calcaires marneux et des calcaires au sommet, est attribué à l'Aptien-albien.

1.2.2. Le crétacé supérieur

Il occupe une grande superficie à l'affleurement dans l'Aurès et forme l'essentiel des affleurements Mésozoïques des confins de l'Aurès

A. Cénomaniens C 5-4

Le Cénomaniens comporte une série de marnes grises dans lesquelles s'intercalent des calcaires fins argileux, une partie médiane formée de marnes grises, vertes ou ocre, contenant parfois du gypse diffus ainsi que des passées argileuses. Une série terminale constituée de marnes et de calcaires formant une corniche (proportion de ces derniers augmente vers le sommet) **(HOUHA, 2007)**.

Le Cénomaniens est présent dans tous les anticlinaux de l'Aurès. Il est essentiellement calcaro-marneux. La partie inférieure est surtout marneuse. La partie supérieure est constituée de bancs calcaires massifs, mais peu épais. L'épaisseur de cette formation est très variable. Elle peut atteindre 500 à 600 mètres au cœur de l'Aurès et dans les monts de Bellezma (CGG, 1969).

* **Le Cénomaniens inférieur C1b** : Il est formé de marne grise bleutée accompagnée de biomicrites argileuses grises décimétriques parfois noduleuses, à niveaux glauconieux et empreintes d'Ammonites.

* **Le Cénomaniens moyen C1a**: Une puissante série de marnes grises s'enrichissant de micrites gris blanchâtres à fins tests de lamellibranches et de gastéropodes, et juste au-dessus on a des marnes gris bleuté à biomicrites argileuses grises blanchâtre en bancs décimétriques.

* **Le Cénomaniens supérieur C1c** : Il correspond à une barre d'épais bancs calcaires à pâte fine et à cassure écaillée, à aspect bitumineux et à films centimétriques de marnes gris bleu et avec au sommet un niveau de nodules pyriteux. Nous la rencontre dans le Djebel Chelia et Amrane

B. Le Turonien D'après l'étude de CGG, 1969 et Vila, 1977 ; on note de l'existence de deux formations principales de Turonien dans la région :

C 2b Turonien « Moyen et supérieur » marne beige et calcaire noduleux est présentés dans l'anticlinal du Djebel Aurès et au nord de Djebel de Chettaia avec des épaisseurs identiques de 150 m. Alternance de marne grise à beiges et de calcaire zoogènes noduleux.

C 2a Turonien Basal : Marno-calcaires bitumineux en plaquettes, alternance de marnes et de petits bancs marno-calcaires. Cette série est homogène du Djebel Aurès au Djebel Chetaia mais l'épaisseur est plus grande qu'au Djebel Amrane. Cette barre atteint 30m d'épaisseur au Nord-est de Khenchela Donc les dépôts de turonien sont constitués tout d'abord d'environ 200 m de marno-calcaires blanchâtre en plaquettes fines à cassures noirâtres bitumineuses ainsi que des marnes grises ou noires montrant des intercalations de marno-calcaires zoogène en bancs décimétriques, ensuite on a 150 m d'alternance de marnes gris beige et calcaires zoogènes noduleux en bancs décimétriques ou métriques.

C. Le coniacien C3

Au Djebel Chettaia et sur la feuille de Chelia. Cette série présente à la base sur 90 m par des alternances de marne beiges ou grises et de calcaire gris à ostracodes et de calcaires gris, bio détritique et grumeleux.

D. Le Santonine C4

Il se présente sous deux faciès différents :

- **Le Santonien C4r** : À Djebel Knif et el Krouma un faciès récifal s'exprime largement, il s'agit de biosparites bréchiformes à éléments polygéniques grossiers et argileux centimétriques à décimétriques (calcaires, calcaires dolomitiques grés) plus ou moins bien roulés de couleur gris noir à brun roux avec amas d'Hippurites des algues et des débris de Rudistes. En outre de nombreux quartz bipyramides colorés sont visibles dans le ciment ainsi que des concrétions siliceuses.
- **Le Santonien C4** : Dans le synclinal de Djebel Aurès et à l'est de Djebel Chettaia, on a essentiellement des marnes grises bleues avec, à la base et au sommet des marno-calcaires en bancs décimétriques ou métriques riches en débris d'Inocérames.

E. Le Campanien C5

Très visible à Djebel Aurès et aux environs de Djebel Chettaia, Knif et Tafrennt, et affleure assez mal autour de Djebel Tokhma et sur le versant est des Djebels Fedjidjet et Guern Ahmar, le Campanien contient des marnes noires avec de rares intercalations de calcaires ocre, crayeux et noduleux, légèrement phosphatés, en bancs décimétriques.

F. Le Maestrichtien

Le Maestrichtien est assez différent ; il est subdivisé en :

- ✓ **Le maestrichtien inférieur (à dominante marneuse) C6a** : Ce sont des marnes grises beiges à débris de mollusques suivies d'alternances de marnes beiges et calcaires ocre zoogènes, grumeleux ou noduleux en bancs décimétriques et fossilifères.
- ✓ **Le maestrichtien supérieur (calcaire à Inocérames) C6b** : C'est une assise constante et homogène de calcaires massifs blanchâtres grumeleux en banc décimétrique à large stratification oblique à passées noduleuses et à rognons

de silex, ils contiennent des Miliolidès, des incérâmes. L'épaisseur de ces formations ne dépasse pas les 95 m. Les principaux affleurements constituent les hotteurs de Djebel Chetaia et, le bord du Djebel Tafrennt et largement sur Delaa.

1.3. Le Miocène

D'après **Vila, 1977 et Bouaicha, 2009**. Le Miocène dans la région d'étude peut subdiviser de la manière suivante :

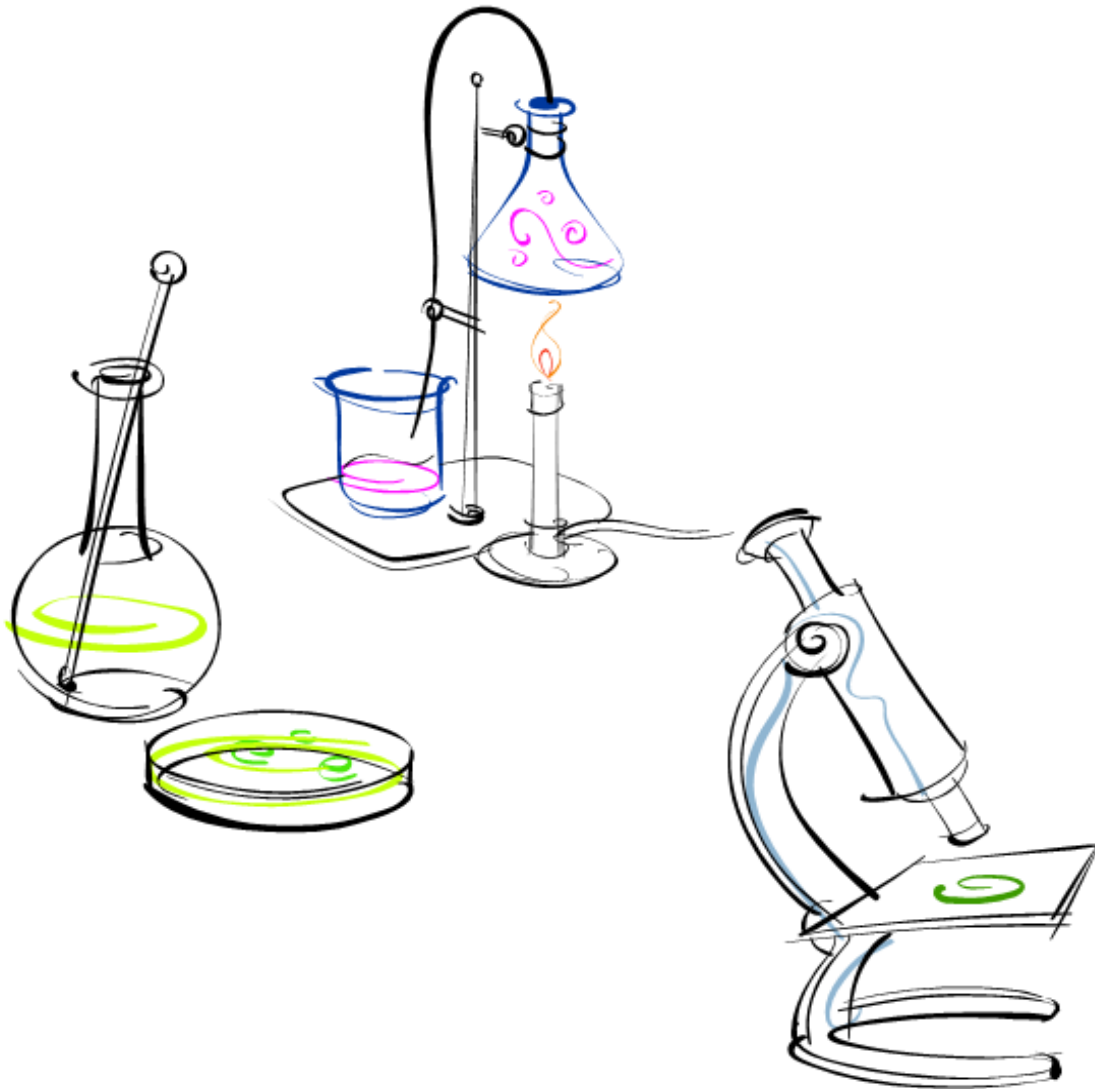
- **Aquitano–burdigalien** : À Djebel Amrane. Il montre une discordance sur le crétacé, il s'agit de conglomérat, d'argiles silteuses rouges et de poudingues à gros éléments arrondies de calcaires et de grés quartzeux à ciment ferrugineux.
- **Langhien-sérravalien** : Egalement discordant, il contient des marnes grises beiges parfois silteuses et des calcaires gréseux roux à algues, cette série est plus ou moins condensée de biomicritesinterclastiques gréseuses et glauconieuses d'aspect noduleux.
- **Tortonien inférieur** : Il se dispose en chenaux hectométriques et correspond à des grés grossiers en bancs pluri métriques à abondantes dragées de quartz (leur diamètre atteint 2 cm) et rares intercalations argileuses.
- **Tortonien supérieur** : Cette formation, beaucoup plus développée dans le bassin miocène de Timgad, n'affleure qu'aux alentours de Baghai. Ce sont des argiles silteuses avec des niveaux gréseux friables ferrugineux à rares dragées de quartz (leur diamètre est d'environ 0.5 cm).

1.4. Le Quaternaire

Les dépôts quaternaires recouvrent le majeur parti des plaines, ce sont des éboulis à bloc, alluvions récentes ou actuelles, terres arables, alluvions anciennes, glacis polygénique nappant les reliefs et des croutes calcaires. (**VILA, 1977**).

Sa sédimentation est argileuse avec une proportion importante de gypse avec des intercalations ça et là de gravier et de sables. D'autres aspects du quaternaire, les glacis polygéniques couvrent de très vastes surfaces ainsi que les zones plates cultivables formées par des limons sombres. (**Zouaoui, 1990**)

Chapitre III : Matériel et méthode



Introduction

Pour étudier la synthèse hydro-chimique des eaux souterraines de la plaine de R'mila. nous avons effectué des sortie de reconnaissance du site au cours desquelles nous avons sélectionné les forage et les puits à étudier des mesures physico-chimique ont été effectuée la température, le Potentiel hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE), la turbidité, NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , Ca^{++} , Mg^{++} . Les analyses ont été effectuées au niveau de laboratoire de l'Algérienne des eaux (A.D.E) Khenchela.

1. Présentation de laboratoire

Le laboratoire Algérien des eaux de Khenchela se située au niveau de centre-ville de la willaya (Cité 1 Novembre).Le laboratoire de l'ADE effectue quotidiennement des tests de chlores, analyses physico-chimiques et bactériologiques afin de garantir à ses abonnées une eau de qualité conforme aux normes de potabilité.

Le laboratoire est composé de deux salles :

- ☆ La première salle c'est le bureau du chef de service entourée de paillasse et tous le matériels nécessaires pour le laboratoire : PH-mètre, Conductimètre, Flacons, l'eau distillée, deux robinets, des pipettes, étuve, poupinelle, bain marie, bec benzène, réfrigérateur.....
- ☆ La deuxième salle est pour les analyses bactériologiques, elle possède : bec benzène, deux étuves de 37°C et 44°C, autoclave, réfrigérateur...



Figure 03 : turbidimètre Figure 04: PH mètre



Figure 05 :Spectro-photomètre



Figure 06 : Bécher



Figure07 : Autoclaves

2. Matériel et mode de prélèvement

2.1. Pour l'analyse physico-chimique

Elle ne pose pas des problèmes particuliers, des flacons en plastiques (polyéthylène) sont suffisants et le volume du prélèvement est de un litre pour une analyse complète. Les flacons seront rincés avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. L'échantillon peut être gardé pendant quelques jours mais il est préférable d'effectuer le dosage des éléments chimiques le plus tôt possible.

2.2. Transport et conservation des échantillons



Figure 08 : les prélèvements d'eaux effectués

Après le prélèvement, Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés et que les étiquettes soient lisibles et in-détachables. Dans ces derniers, on doit noter avec précision; la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (**LIGHTFOOT, 2002**), et les envoyer au laboratoire dans une glacière (4°C) où les analyses sont effectuées le jour même si c'est possible.

3. Analyse physico-chimique de l'eau

3.1. Test de chlore : dans l'eau traitée.

➤ DPD1

On pose 1 comprimé dans un 10ml d'eau. Si on remarque une couleur rose veut dire qu'il y a le chlore libre.

Si on remarque une couleur transparente veut dire que il n'y a pas de chlore libre et on passe à l'ajout de DPD4.

➤ DPD 4

On pose 1 comprimé dans un 10ml d'eau.

Si on remarque une couleur rose veut dire qu'il y a le chlore lié.



Figure 09: Test de Chlore par des comprimés DPD 1 et DPD 2

3.2. Électrochimique

3.2.1. La température (T)

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (**RAMADE, 1993**). Elle affecte la solubilité des gaz surtout celle de l'oxygène et la dissolution des sels dissous ainsi que la vitesse de réactions chimiques et biochimiques (**FAURIEET al,2003**).

3.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH exprime si l'eau est à réaction acide ou alcaline. Les pH inférieurs à 7 indiquent une tendance vers l'acidité. Les pH supérieurs à 7 indiquent une tendance vers l'alcalinité et un pH 7 une eau est dite neutre. (**BOUZIANE, 2000**). Nous avons mesuré le pH par un pH mètre,

Mode opératoire

- Prendre environ 100ml de l'échantillon à mesurer dans un bécher.
- Tremper l'électrode de pH mètre dans le bécher contenant l'eau à analyser
- Laisser stabiliser un moment et noter le pH indiqué



Figure 10 : Appareil de pH Mètre et T °

3.2.3. La conductivité électrique (CE)

C'est la conductance électrique d'une eau. Elle dépend de la concentration totale et la nature des ions présents dans cette eau (DJEMMAL, 2009). Elle traduit le degré de minéralisation globale. La conductivité électrique est mesurée au point de prélèvement à l'aide d'un multi paramètre

Mode opératoire

Pour la mesure de la conductivité plongée la sonde dans l'eau à analyser, remuer avec soin la sonde et attendre que la lecture se stabilise. Après utilisation, rincer la sonde à l'eau déminéralisée



Figure 11 : appareil de La conductivité électrique type HI 2315 (utilisé)

3.2.4. La turbidité de l'eau

Elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique qui trouble l'eau. (DEGREMONT, 1995).

L'appareillage utilisé est un turbidimètre appelé aussi néphélométrie, de type HACH 2100N.



Figure 12 : Appareil de turbidimètre.

Mode opératoire

- Remplir une cuvette propre jusqu'au trait (30 ml) avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulle d'air ;
- Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot ;
- Lire et noter le résultat affiché après la stabilisation de l'appareil ;
- Vider la cuvette et la rincer avant la mesure suivante.

4. paramètres de pollution

4.1. Nitrate (NO_3^-)

- ☆ Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- ☆ Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %
- ☆ Ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium.
- ☆ Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88 °C. (Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps)

- ☆ Laisser refroidir.
- ☆ Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4 pur laissé reposer 10 mn.
- ☆ Ajouter 15 ml d'eau distillée
- ☆ Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de Potassium

4.2. Ca^{2+} /TH

➤ Calcium Ca^{2+}

- ☆ Prendre 50ml d'échantillon.
- ☆ Ajoute 2ml de NaOH à 2N.
- ☆ Ajoute 0.2g de HsH.
- ☆ Titrer avec EDTA (virage violet).



Figure13: dosage de la dureté ou titre hydrotimétrique

4.3. Chlorures Cl^-

Le blanc

*Prendre 100 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le l' AgNO_3 à 0.02 mol/l.

Le titre

*Prendre 10 ml de NaCl à 0.02 mol/l +90 ml d'eau distillée + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le l' AgNO_3 à 0.02 mol/l.

L'échantillon

*Prendre 100 ml d'échantillon + 1 ml de K_2CrO_4 . Puis titrer avec le l' AgNO_3 à 0.02 mol/l.

Le tirage se fait jusqu'au virage rouge brique.

4.4. Sulfates SO_4^{2-}

- ☆ Prendre 20 ml d'eau à analyser puis
- ☆ Ajouter 5 ml de la Solution Stabilisante.
- ☆ Ajouter 2 ml de Chlorure de Baryum.

- ☆ Compléter à 100 ml d'eau distillée.
- ☆ Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- ☆ Lire au spectrophotomètre.

4.5. Sodium (Na^{+2})

- ☆ Régler l'appareil sur Na
- ☆ Régler les boutons de l'appareil à l'illieu.
- ☆ Régler la flamme bleue.
- ☆ Préparer la gamme du sodium avec le NaCl dans des fioles de 100 ml.
- ☆ Régler le signal de l'appareil.
- ☆ Régler le zéro.
- ☆ Passer la gamme.
- ☆ Passer les échantillons.



Figure 14 : multi paramètre

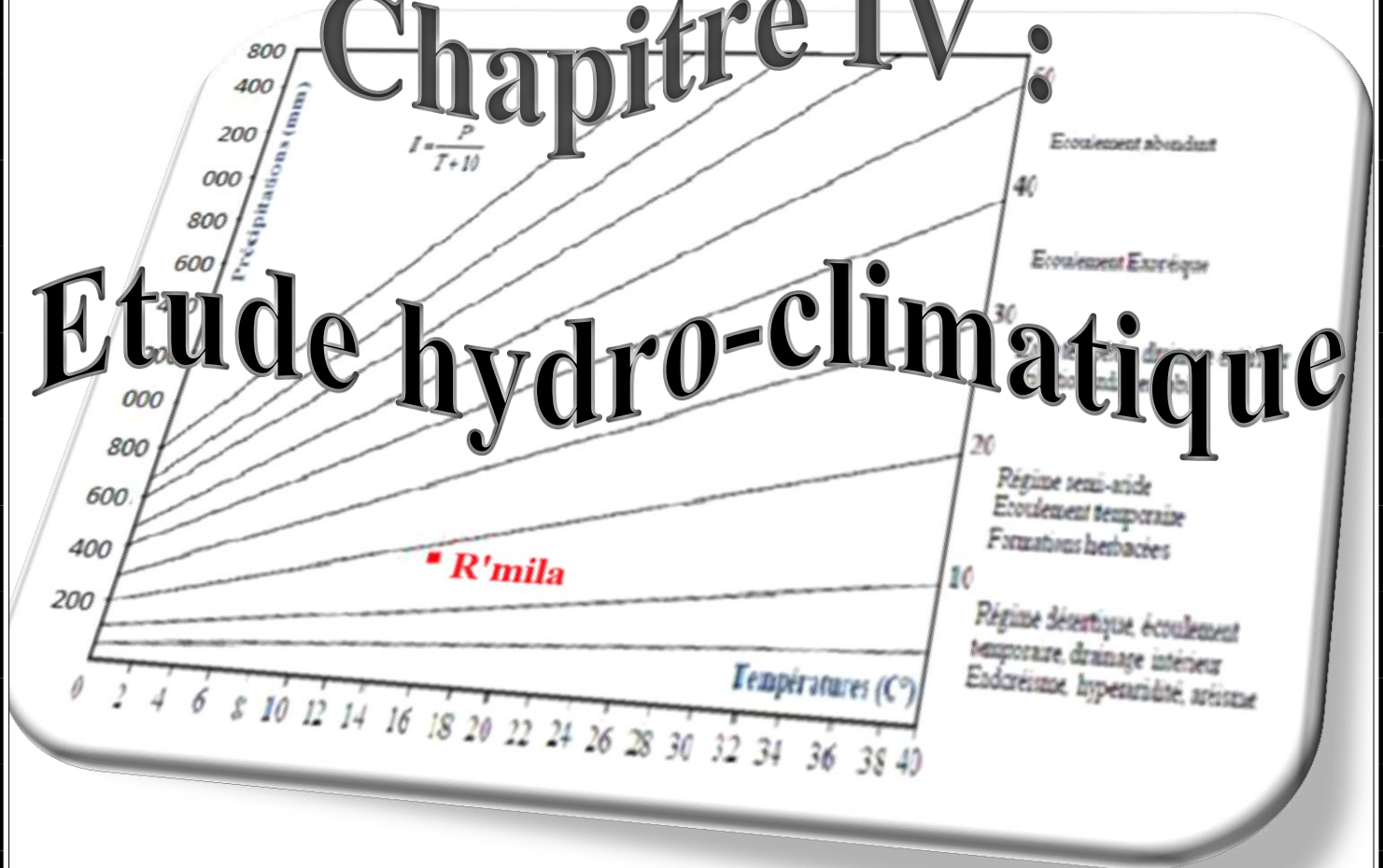
Conclusion

Le stage de courte durée que j'ai fait au sein de laboratoire de l'ADE est composé généralement de deux axes principaux à prés avoir introduits, des notions sur l'eau et les différents types des analyses de l'eau potable pour évaluer sa qualité et pour diminuer le problème lié à cette source.

Ce chapitre donne des renseignements sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines utilisées pour les essais de dénitrification, les différents adsorbants et les réactifs utilisés. Ainsi que les processus expérimentaux pratiqués durant notre étude.

Chapitre IV :

Etude hydro-climatique



Introduction

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. (Aidoud, 1997). S'intéresse à l'analyse quantitative à plus long terme de la moyenne des paramètres requis pour caractériser les états de l'atmosphère, principalement la température de l'air, la lame d'eau précipitée, la durée d'insolation, la direction et la vitesse du vent. Le climat représente donc le « temps moyen » en un lieu donné (Emselem, 1989).

La climatologie repose sur l'interprétation des données des paramètres climatiques mesurés durant une période bien définie, permettant ainsi d'estimer les différentes composantes du bilan hydrique ; ce dernier est nécessaire pour comprendre le fonctionnement d'un système hydraulique de surface

Pour cette étude, les séries des données d'une période de (2004-2020), qui sont à la base de la détermination de différents paramètres climatiques, ont été enregistrées à la station météorologique d'El Hamma, dont Les coordonnées géographiques sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 09: les coordonnées géographiques de la station d'El Hamma

station	Altitude	Latitude	longitude
El Hamma	982.5m	35°28° N	07°05° E

1. Caractéristique climatologique

1.1. Température

La température est une mesure numérique d'une chaleur, sa mesure se fait par détection de rayonnement thermique, la vitesse des particules, l'énergie cinétique, ou par le comportement de la masse d'un matériau thermométrique (Roger et al, 2006).

Elle est un facteur écologique très important pour la détermination du climat de la zone d'étude à partir de deux paramètres principales : la température minimale du mois le plus froid et la température maximale du mois le plus chaud. (Mazliak, 1982; Hedidi, 2010). Elle régit directement le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques, permettant avec les précipitations le calcul du déficit d'écoulement et les indices climatiques.

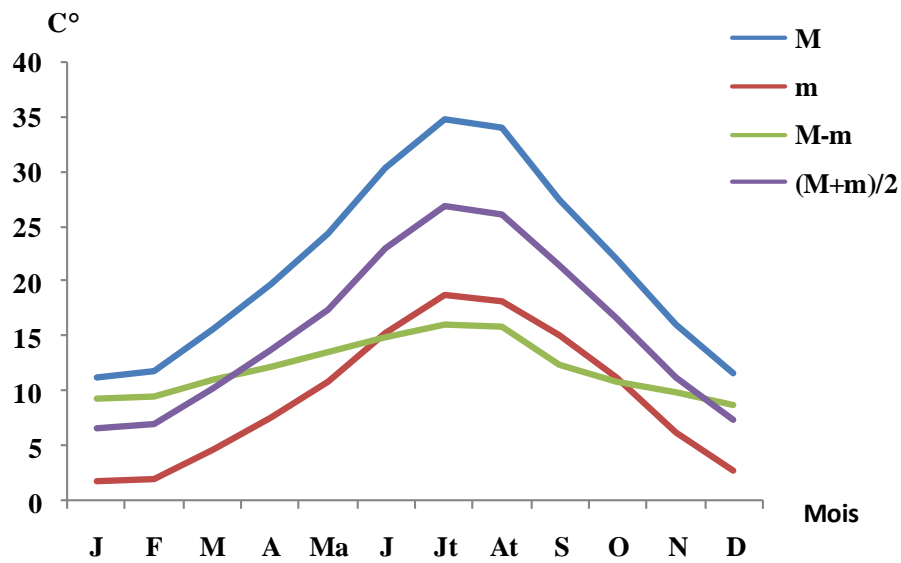


Figure 15 : Diagramme des températures moyennes mensuelles de la période (2004-2014)

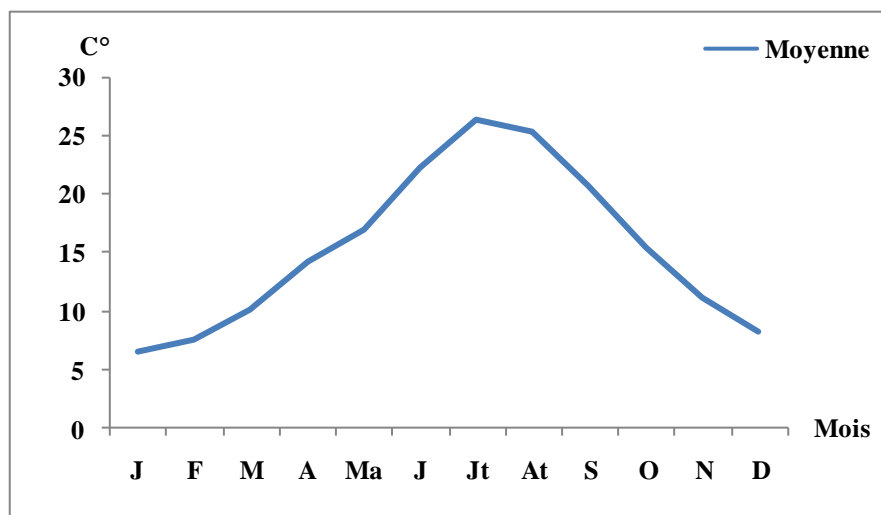


Figure 16 : Diagramme des températures moyennes de la période (2004-2020).

En analysant les données de la période (2004-2020), nous constatons que janvier est le mois le plus froid avec une moyenne minimale de 6,5°C, alors que juillet est le mois le plus chaud avec une moyenne maximale de 26,37°C. La température moyenne mensuelle de la région d'étude pendant cette période est de 15,43 °C.

1.2. Précipitation

Les précipitations sont les produits solides ou liquides qui résultent de la condensation de la vapeur d'eau et qui tombent des nuages ou passent directement de l'air au sol sur lequel ils se déposent. Elles comprennent la pluie, la grêle, la neige, la rosée, le givre, la gelée blanche et la brume. Les précipitations sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps. Les précipitations s'évaluent en hauteur d'eau équivalente (mm) sur une période donnée (GUYOT, 1999).

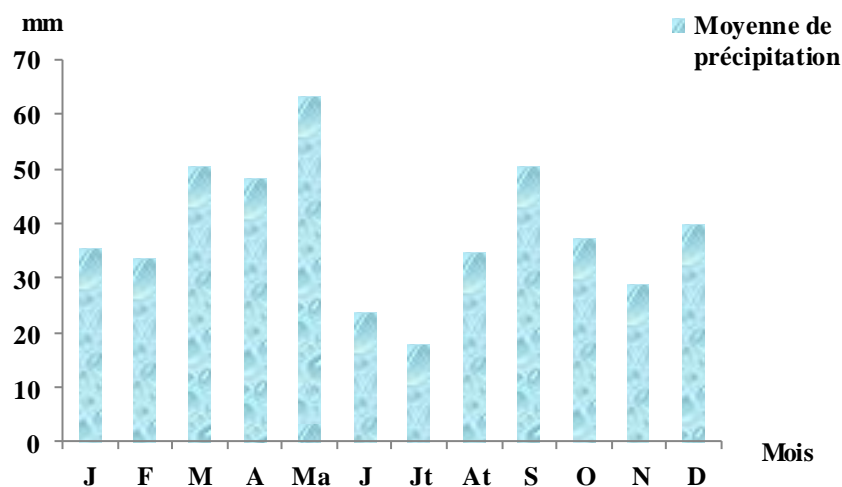


Figure 17 : Diagramme de précipitations moyennes mensuelles de la période (2004-2020).

L'histogramme de précipitations mensuelles révèle que mai est le mois le plus pluvieux avec une moyenne mensuelle de 66,60 mm, tandis que juillet est le mois le plus sec avec une moyenne mensuelle de 18,63 mm. Les précipitations moyennes mensuelles de la période (2004- 2020) sont de 486.89 mm

1.3. Vent

Le vent est un déplacement de masse d'air provoqué par une différence de pression entre deux zones voisines engendrée principalement par les différences de température (RAMADE, 2002 ; ROGER ET AL. 2006). Habituellement on donne sa direction, qui indique le lieu d'où il provient, et sa vitesse, qui agit en combinaison avec les autres éléments du climat (HUFTY, 2001). La vitesse du vent est généralement exprimée en m/s, mais elle peut être également exprimée en nœuds, et 1 m/s correspond à 1,943 nœud (GUYOT, 1999).

Ils constituent un des facteurs reconnus dans la caractérisation du climat méditerranéen, son action est principalement néfaste pendant la saison sèche et lors des tempêtes. (THIOMBIANO, 2000).

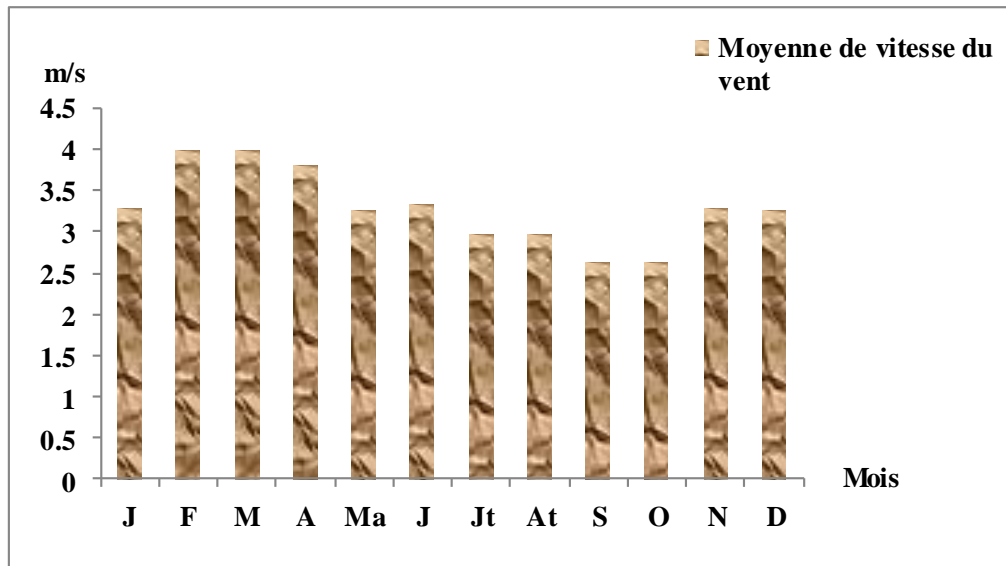


Figure 18 : Diagramme des moyennes des vitesses instantanées des vents de la période (2004-2014).

Le diagramme représentant les moyennes annuelles des vitesses de vents dans la région de R'mila avec un maximum au mois de mars (3.99 m/s), et un minimum au mois d'octobre et septembre 2.63m/s.

1.4. Evaporation

L'évaporation de l'eau est le passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux. Elle est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air. Ce terme représente la restitution de l'eau de la surface terrestre sous forme de vapeur, à l'atmosphère et sous des conditions climatiques et physiographiques. (RAMADE, 2005). Donc c'est une émission de vapeur par une surface liquide ou un milieu humide à une température inférieure au point d'ébullition (ABDELOUAHABE et al. 2012).

L'évaporation est une composante fondamentale du cycle hydrologique et son étude est essentielle pour connaître le potentiel hydrique d'une région ou d'un bassin versant. (CORENTIN, 2011).

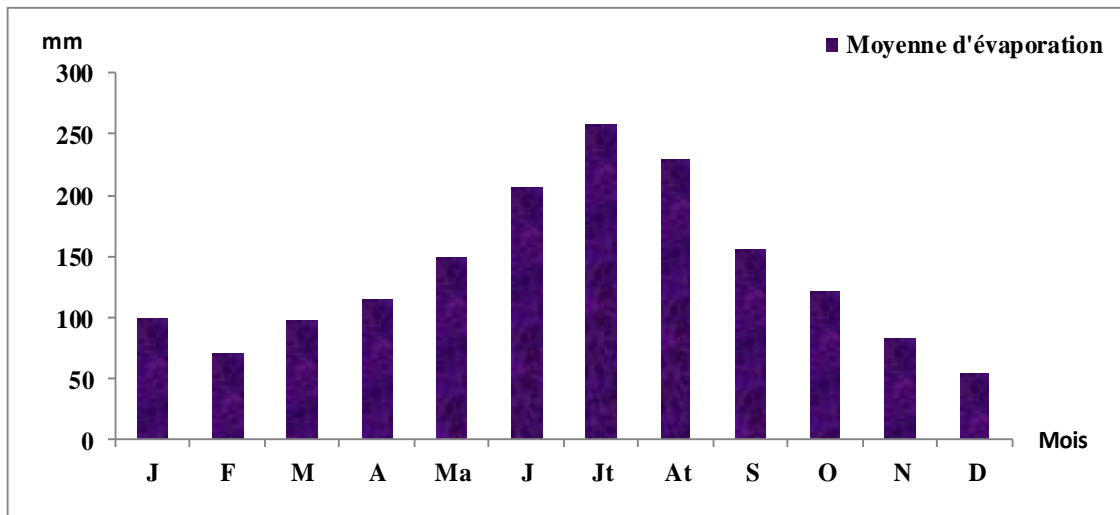


Figure 19 : Diagramme des moyennes mensuelles de l'évaporation de la période (2004-2017).

L'évaporation moyenne variée d'un mois à l'autre. La valeur maximale est enregistrée en juillet avec une moyenne de 258,55mm, et la valeur minimale est enregistrée en décembre avec une moyenne de 53,88mm.

1.5. Insolation

L'insolation est un élément important dans les conditions climatiques représente la quantité de rayonnement qu'envoie le soleil. Ce rayonnement transformé en chaleur qui réalise l'augmentation de la température (HERNANDEZ, 2000). C'est le facteur climatique dont il faut tirer parti, l'insolation forte avec les températures élevées entraînant une faible humidité de l'air et donc une évaporation forte (DEYGOUT et TREBOUX, 2012).

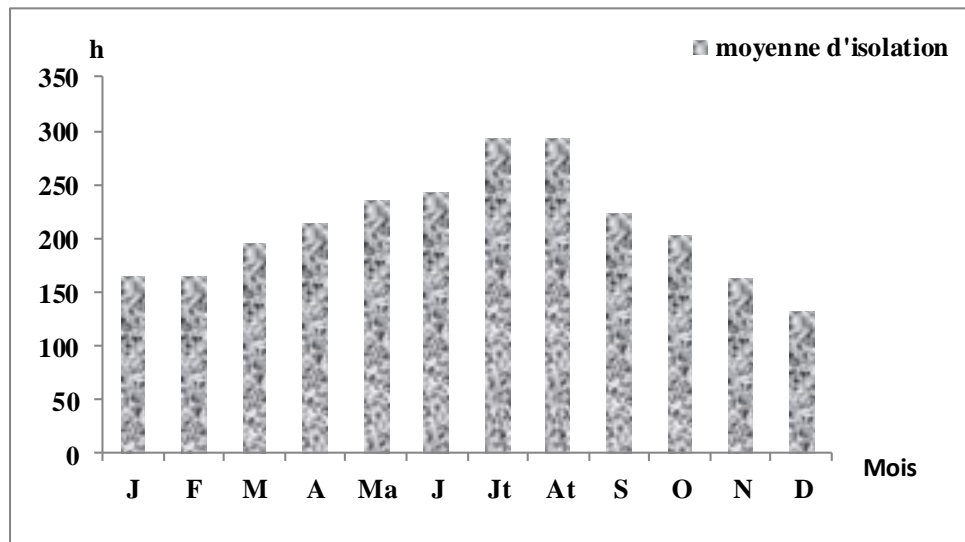


Figure 20 : Diagramme des moyennes des durées totales d'insolation de la période (2004-2014).

La durée d'insolation est variable d'une saison à un autre. Elle est courte pendant la période hivernale avec 132,31h(décembre), et longue durant la période estivale avec 293,31 h(aout).

1.6. Humidité

La quantité de vapeur d'eau qui peut être contenue dans l'air dépend des conditions de température et de pression de ce dernier.

Est la quantité d'eau présente dans une particule d'air sur la quantité d'eau que peut contenir laparticule d'air. Notion souvent utilisée en météorologie, est le rapport de la teneur en vapeurd'eau de l'atmosphère à la teneur en vapeur d'eau de l'air saturé à température égale (Arlery,1973).

L'humidité relative est un paramètre climatologique très important qui présente le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau à l'air humide et la pression de saturation à la même température(Verheij, 2003).

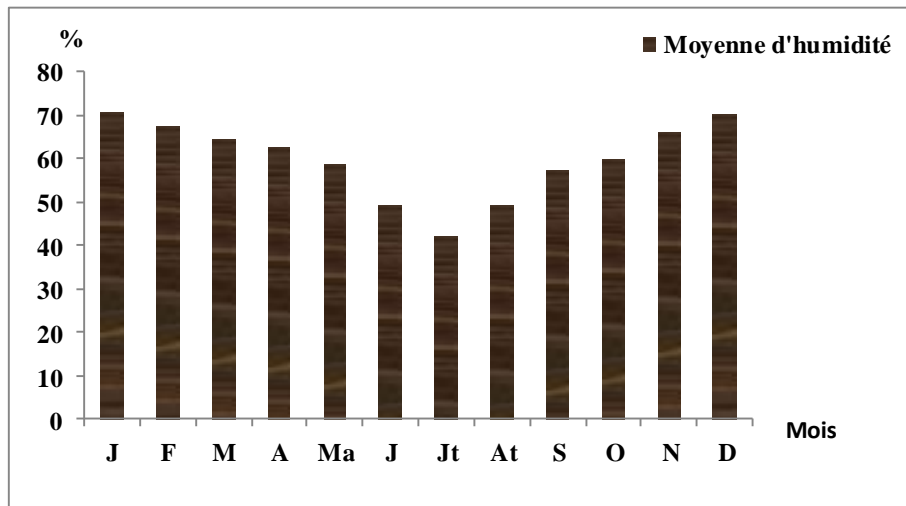


Figure 21 : Diagramme des moyennes d'humidité de la période (2004-2014).

A partir la figure 07, on constate que les valeurs de l'humidité sont relativement homogènes. Les données hygrométriques montrent que le pourcentage le plus élevé est enregistré durant le mois de janvier avec 70,52%, ce qui explique qu'il est le mois le plus humide, alors que le pourcentage le plus faible est enregistré durant le mois de juillet avec 42,13%. L'humidité relative de la région d'étude est constamment élevée, Son évolution saisonnière est étroitement liée aux précipitations et à l'évaporation

1.7. Neige

La neige aussi est un facteur écologique de toute première importance dans les milieux subpolaires et montagnards. Elle exerce des actions biologiques variées, de nature thermique et mécanique. (**Ramade 2003**).

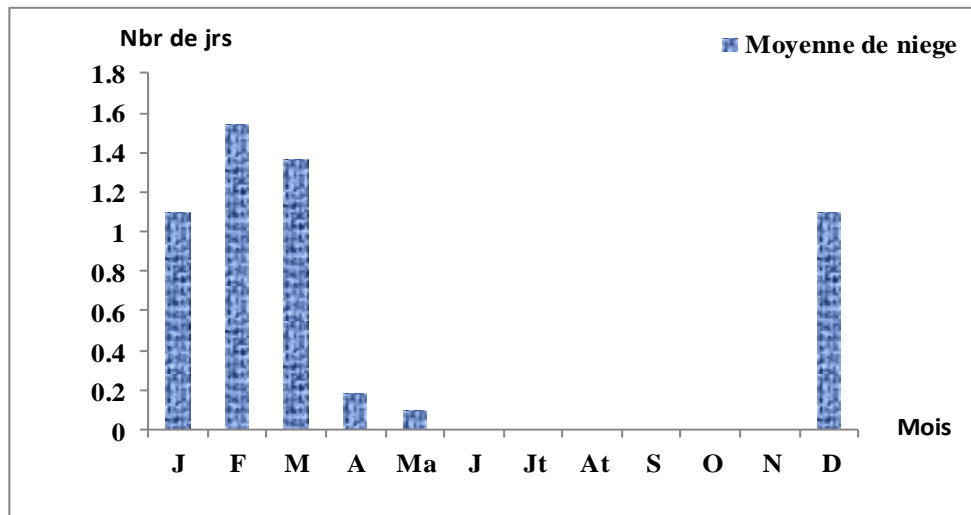


Figure 22 : Diagramme des moyennes de nombre de jours de neige de la période (2004-2014).

Le diagramme montre que l'enneigement s'étale sur une durée de 6 mois de décembre à mai donc la plus grande partie de la neige tombe durant la période hivernal, le maximum étant au mois de février. Elle peut durer jusqu'à la fin de mai sur les sommets L'enneigement consiste une réserve d'eau cédée progressivement du sol.

1.8. Grêle

La grêle est un type de précipitation qui se compose de morceaux de glace de forme sphérique ou irrégulière. Elle se produit dans des nuages instables, avec fort développement vertical. Elle est un phénomène très connu dans la région de l'Aurès. (OUANES, 2020)

Elle prend la forme de billes de glace (grêlons) dont le diamètre peut varier de quelques millimètres à plusieurs dizaines de centimètres mais dont le diamètre habituel est entre 5 et 50 millimètres (ONM, 2011; NWS, 2010)

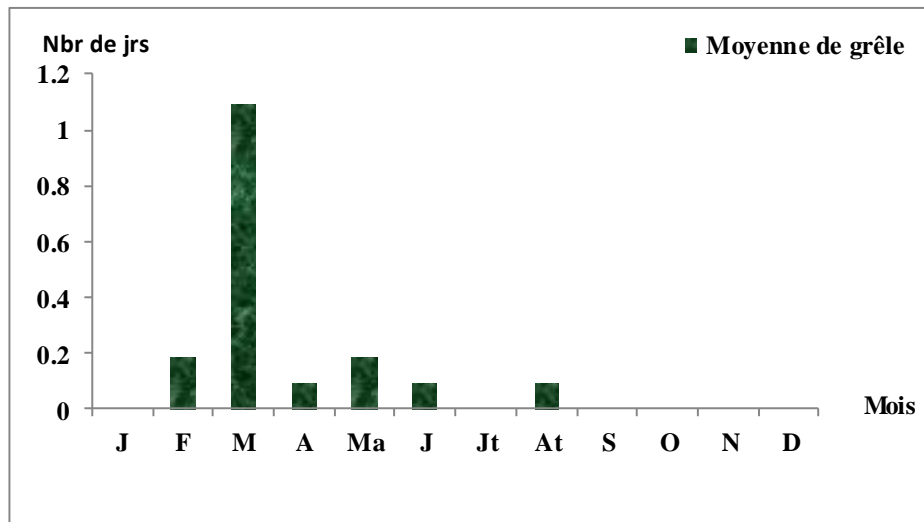


Figure 23 : Diagramme des moyennes de nombre de jours de Grêle de la période (2004-2014).

Le diagramme des moyennes de nombre de jours montre que la grêle n'est pas fréquente dans la région, elle s'observe fréquente de quelques jours durant la saison hivernale, le maximum est enregistré au mois de mars alors que le minimum est enregistré au niveau de mois suivants : juin avril aout.

1.9. Orage

Un orage, est une perturbation atmosphérique d'origine convective associée à un type de nuage particulier. il peut se produire en toute saison, en autant que les conditions d'instabilité et d'humidité de l'air sont présentes (LEGRAIN, 2002).

Il est souvent accompagné par un ensemble de phénomènes violents : rafales de vent, précipitations intenses parfois sous forme de grêle et quelquefois de vents rabattants, de trombe ou tornade. (1)

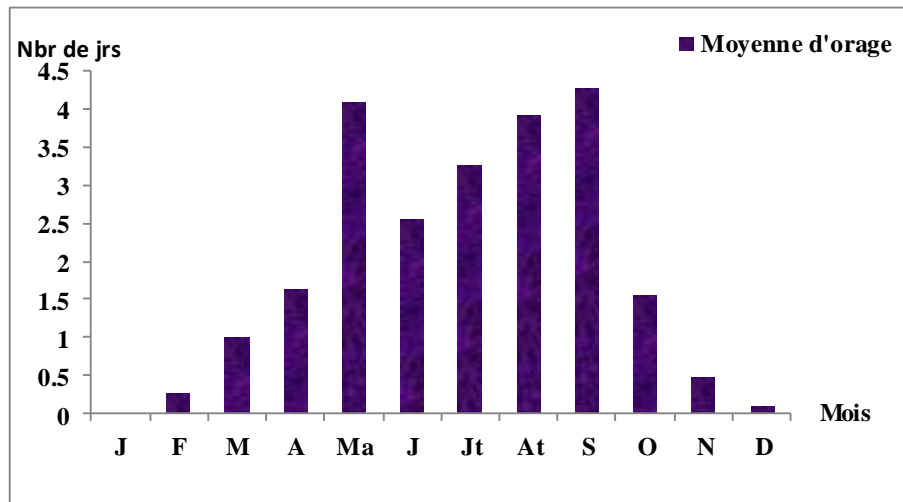


Figure 24 : Diagramme des moyennes des nombres de jours d'orage de la période (2004-2014).

A partir de la figure on constate que l'orage s'étale sur une durée de 11 mois : de février jusqu'au décembre, avec une moyenne de 32 jours.

2. La synthèse climatique

La synthèse climatique est basée sur la recherche des formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs indices climatiques. Tenant compte des variables telles que la pluviosité et les températures.

2.1. Indice d'aridité

En 1925 Emmanuel de Martonne a proposé une formule climatologique permettant le calcul d'un indice dit indice d'aridité (IDM). Cet indice est en fonction de la température (T en °C) et des précipitations (P en mm); et permet de déterminer le type de climat qui caractérise la zone d'étude (GAAGAI, 2009). Ce paramètre se calcule selon la formule suivante:

$$IDM = P / (T + 10)$$

Avec :

IDM: Indice d'aridité annuel

P : précipitations moyennes annuelles (mm)

T : Températures moyennes annuelles (°C)

Tableau 10 : Classification des climats en fonction de la valeur de l'indice de Martonne.

Valeur de l'indice	Type de climat
0 < IDM < 5	Hyper-aride
5 < IDM < 10	aride
10 < IDM < 20	Semi-aride
20 < IDM < 30	Semi-humide
30 < IDM < 55	humide

Pour notre cas P = 463.66 mm et T=15.42 °C donc cet indice est égale :

$$IDM = 463.66 / (15.42 + 10)$$

$$IDM = 18.23$$

Ce qui permet de dire que le climat région d'étude est semi-aride.

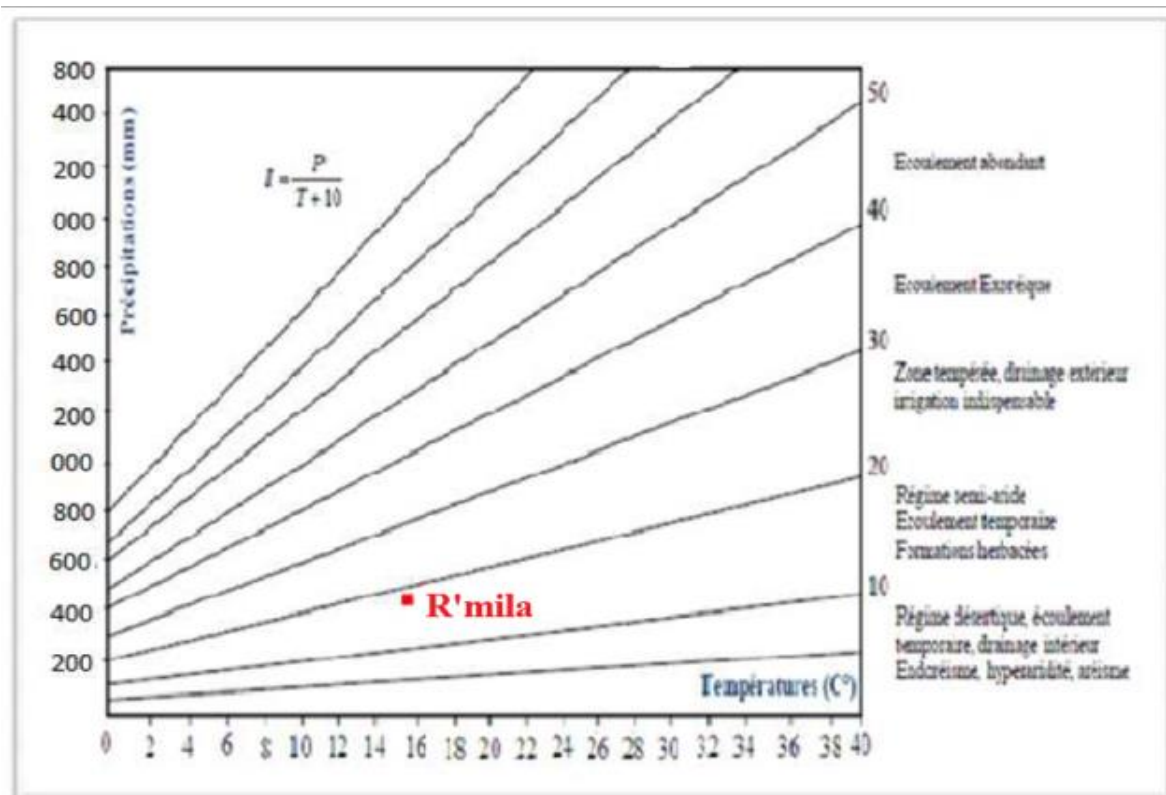


Figure 25 : l'indice d'aridité annuel de Martonne.

2.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.

Un diagramme ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année de températures et de précipitations selon des gradations standardisées: une gradation de l'échelle des précipitations correspond à deux gradations de l'échelle des températures. Il a été développé par Henri Gaussen et F. Bagnouls, botanistes célèbres, pour mettre en évidence les périodes de sécheresses définies par une courbe des précipitations se situant en dessous de la courbe des températures

Ces diagrammes permettent de comparer facilement les climats de différents endroits (principalement en climats méditerranéens ou tempérés) d'un coup d'œil du point de vue pluviosité, et de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Les températures sont indiquées à gauche et les précipitations sont indiquées à droite.

Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit :

$$P \leq 2T$$

Avec : P : précipitations en mm du mois ; **T** : températures en °C du même mois.

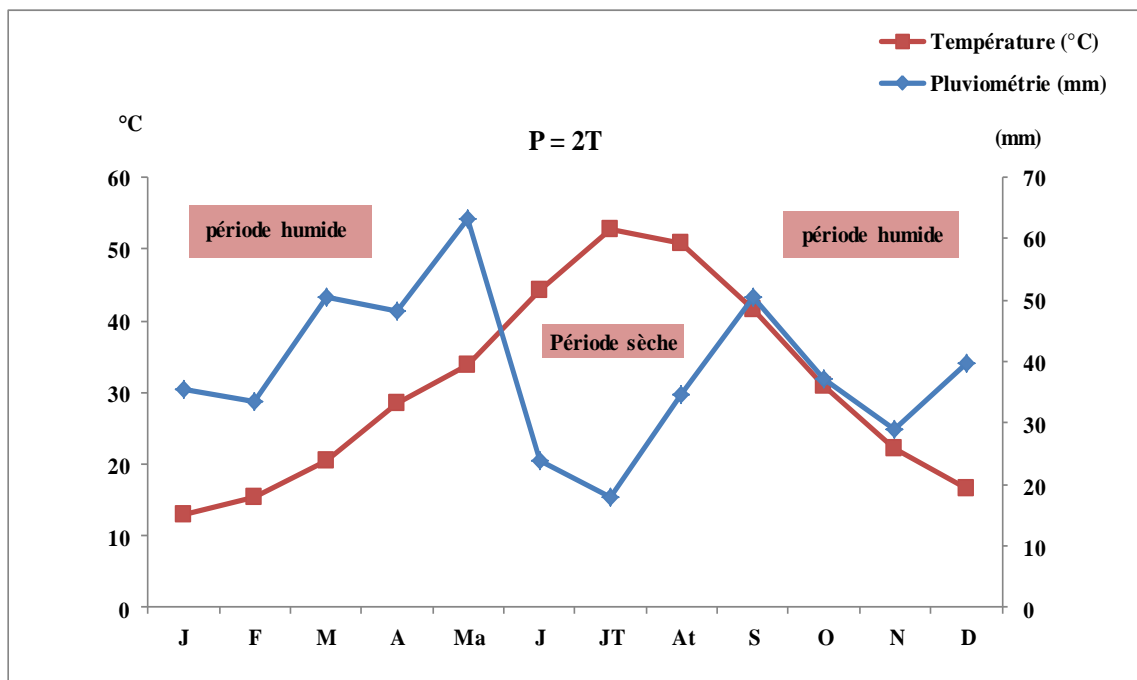


Figure 26: Diagramme ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls (2004-2020)

La superposition des deux courbes [P (mm) et T (°C)] permet ainsi de définir la période sèche. Donc le diagramme ombrothermique de la région de R'milamontre que la période sèche s'étale du mi de mois de juin jusqu'au mi de mois de septembre et dure environ 120 jours. Alors que la période humide commence de mi de mois de septembre jusqu'à le mi de mois de juin.

2.3. Le quotient pluviothermique d'Emberger

L'amplitude thermique étant un facteur important de la répartition de la végétation, Emberger a proposé l'indice suivant pour les climats de la région méditerranéenne: Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord, Il est défini comme suit:

$$Q_2 = 3.43. P / (M - m)$$

Avec :

- **Q** quotient pluviométrique d'Emberger ;
- **M** la moyenne maximale de températures du mois le plus chaud ;
- **m** la moyenne minimale de températures du mois le plus froid ;
- **P** pluviométrie moyenne annuelle en mm ;
- **M-m** : amplitude thermique extrême moyenne.

Dans notre zone d'étude :

$$P = 463.66 \text{ mm} ; M = 34.90 \text{ } ^\circ\text{C} ; m = 1.85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Donc : } Q_2 = 48.12$$

Il s'avère que le climat de la plaine de R'mila est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

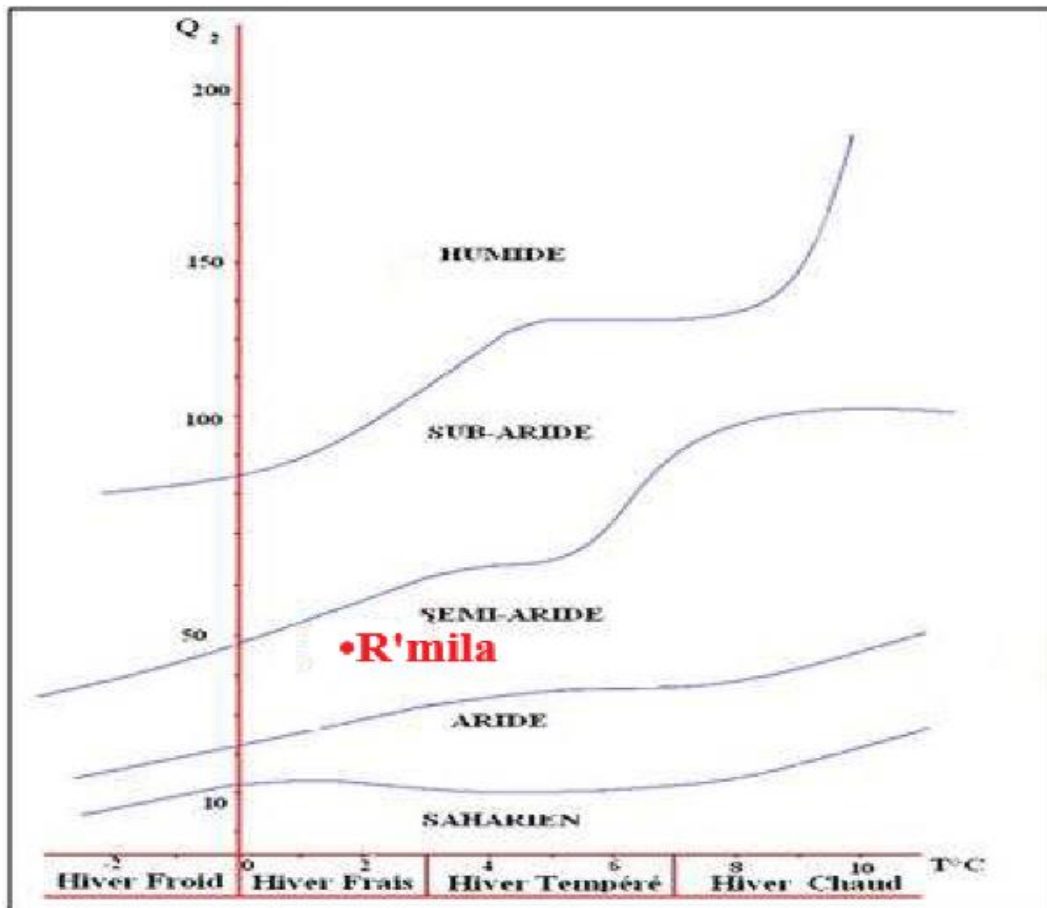


Figure 27 : le climagramme d'Embergie pour la zone d'étude

3. Bilan hydrique

Dans cette étude, nous allons évaluer la répartition des précipitations entre les différents composants du bilan hydrique, à savoir le ruissellement, l'infiltration et l'évapotranspiration. Ce bilan est calculé par la formule suivante :

$$P = ETR + R + I + \Delta W$$

Avec:

- **P** : précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- **ETR** : évapotranspiration réelle moyenne annuelle (mm) ;
- **R** : ruissellement moyen annuel (mm) ;
- **I** : infiltration moyenne annuelle (mm) ;
- **ΔW** : La variation de réserves en (mm), souvent négligeable.

3.1. Mesure de l'ETR (l'évapotranspiration réelle)

L'évapotranspiration est une combinaison de deux processus ; l'évaporation et la transpiration elle dépend de deux éléments :

- La teneur en eau du sol et les caractéristiques physiques des surfaces à partir desquelles se produit l'évapotranspiration.
- Les variables climatiques telles que le rayonnement solaire, la vitesse du vent, au-dessus de la végétation.

3.1.1. ETR selon la formule de Turc

Cette méthode est applicable à tous les climats et elle est en fonction des précipitations et des températures moyennes mensuelles. Elle est calculée avec la méthode de Turc (1954) qui aboutit à la formule suivante :

$$\text{ETR} = P / (0.9 + P^2 / L^2)^{1/2} \cdot L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$$

Avec:

- **ETR:** évapotranspiration réelle (mm/an);
- **P:** précipitation moyenne annuelle (mm);
- **L:** paramètre arbitraire lié à la température (pouvoir évaporant de l'atmosphère);
- **T:** température moyenne annuelle (°C).

Application numérique

Tableau 11: l'ETR selon la formule de turc

Station	P (mm)	L	T (°C)	ETR (mm/an)
El Hamma	463.6	867.61	15.4	429.25

3.1.2. L'ETR selon la C.W.Thornthwaite

C'est une donnée impossible à mesurer à l'échelle d'une parcelle ou d'une région. La détermination de l'ETR est en fonction de l'ETP et la quantité d'eau disponible (Pluie+RFU)

- Si $ETP=P$, il y a existence d'une évapotranspiration réelle ETR, la réserve RFU ne se modifié pas et aucune infiltration ne se produit en direction de la nappe.
- Si $ETP>P$, On a $ETR=ETP+RFU$, un déficit apparaît, une partie de RFU sera sollicitée jusqu'à la compensation de l'ETP. L'évapotranspiration agit donc sur le sol. Aucune infiltration ne se produit en direction de la nappe. ($RFU=0$)
- Si ETP on a $ETR= ETP$ et $RFU=P-ETP$ (excédent hydrique) (Dali, 2009).

Application numérique:

Tableau 12 : ETR selon la C.W Thornthwaite

Station	ETR selon la formule de Turc (mm/an)	ETR selon C.W Thornthwaite (mm/an)
El hamma	429.25	463.6

3.2. Mesure de l'ETP (l'évapotranspiration potentielle)

Une évaporation potentielle est la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporé sous un climat donné par un couvert végétale continu bien alimenté en eau. Elle comprend donc l'évaporation du sol/substrat et la et la transpiration de la végétation d'une région donnée pendant le temps considéré. Elle s'exprime en hauteur d'eau. Plusieurs formules ont été utilisé pour estimer ETP parmi ces formules celle de C.W. Thornthwaite, qui a proposé également en 1948, elle a basée essentiellement sur les températures de l'air.

$$ETP = 16[10(t/I)]^a k I = \sum i, i = (t/5)^{1.514}, a = 1.6 (I/100)+0.5$$

$$ETP = 904.4$$

Avec:

ETP: évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle (mm).

i: Indice thermique mensuel.

a: paramètre arbitraire lié à la température.

I: Somme des indices thermiques mensuels.

t: Température moyenne mensuelle (°C).

K: coefficient d'ajustement mensuel (Coefficient de correction, qui dépend de la latitude).

3.3. Mesure de la RFU (réserve facilement utilisable)

la RFU est la quantité d'eau emmagasinée dans la couche pédologique et qui est facilement utilisable par les plantes, pour son bon fonctionnement physiologique (GAAGAI, 2009), La réserve utile (RFU) en eau d'un sol, exprimée en millimètre d'eau, correspond à la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante. La RFU est encore la quantité d'eau comprise entre l'humidité à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement :

- **humidité à la capacité au champ** : il s'agit de du taux d'humidité d'un sol ressuyé dans des conditions où le drainage est assuré librement.

- **humidité au point de flétrissement** : elle correspond au taux d'humidité d'un sol pour lequel l'eau est retenue avec une intensité supérieure aux forces de succion des racines. En général la RFU maximale généralement admise correspond à la hauteur de 100 mm d'eau. Dans la zone aride ou semi-aride, cette valeur maximale peut être ramenée à 50 mm du fait que le sol n'est pas toujours saturé (Dali, 2009).

Dans notre cas, on prend une valeur de la RFU égale à 100 mm

Tableau 13 : bilan hydrique selon C.W.Thornthwaite à la station d'ElHamma

Période	T _p (°C)	i	K	ETP _C (mm)	Pr (mm)	BH (mm)	CH	VR (mm)	RFU (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
S	20.79	8.6	1.03	95.7	50.47	-45.2	-0.5	0.0	0.0	50.5	45.2	0.0
O	15.41	5.5	0.98	55.8	37.07	-18.7	-0.3	0.0	0.0	37.1	18.7	0.0
N	11.09	3.3	0.85	28.3	28.92	0.6	0.0	0.6	0.6	28.3	0.0	0.0
D	8.30	2.2	0.83	17.2	39.89	22.7	1.3	22.7	23.3	17.2	0.0	0.0
J	6.53	1.5	0.86	12.0	35.48	23.4	1.9	23.4	46.8	12.0	0.0	0.0
F	7.67	1.9	0.85	15.5	33.62	18.1	1.2	18.1	64.8	15.5	0.0	0.0
M	10.19	2.9	1.03	29.9	50.55	20.7	0.7	20.7	85.5	29.9	0.0	0.0
A	14.30	4.9	1.08	54.4	48.20	-6.2	-0.1	-6.2	79.3	54.4	0.0	0.0
M	16.93	6.3	1.21	80.6	63.10	-17.5	-0.2	-17.5	61.8	80.6	0.0	0.0
J	22.18	9.5	1.21	125.3	23.80	-101.5	-0.8	-61.8	0.0	85.6	39.7	0.0
J	26.36	12.4	1.23	168.8	17.84	-151.0	-0.9	0.0	0.0	17.8	151.0	0.0
A	25.34	11.7	1.16	149.3	34.68	-114.7	-0.8	0.0	0.0	34.7	114.7	0.0
Année	15.4	70.8		832.9	463.6	-369.3				463.6	369.3	0.0

DA : le déficit agricole est le déficit entre **ETP** et **ETR** donc : **DA=ETP-ETR**

EXC: l'excédent c'est la quantité d'eau pouvant s'écouler lorsque l'**ETP** et **RFU** sont satisfaits donc:

EXC=P-ETR

BH: le bilan hydrique: **BH=RFU-DA**.

3.4. Interprétation du bilan d'eau de Thornthwaite

- A l'échelle annuelle, l'ETP dépasse largement les précipitations. Les précipitations dominent dans la région d'étude avec un total de 404.5 mm/an.

- A l'échelle mensuelle nous constatons qu'à partir du mois d'avril les précipitations sont :

Inférieures à l'ETP jusqu'au mois de novembre par contre elles sont supérieures à l'ETP pendant les autres mois (janvier, février, mars, et décembre).

En générale, les précipitations ne couvrent pas les besoins de l'évapotranspiration potentielle et ne permettent pas la formation de la RFU.

- Le déficit agricole (DA) débute au mois d'avril et se poursuit jusqu'au mois de novembre.

- La reconstitution du stock s'observe au mois de décembre avec une RFU=06.4 mm.

La RFU atteint son maximum (29.1 mm) au mois de janvier et diminue jusqu'à 3.6 mm au mois de mars, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock

4. Estimation du ruissellement et de l'infiltration

4.1. Ruissellement

Le ruissellement désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols. Il s'oppose au phénomène d'infiltration. Ce phénomène se produit quand l'intensité des précipitations dépasse l'infiltration et la capacité de rétention de la surface du sol. Le ruissellement est calculé selon la formule suivante :

$$R = P - \frac{P - ETP}{3}$$

Avec:

R: ruissellement moyen annuel en mm;

P: hauteur des précipitations moyenne annuelle en mm;

ETP: évapotranspiration potentielle en mm/an.

Application numérique:

Tableau 14 : La lame d'eau ruisselée pour la station d'ElHamma

P (mm)	463.6
ETP (mm)	832.9
R (mm)	47.87

4.2. Infiltration

Le phénomène d'infiltration se produit après reconstruction d'un certain niveau d'humidité du sol. C'est une propagation de l'eau vers les tranches de sols plus profonds et vers la nappe. L'arrivée de l'eau au niveau de la nappe se produit d'une manière différée par rapport à la pluie. Elle s'écrit de la manière suivante : $I = P - (ETR + R)$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm)

ETR : évaporation réelle en (mm/an)

I : infiltration en (mm/an)

R : ruissèlement an (mm)

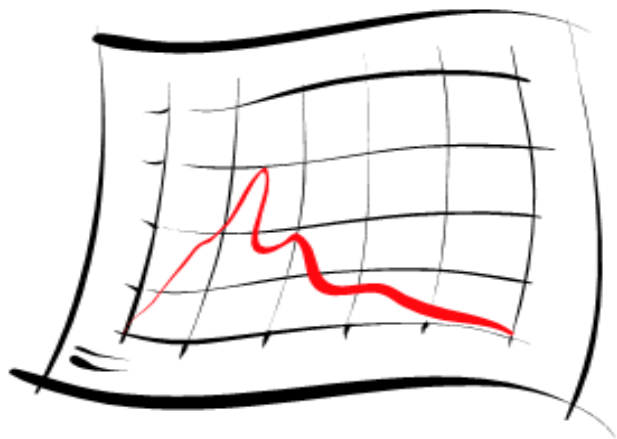
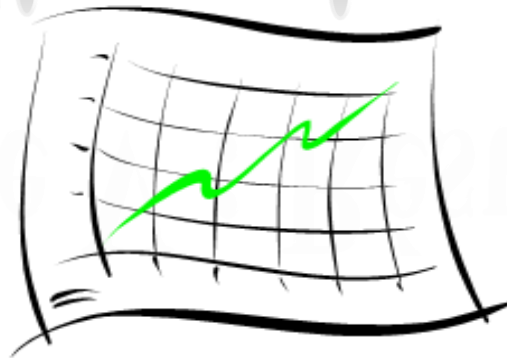
Application numérique:

Tableau 15 : La lame d'eau infiltrée estimée à laide du bilan hydrologique.

P (mm)	463.6
ETR (mm)	463.6
I (mm)	-47.81

Chapitre V : Résultats et

discussions



Introduction

L'eau est essentielle à la vie: il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant. Tout le monde en a besoin, et pas uniquement pour boire. Nos rivières, lacs, eaux côtières et marines, ainsi que nos eaux souterraines, sont de précieuses ressources que nous devons protéger. La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, ainsi que le choix de son usage (alimentation en eau potable, irrigation, industrie, etc.).

Ce chapitre est consacré à l'interprétation des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau que nous avons prélevés au niveau de la région R'mila après des sorties de reconnaissance du site (04 points à étudier). Pour mieux caractériser la qualité des eaux souterraines.

Pour cela, des mesures physiques ont été effectuées in situ immédiatement après le prélèvement de l'échantillon, à l'aide d'un multi paramètre comme la température, la conductivité électrique et le potentiel d'hydrogène...etc. et Les analyses chimiques ont été effectuées au niveau de laboratoire d'analyse d'eau Algérienne de la wilaya de Khenchela à l'aide d'un spectromètre de d'absorption atomique de type de flamme 410-sherwood- pour les cations, et à l'aide d'un scanner pour les autres paramètres : les anions. Les paramètres physico-chimiques des eaux étudiées montrent des variations d'un point à l'autre. Les résultats de cette étude seront traités en discutant les paramètres mesurés. La carte suivante représente les différents points d'eaux prélevés dans cette étude.

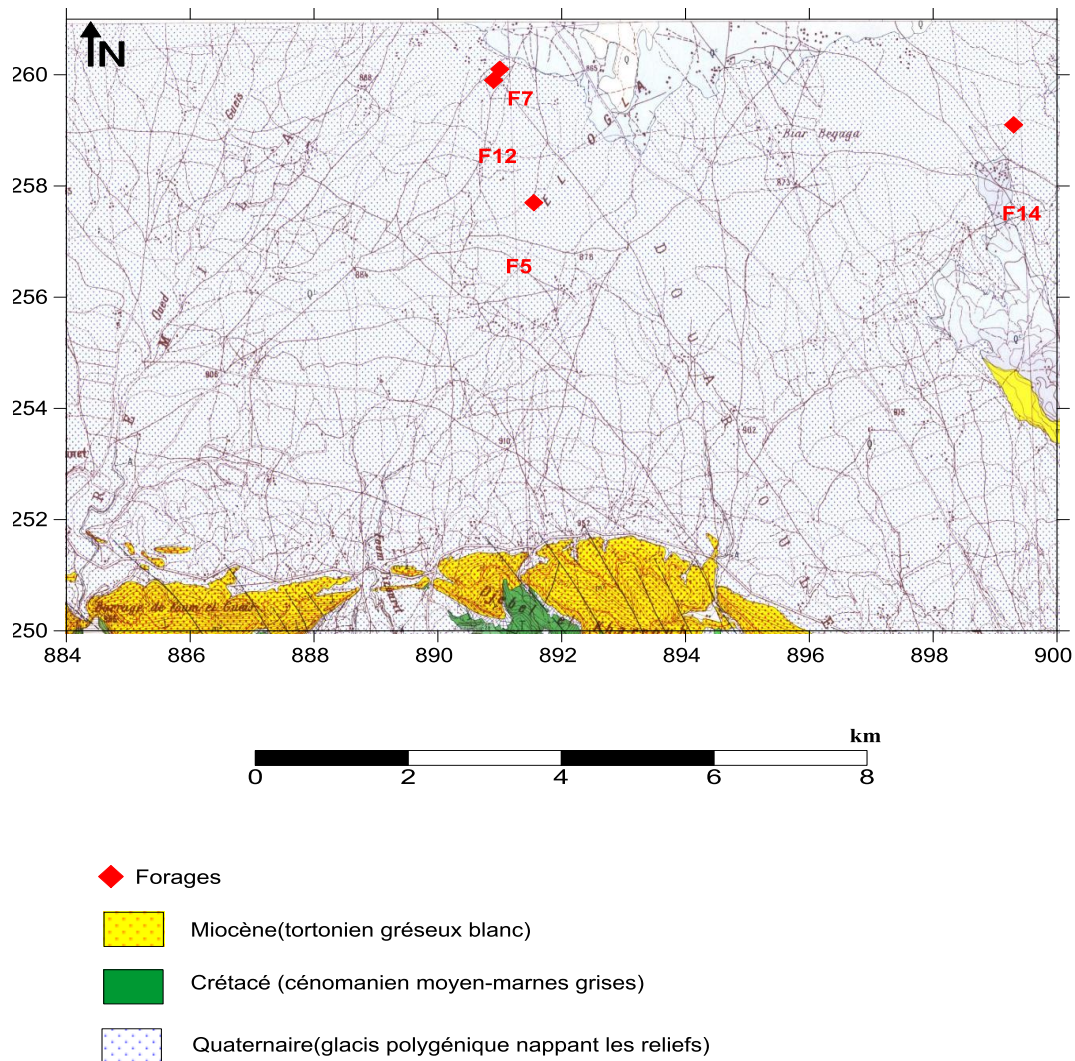


Figure 28 :Carte d'inventaire des points de prélèvement dans la zone d'étude.

1. Les paramètres physiques

1.1. La température (T)

La température de l'eau est un paramètre d'une grande utilité en ce qui concerne les études hydrogéologiques. La température des eaux est un paramètre physique utile dans la compréhension des sources d'alimentation qui ne doit pas dépasser 25°C.

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixée par l'OMS, l'eau est :

- Excellente lorsque la température vraie entre 20 et 22°C ;
- Passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25 °C ;
- Médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C ;
- Lorsque la température est supérieure à 30°C, on parle d'une pollution excessive.

(Ouanes, 2020)

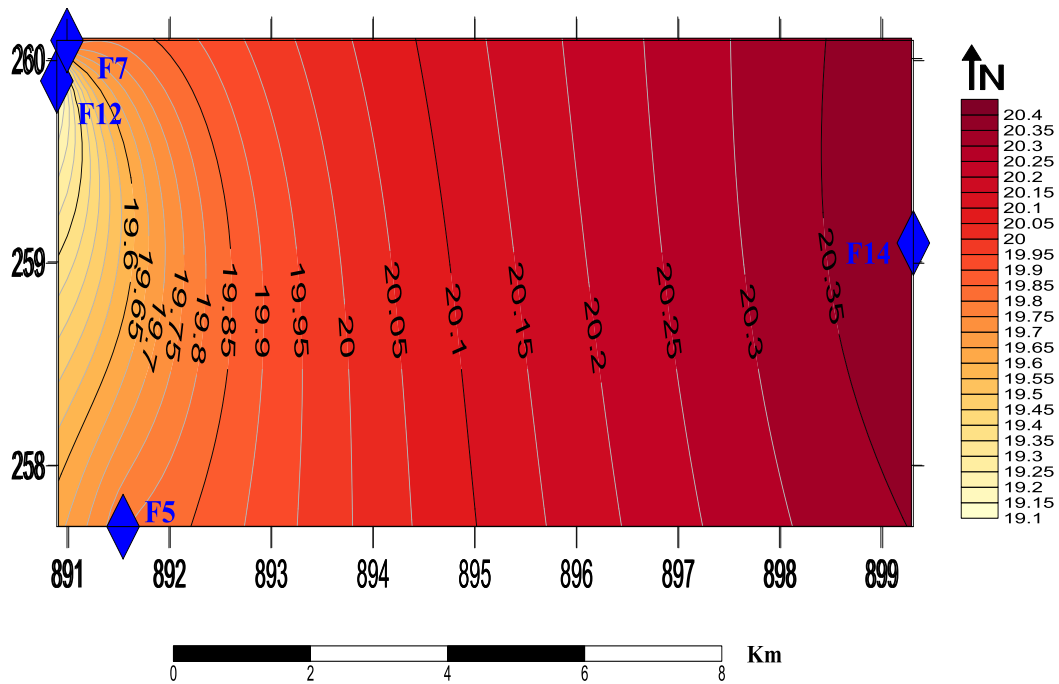


Figure 29 : Carte de la Variation spatiale de la température des eaux souterraines de la région d'étude

La figure montre que les valeurs de température observées dans la zone d'étude sont différentes, la valeur maximale est enregistrée au niveau de forage 12 avec 20.4°C et la valeur minimale est enregistrée au forage 07 avec 19.1°C, donc les mesures observés dans la plaine de R'mila sont inférieures à la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est de 25°C et ne dépassent pas 22°C. Notons que la température moyenne annuelle de l'air est de 15.43°C. Ces valeurs traduisent la présence d'une nappe alluviale non profonde alimentée par les eaux météoriques. Et ce qui montre que les eaux de la région sont excellentes.

1.2. Le Potentiel d'Hydrogène Le (pH)

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. Dans les laboratoires de routine des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulation/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau, la valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L'eau au pH de 7 est neutre (**Brasilia, 2013**).

A partir du pH, on peut classer les eaux de la manière suivante :

- pH inférieur à 5 : acidité forte ;

- pH égale à 7 : neutralité (eau pure) ;
- pH de 7 à 8 : neutralité rapprochée (eau de surface) ;
- pH de 5.5 à 8 : majorité des eaux souterraines ;
- pH supérieur à 8 : alcalinité, évaporation intense.

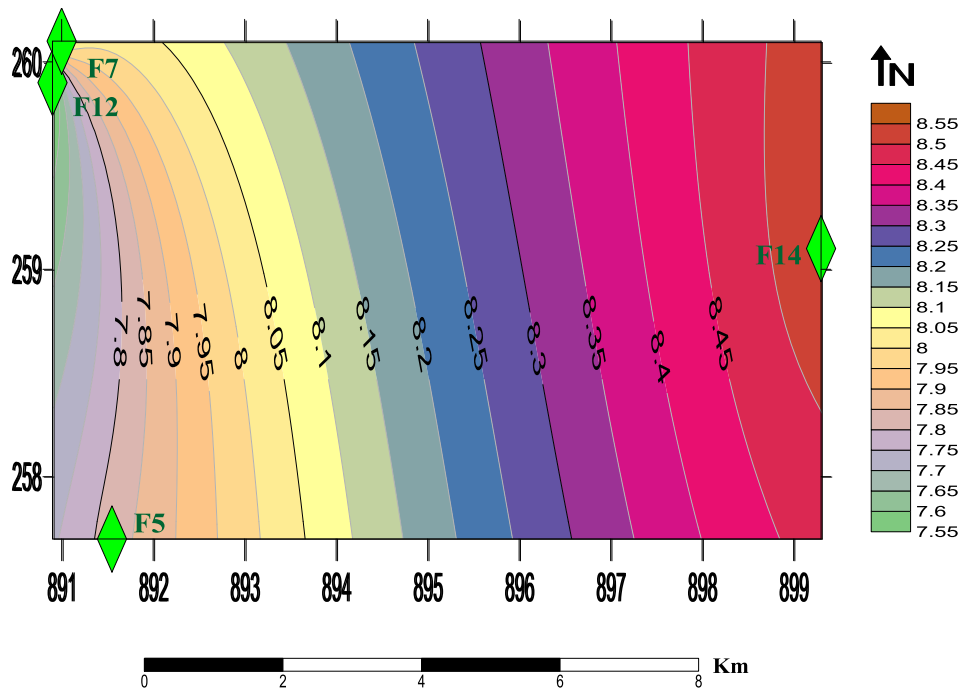


Figure 30 : Carte de la Variation spatiale de pH des eaux souterraines de la région d'étude

Le pH de la zone d'étude varie entre 7.54 et 8.54, généralement les eaux de la région est en adéquation avec la norme OMS (6,5 et 9,5) pour une eau potable. Donc en générale les eaux de la région possèdent un caractère alcalin comme la figure 30 indique.

1.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité, caractéristique physico-chimique de l'eau désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau (Derwich et al 2010). Elle est liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Elle varie avec la température.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. La

conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm. La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration des sels dissous dans l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée. (Rodier et al., 1996)

La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

- Conductivité égale à 0.05 : eau déminéralisée ;
- Conductivité de 10 à 80 : eau de pluie ;
- Conductivité de 80 à 100 : eau peu minéralisée ;
- Conductivité de 300 à 500 : eau moyennement minéralisée ;
- Conductivité de 1000 à 3000 : eau saline ;
- Conductivité supérieure à 3000 : eau de mer.

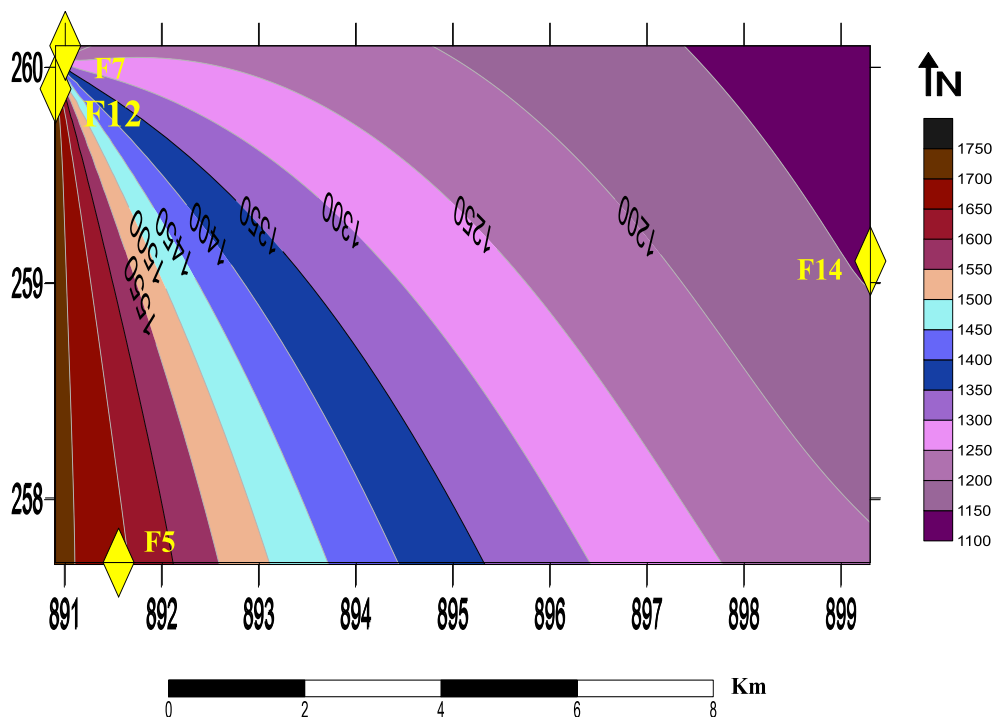


Figure 31 : Carte de la Variation spatiale de la conductivité électrique des eaux souterraines de la région d'étude.

L'examen de la carte de conductivité électrique (Figure 31) montre que les fortes concentrations s'observent au nord-est de la zone d'étude (F7), alors qu'à l'ouest les concentrations ont été diminuées (F14). Les valeurs sont comprises entre 1097 et 1748 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de mesure de 1422.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs de la conductivité électriques de la totalité des points de prélèvements sont supérieures à la norme de potabilité fixé par l'OMS ($<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$), .cette forte minéralisation traduit la nature de formations géologiques drainées, le temps de séjours dans le réservoir, la mobilité des ions et la température. Et s'avèrent donc selon le classement que ces eaux sont salines.

1.4.La turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est de loin le paramètre de pollution, elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Metahri, 2012). Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (FRANCK et al, 1978)

Tableau 16 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

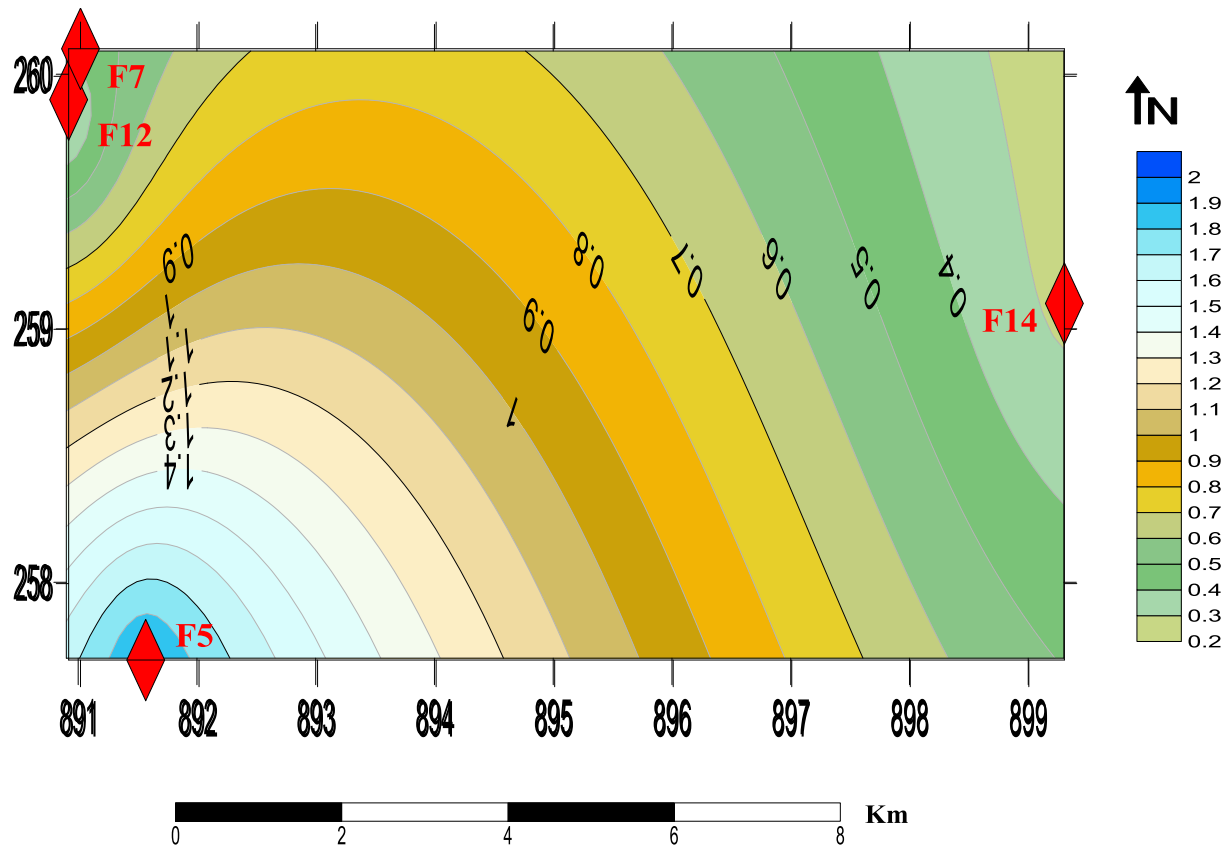


Figure 32 : Carte de la Variation spatiale de turbidité des eaux souterraines de la région d'étude

La figure montre que la turbidité des échantillons variée entre 0.21NTU et 1.93 NTU, on remarque que tous les valeurs inférieures à 05 ce qui est expliqué que ces eaux sont des eaux claires.

1.5. Matière en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et par suite, la photosynthèse.

Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées des matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l.

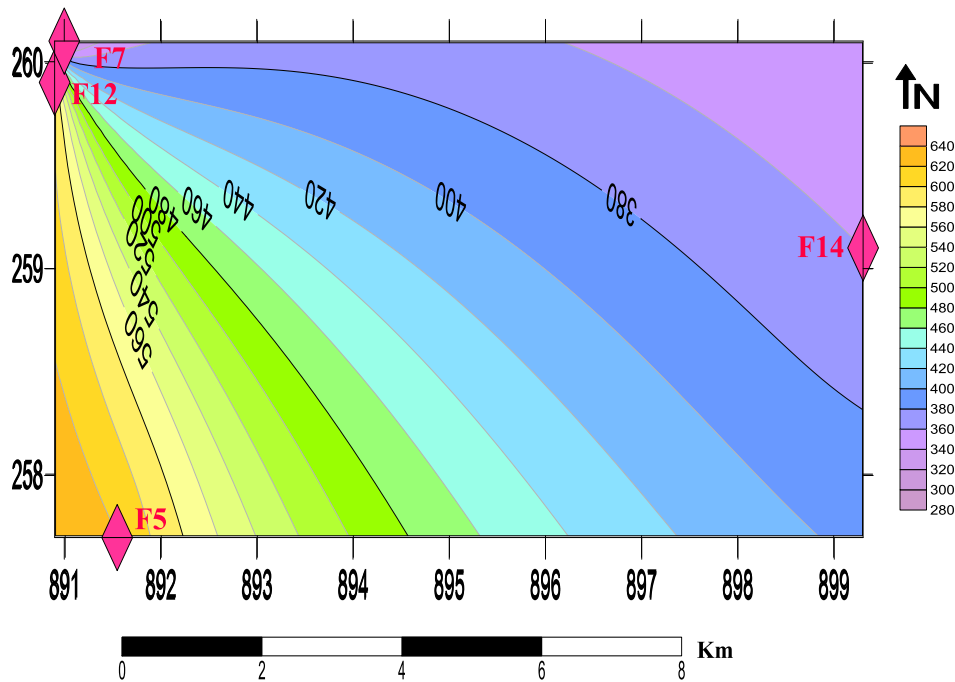


Figure 33 : Carte de la Variation spatiale de MES des eaux souterraines de la région d'étude

A partir la carte au-dessus on constate que la valeur maximale est enregistrée au niveau de forage 05 avec une concentration de 620 mg/l alors que la valeur minimale est enregistrée au niveau de forage 14 avec une concentration de 280 mg/l. les normes Algériennes de ce paramètre est de 25 mg/l donc tous les valeurs sont supérieure de loin à la norme, ce qui explique que les eaux de la région est nom pas claires et elles ne sont pas transparentes et alors ces MES peuvent accumuler des quantités élevées des matières toxiques

2. Paramètres chimiques :

2.1. Phosphore (P)

Il représente un élément majeur indispensable à la croissance et au développement des végétaux (Alalaoui, 2007), et pour tous les êtres vivants puisqu'il est un des constituants essentiels des acides nucléiques. Il est présent dans les sols à l'état de phosphates, d'acide phosphorique lié aux micelles du complexe absorbant argilo-humique, enfin comme anion libre en solution dans l'eau interstitielle des sols et disponible pour les plantes. Cet élément représente souvent un facteur limitant par suite de sa faible concentration dans les sols. (Ramade 2003).

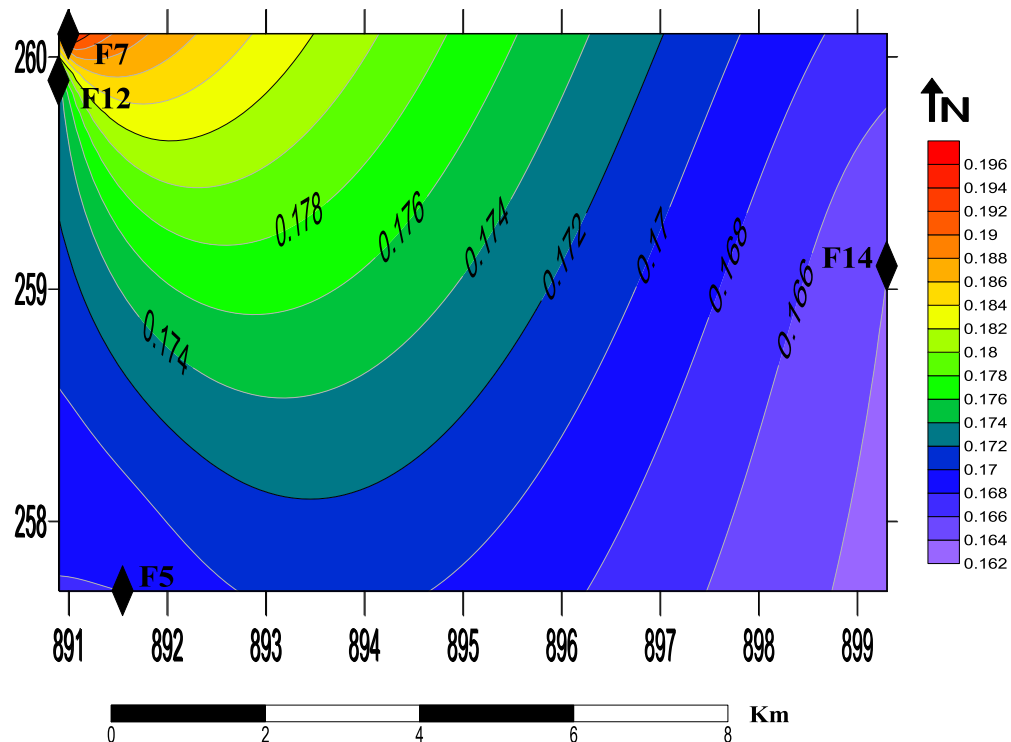


Figure 34 : Carte de la Variation spatiale de phosphore des eaux souterraines de la région d'étude

La carte de la variation spatiale de phosphore des eaux souterraines de la région d'étude montre que la valeur maximale est enregistrée au niveau de point de prélèvement F14 avec 0.196mg/, et la valeur minimale est enregistrée au niveau de point F12 avec 0.164. Sachant que la norme Algérienne est de 5mg/l, donc on trouve que la quasi-totalité des valeurs sont à la norme.

2.2. Le calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un élément alcalinoterreux, il se trouve dans les eaux thermo-minérales circulent en milieu calcaire et aussi en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. (Djebaili et Hezil, 2012).

Est un des éléments les plus répandus dans la nature. Il existe dans de nombreux gisements de calcaire, de craie, de marbre, qui tous sont des variétés naturelles du carbonate de calcium CaCO_3 . on trouve également de grandes quantités de gypse (pierre à plâtres). (Rodier et al 2009).

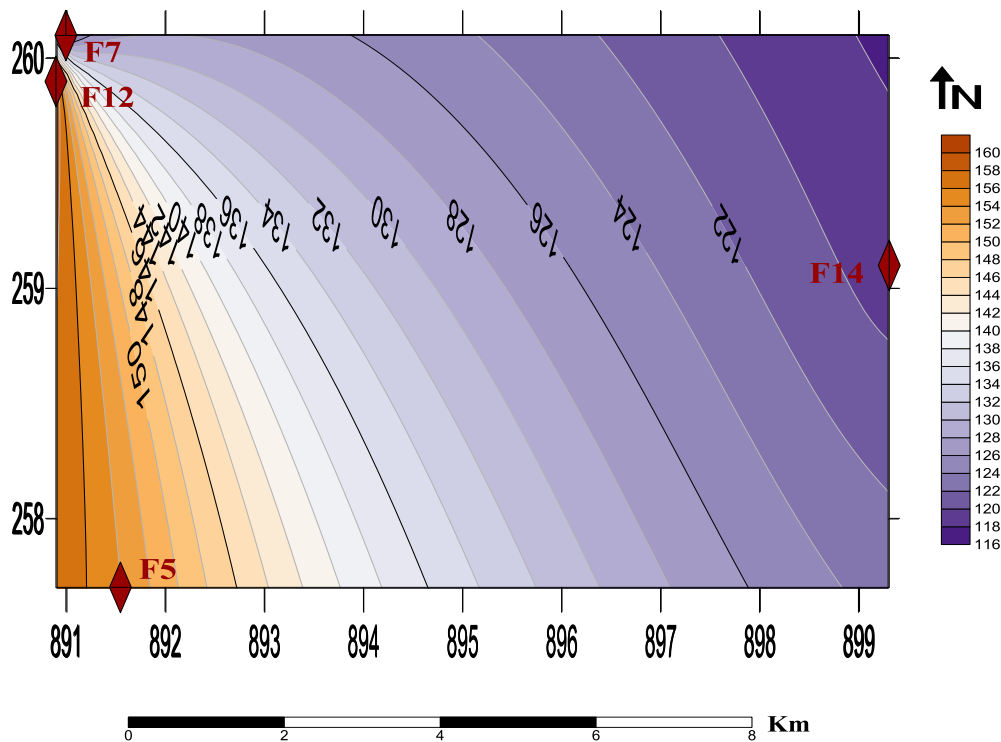


Figure 35 : Carte de la Variation spatiale de calcium des eaux souterraines de la région d'étude

Les résultats de mesure obtenus au laboratoire et la carte de distribution de calcium montrent que la concentration minimale est représentée au forage F12 avec une valeur de 119 mg/l tandis que les concentrations maximales sont observées au niveau de puits P7 avec une valeur de 160 mg/l dans la proximité orientale de la zone d'étude, donc toutes les valeurs dépassent la norme de potabilité préconisée par l'OMS (100mg/l), ce qui implique que les fortes concentrations sont à l'origine de dissolution des formations carbonatées d'âge maestrichtien crétacé et gypseuses.

2.3. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium a son origine dans les formations géologiques traversées par l'eau, soit par la dissolution des formations dolomitiques qui n'est possible que grâce à la présence du gaz carbonique, et aussi de la dissolution des sulfates de magnésium $MgSO_4$ dans les terrains gypseux. On note enfin que la mise en solution de Mg^{2+} est très difficile et nécessite beaucoup de temps de contact.

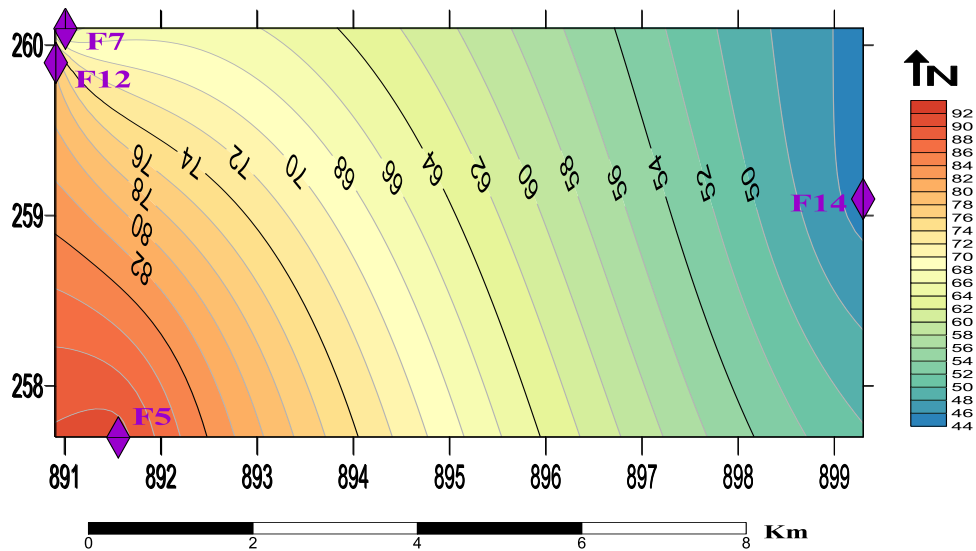


Figure 36 : Carte de la Variation spatiale de magnésium des eaux souterraines de la région d'étude

La carte de concentrations du magnésium nous montre que les fortes concentrations sont localisées à l'Est de la région d'étude, au niveau de points d'eau P5, F7, et F14 (91mg/l, 78mg/l, 64 mg/l) dépassant les normes de la potabilité préconisé par l'OMS qui exige une concentration de 50mg/l. à l'exception de point de prélèvement F12 qui présente une valeur inférieur à la norme avec une moyenne de concentration de 45 mg/l à l'ouest de la région d'étude

On peut attribuer les fortes teneurs en magnésium à la dissolution des formations dolomitiques des formations géologiques récentes. (quaternaire cailloutis et alluvions). Et on peut supposer aussi qu'il y'a une contamination de la nappe par les eaux du chott Mellah qui draine toute la nappe.

2.4. Les chlorures (Cl⁻)

Les chlorures sont très répandus dans la nature sous formes de sel de sodium NaCl et de potassium KCl et de calcium CaCl₂ (Rejsek, 2002).

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Ainsi, les eaux provenant des régions granitiques sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent d'avantage. D'ailleurs, la teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de déminéralisation d'une eau. Certaines eaux souterraines sont très saumâtres. Il en est de même pour les nappes souterraines voisines des eaux de surface salines, surtout s'il y a pompage excessif de ces nappes (RODIER J 1996.) (VALIRON F, 1989).

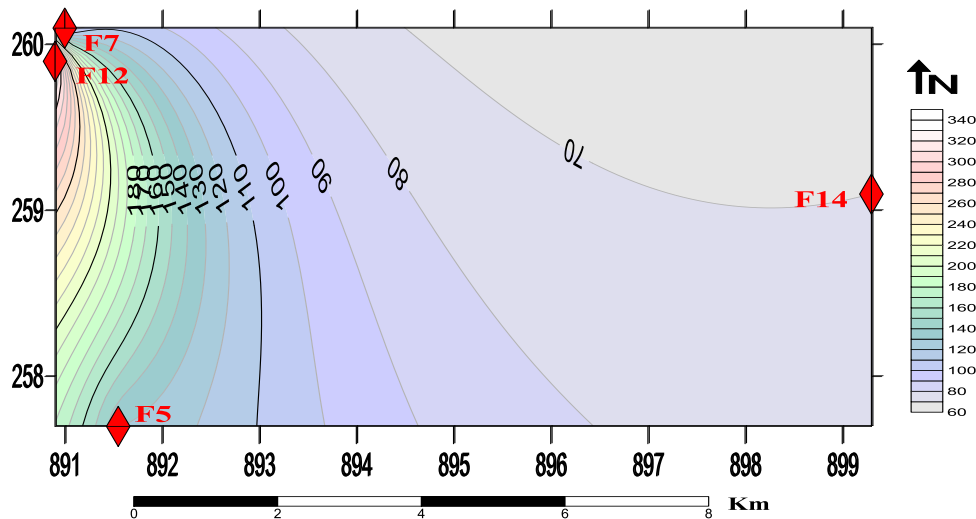


Figure 37 : Carte de la Variation spatiale des teneurs en Chlorure des eaux souterraines de la région d'étude

La carte thématique 37, nous indique que les concentrations les plus élevées sont d'orientation Est de secteur d'étude et enregistrées au niveau de forages F7(340mg/l),F5(130 mg/l). Ces résultats obtenus en ce qui concerne ce paramètre sont supérieures à la concentration plafonnée par l'OMS, ce qui implique que ces eaux sont enrichies en chlorure, imputé à la pollution agricole d'origine anthropique par l'utilisation des engrais chimiques. Aussi dans cette zone on peut lire ces fortes concentrations élevées en chlorures au lessivage des formations triasiques pour F5 ainsi que lessivage des concentrations salines superficielles en cas de forte pluie car la région est de climat semi-aride et à la contamination des eaux de la nappe par les eaux du chott

2.5. Sulfates (SO₄-2)

Les sulfates sont naturellement présents dans divers minéraux et ont de nombreuses applications commerciales, principalement dans l'industrie chimique. Leur présence dans l'eau peut provenir des effluents industriels et de dépôts d'origine atmosphérique, mais les concentrations les plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle. Les seuils de détection gustative sont de 200-250 mg/l pour Na₂SO₄, 250-900mg/l pour CaSO₄, 400-600 mg/l pour MgSO₄. (DrouetTh ; 2010).

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates, en proportion très variables. Leur présence résulte de la solubilité des sulfates de calcium des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (les pyrites par exemple). (BEAUDRY Jean-Paul, 1984)

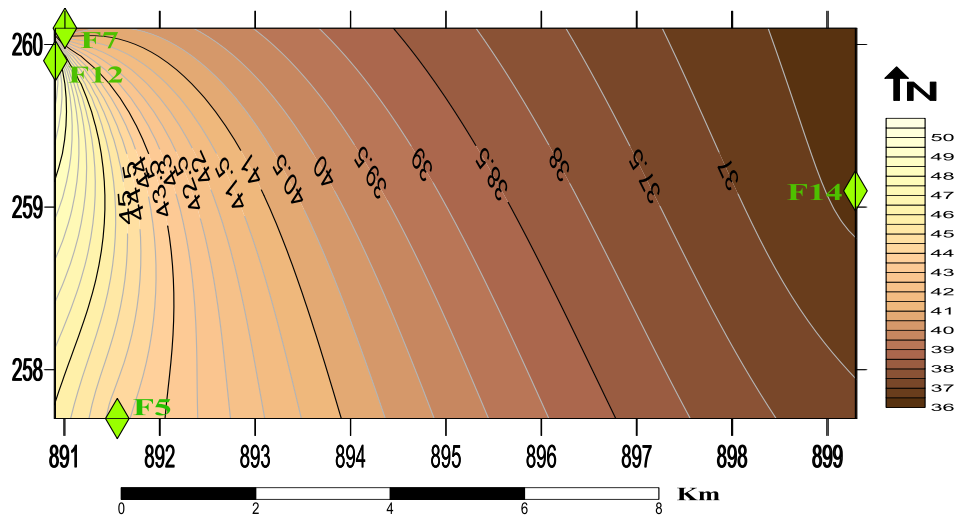


Figure 38 : Carte de la Variation spatiale des teneurs en Sulfate des eaux souterraines de la région d'étude

La carte montre la présence des faibles concentrations des sulfates dans la totalité des points de prélèvement.

2.6. Les nitrates (NO_3^-)

1-les nitrates sont présents naturellement dans les eaux, les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés provoquent une augmentation des nitrates dans les ressources. Les nitrates se transforment en nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, impropre à fixer l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, notamment chez les nourrissons. La consommation d'eau chargée en nitrates ou nitrites par la femme enceinte ou le nourrisson peut constituer un risque pour le nouveau-né (Laferrière.M, Nadeau.A, Malenfant.G. 1995).

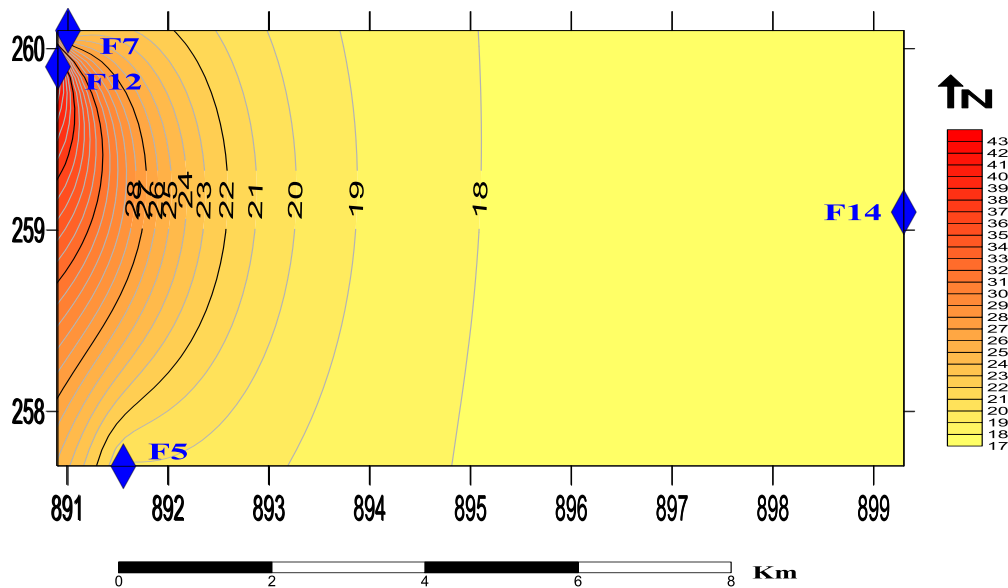
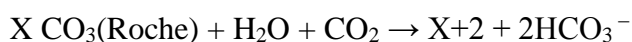


Figure 39 : Carte de la Variation spatiale des teneurs en nitrate des eaux souterraines de la région d'étude.

Pour l'eau étudiée au niveau des différents puits ; la valeur des nitrates obtenue est comprise entre 17.62 et 43.99 mg/l. Donc, elle est de bonne qualité par rapport à la norme de potabilité d'OMS qui recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/l au maximum;

2.7. Les bicarbonates (HCO_3^-)

Les bicarbonates résultent de l'équilibre physico-chimique entre la roche-l'eau et le gaz carbonique (CO_2) selon l'équation générale :



Ils sont produits par le CO_2 aqueux ($\text{HCO}_3^- + \text{H}^+$). La concentration des eaux en HCO_3^- est en fonction de la quantité du CO_2 dissout dans l'eau. Il conditionne le degré d'agressivité de l'eau.

Une concentration trop élevée en bicarbonate dans l'eau est susceptible d'avoir une incidence négative mais réversible sur la potabilité de l'eau. Ces ions hydrogénocarbonates sont dosés pour connaître leur effet dans la canalisation et les risques de corrosion du réseau de distribution qu'ils peuvent provoquer. Les ions bicarbonates HCO_3^- constituent le tampon principal des systèmes d'eaux douces (Abdellaoui, 1990). Ils permettent le rétablissement des conditions initiales en cas de pollution par des déversements acides (Pesson, 1976).

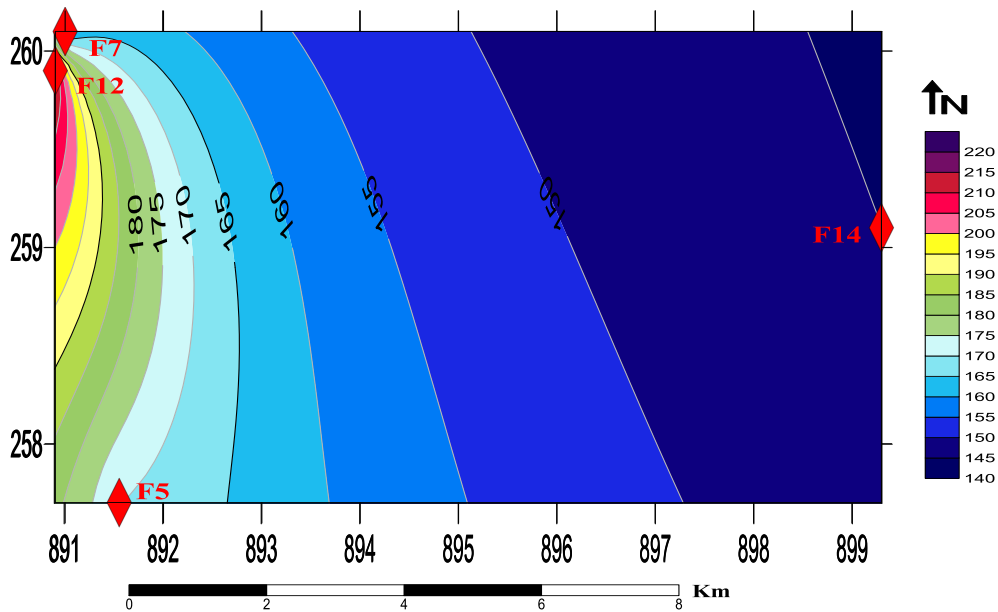


Figure 40 : Carte de la Variation spatiale des teneurs en bicarbonate des eaux souterraines de la région d'étude

Les concentrations des bicarbonates dans les différents échantillons analysés de l'aquifère, varient entre un minimum de 145 mg/l (forage F12) et un maximum de 218 mg/l (forage F7),

Les normes d'OMS ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée. L'eau étudiée a une teneur élevée en bicarbonates par rapport aux ions considérés. Cette teneur confirme son origine bicarbonatée.

CONCLUSION

GENERALE
ГЕНЕРАЛТЕ

CONCLUSION

Conclusion générale et recommandations

Les données de divers paramètres (géologiques, hydroclimatiques, et hydrochimiques), nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la zone d'étude.

L'exploitation des analyses physico-chimiques relatives aux ressources en eaux de la plaine de R'milaprélevées, nous a permis d'appréhender la caractérisation de la minéralisation des eaux souterraines de la plaine de R'mila par les méthodes hydrochimiques.

L'étude géologique, basées sur les travaux de plusieurs auteurs ayant étudiés la région, a permis de distinguer les principales formations géologiques de cette région. Les études géologiques disponibles, nous montrent que la zone d'étude est une plaine méo- plio- quaternaire. L'aperçu climatique de la région montre que le climat qui y règne est semi-aride. La température moyenne est de 15.43 °C ; pluviométrie ne dépasse pas les 486.89 mm.

L'étude hydrochimique a permis de caractériser les principaux paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés. On a pu distinguer une liaison de cause à effet entre la géologie et le chimisme des eaux souterraines. En effet : les eaux sont caractérisées par des paramètres physiques (ph, conductivités) qui présente une minéralisation forte qui peuvent entraîner des risques de salinisation des sols.

Les eaux souterraines de la nappe alluviale, issues généralement des eaux de surface par le biais des infiltrations directes ou indirectes, présentent les mêmes caractéristiques qualitatives et évolutives. Néanmoins du point de vue quantitatif, leur minéralisation est plus importante du fait de leur circulation et leur séjour dans les alluvions ; sans oublier les paramètres chimiques qui sont enregistrées avec des valeurs alarmantes dans la quasi-totale des points d'eaux analysées. Ce qui entraîne des inconvénients de cuisson et pour la lessive.

En effet, la qualité des eaux étudiées est très exposée au phénomène de la pollution modérée aux origines diverses, dues généralement aux rejets domestiques, allant des pollutions dues aux engrais fertilisant utilisés dans l'agriculture.

Prenant en compte ces résultats qui font état d'une situation préoccupante, il apparaît urgent, par mesure préventive:

- ❖ d'instaurer un contrôle rigoureux des rejets domestiques en procédant à l'assainissement de toutes les contrées environnantes dont les rejets véhiculés par le réseau hydrographique aboutissent dans la plaine alluviale ;
- ❖ De réaliser de station d'épuration appropriées aux agglomérations ;
- ❖ D'initier une politique de la gestion des déchets ;
- ❖ De réglementer l'emploi des engrais fertilisants au niveau des surfaces irriguées et aux abords immédiats des ouvrages d'exploitation.

Conclusion générale et recommandations

En conclusion, nous espérons que l'étude que nous avons menée au niveau de la plaine de R'milaa apporté un certain nombre d'informations supplémentaires et de précisions qui pourront orienter les futures travaux dans le domaine de qualité des eaux. En général on constate que ces eaux ne conviennent pas à l'irrigation des cultures dans des conditions normales et peut être utilisées si les espèces tolérantes aux sels sur des sols particulièrement bien drainés, l'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée. La salinisation est causée par la dissolution des gypses et la forte évaporation des eaux, due au climat semi-aride de la région.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ



Références bibliographiques

(Abdelwahab, M. A., Flynn, A., Chiou, B. S., Imam, S., Orts, W., & Chiellini, E. (2012). Thermal, mechanical and morphological characterization of plasticized PLA-PHB blends. *Polymer degradation and stability*, 97(9), 1822-1828.

(Barrer. **Zeolites and Clay** minerals as sorbents and molecular sieves. Academic Press, 1978.) **Alberta** Environmental Protection. Standards and Guidelines for Municipal Waterworks, Wastewater and Storm Drainage.

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

(Gonzalez-Bashan, L. E., Lebsky, V. K., Hernandez, J. P., Bustillos, J. J., & Bashan, Y. (2000). Changes in the metabolism of the microalga *Chlorella vulgaris* when coimmobilized in alginate with the nitrogen-fixing *Phyllobacterium myrsinacearum*. *Canadian journal of microbiology*, 46(7), 653-659.

(Hufty, M. (2001). La gouvernance internationale de la biodiversité. *Études internationales*, 32(1), 5-29.

(Kader, J. C., Douady, D., & Mazliak, P. (1982). Phospholipide transfer proteins. In *New comprehensive biochemistry* (Vol. 4, p279-311). Elsevier.) (HEDIDI, D. (2010). *Impact des facteurs climatiques sur la dégradation de la forêt de Djebel Saadia-diagnostic et perspectives d'amélioration* (Doctoral dissertation, Université de Chlef-Hassiba Benbouali).

(Laffitte R., 1939. Étude géologique de l'Aurès. Bull. Serv. Géol. de L'Algérie. 1^o série), (Vila J.M., 1977. Notice explicative de la carte géologique, au 1/50.000, Touffana (feuille n° 202). Editée par Sonatrach en 1977. 6 pages).

(Leentjens, A. F., Van den Akker, M., Metsemakers, J. F., Lousberg, R., & Verhey, F. R. (2003). Higher incidence of depression preceding the onset of Parkinson's disease: a register study. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 18(4), 414-418.

(Thiombiano, L. (2000). Etude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. *These d'État, université de Cocody, République de Côte d'Ivoire*.

Références bibliographiques

[<https://meteofrance.com/>] *Comprendre la météo*, [Météo-France](#) (consulté le 27 juillet 2019)

[LAFERRIERE.M, NADEAU.A, MALENFANT.G. **La contamination par les nitrates : Prévention des risques à la santé.**1995, p : 38.]

40R. M.)

Abdellaoui, A., 1990. Contribution à l'étude de la pollution des cours d'eau marocains par les métaux lourds - cas de l'oued Boufekrane. Thèse de doctorat, Faculté des sciences de Meknès, Université Moulay Ismail.

Aidoud A. 1997, Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens, 50 p).

Alalaoui, A. C. (2007). Fertilisation minérale des cultures: les éléments fertilisants majeurs (Azote, Potassium et Phosphore). *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison*, 155, 1-4

Ampe, F., ben Omar, N., Moizan, C., Wachter, C., & Guyot, J. P. (1999). Polyphasic study of the spatial distribution of microorganisms in Mexican pozol, a fermented maize dough, demonstrates the need for cultivation-independent methods to investigate traditional fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(12), 5464-5473.

Arlery R, 1973. Climatologie méthode et pratique, Edition, Louis Jean, Paris, 432p.

BEAUDRY Jean-Paul. Traitement des eaux, Ed. Le Griffon d'argile INC, Canada, 1984]

Bouziati M., 2000. L'eau De La Pénurie Aux Maladies. Editions Ibn-Khaldoun. Alger

C.G.G., 1969. Prospection Géophysique de la plaine de Remila (Khenchela). Coupes transversales. Compagnie Générale of Géologie. Direction Département des Travaux Publique de Batna. 1969. 35 p.

CPH, 1977. Proposition de réalisation d'étude et projets d'aménagement hydro-agricole de la plaine de Rémila. Rapport de CONSORTIUM PROJECTUM-HIDROESB, Rio de Janeiro Janvier 1977. 100 p.

Dali-Youcef, N., &Andrès, E. (2009). An update on cobalamin deficiency in adults. *QJM: An International Journal of Medicine*, 102(1), 17-28.

Références bibliographiques

- Dégrément, 1995.** Mémento technique de l'eau .Deuxième édition. Tome I
- Derwich, E., Benaabidate, L., Zian, A., Sadki, O., &Belghity, D. (2010).**Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782,*
- Deygout, P., Tréboux, M., & Bonnet, B. (2012).** Systèmes de production durables en zones sèches, quels enjeux pour la coopération au développement. *Rapport complet.*
- Djemmal S., 2009.** L'effet de la sebkha sur la qualité des eaux souterraines dans la partie sud –est de Sétif cas du guidjal. Mémoire de magister. Université de Constantine.
- Doré, T., Martin, P., Le Bail, M., Ney, B., & Roger-Estrade, J. (2006).** *L'agronomie aujourd'hui.* Editions Quae.
- DrouetTh.** Pédologie BING-F-302,137 (2010).
- DSA de Khenchela.** « Contribution du Secteur pour la participation de la Wilaya à la réunion de concertation relative au Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (S.R.A.T) de la Région Hauts Plateau Est 2025 »,2012..
- Emsalem R, 1989.** Climatologie générale, tome I, édition ENL, Alger, 487p)
- Faurie C., Ferra., 2003.** Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5e édition, Edition. Tec & Doc (Lavoisier).
- Gaagai. A, 2009 :** etude hydrologique et hydrochimique du bassin versant du barrage de babar sur oued el arabegion est de l'algerie. thèse de magister. universités de Batna, 113p.
- Guiraud R., 1973.** Évolution post-Triasique de l'Avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines, Thèse Sci. Univ. Nice, 114 fig., 12 pl. h.t. 270 p.
- HALITIM A, 1971.** Contribution à l'étude des sols et relations sol-plante en milieu sodique. Rapport de recherche 1971.15p.

Références bibliographiques

Houha B., 2007. Étude de fonctionnement hydrogéochimique et salin d'un bassin semi-aride. RemilaKhenchela. Thèse doctorat, Département de Géologie, Faculté des sciences de la terre université Annaba (2007). 180 p

Legrain. m. (2002) dictionnaire encyclopédique. ed larousse. france. pp 325.

Lightfoot N. F., 2002. Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité. London.

Metahri, M. S. (2012). *Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes: cas de la STEP est de la ville de TiziOuzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

ONM, 2011; NWS, 2010).

OUENS M 2020 EFFET DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA PLAINE DE F'KIRINA DE LA W. D'OUM EL BOUAGHI page 34.

Pesson, P., 1976. La pollution des eaux continentales. Indice sur les biocénoses aquatiques – Gauthier-Villars, Bordas, Paris.

Ramade ,F , cosson ,R, Echaubard, M ,le Bras ,S &Moreteau ,J.C.(1984).Détection de la pollution des eaux en milieu agricole .Bulletin d'écologie ,15(1).21-37.

Ramade F, 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'Ecologie et des Sciences del'Environnement, 2ème édition, Dunod , Paris, 1075p

Ramade F., 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Science Internationale. Paris

Ramadefrançois. éléments d'écologie : écologie appliquée. 6 ème édition.-dunod.belgique : (2005).864 p.

Rejsek, 2002 l'analyse de l'eau :eaux naturelles ,eaux résiduaires ,eaux de mer ,9ème édition ,dunod paris 1600p.

Références bibliographiques

ROCHEZ, H., BUET, A., TIDOU, A., & RAMADE, F. (2003). Contamination du peuplement de poissons d'un étang de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants. *Revue d'écologie*.

Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., & Radi, L. (1996). L'analyse de l'eau; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ième édition DUNOD. Paris,France, 564-571.(Rejsek, F. (2002). *Analyse des eaux: Aspects*

SAMBE, K. B., CORENTIN, A., & LISHOU, C. (2011).TIC ET GOUVERNANCE LOCALE: STRATÉGIES D'INTÉGRATION DE SERVICES DANS LE PROCESSUS DE DÉCENTRALISATION AU SÉNÉGAL. *TIC et éducation en Afrique: Applications, recherche et perspectives*.

valiron, F., & Bernard, J. (1989). *Gestion des eaux: Alimentation en eau, assainissement*/[réd. sous la dir. de F. Valiron, par Bernard Jacques et autres]. Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées.].

ZOUAOUI A, 1990. Contribution à l'étude de l'évaluation des terres de la plaine de Rémila(Kais W-Khenchela). Thèse de Magister en sciences Agronomique, université de BATNA,Institut d'Agronomie juin 1990.P 200

ZouaouiA ,1990, thèse de magister ;contribution a l'étude de l'évaluation des terres de la plaine de **Rémilakais w khenchla**.

RÉSUMÉ

L'objectif principal de notre étude est d'identifier la qualité des eaux souterraines de la région d'étude et la comparer avec les normes de potabilité à partir des analyses physico-chimique de quelques échantillons d'eau prélevés dans le site. L'exploitation des analyses physico-chimiques relatives aux ressources en eaux de la plaine de R'mila prélevées, nous a permis d'appréhender la caractérisation de la minéralisation des eaux souterraines de la plaine de R'mila par les méthodes hydro chimiques. Les eaux souterraines de la nappe alluviale, issues généralement des eaux de surface par le biais des infiltrations directes ou indirectes, présentent les mêmes caractéristiques qualitatives et évolutives. Néanmoins du point de vue quantitatif, leur minéralisation est plus importante du fait de leur circulation et leur séjour dans les alluvions ; sans oublier les paramètres chimiques qui sont enregistrées avec des valeurs alarmantes dans la quasi-totale des points d'eaux analysées. Ce qui entraîne des inconvénients de cuisson et pour la lessive.

ملخص

والهدف الرئيسي من دراستنا هو تحديد نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة ومقارنة بمعايير القابلية للشرب استنادا إلى التحاليل الفيزيائية الكيميائية لعدد قليل من عينات المياه المأخوذة من الموقع '1' استغلال التحاليل الفيزيائية-الكيميائية المتصلة بالموارد المائية لسهل الرميلا الذي تم جمعه ، سمحت لنا بفهم توصيف تمعدن المياه الجوفية في سهل رميلة بالطرق الكيميائية المائية. المياه الجوفية من طبقة المياه الجوفية الغرينية ، عادة من المياه السطحية ومن خلال عمليات التسلل المباشرة أو غير المباشرة ، تكون لها نفس الخصائص النوعية والتطورية. ومع ذلك ، فمن وجهة نظر كمية ، فإن تمعدنها أكثر أهمية بسبب تداولها وبقائها في البلد. وكشافات التلميح ؛ ناهيك عن الخصائص الكيميائية المسجلة بقيم مثيرة للقلق في المجموع القريب تم تحليل نقاط المياه. وهذا يؤدي إلى عيوب الطهي والغسيل.

ABSTRACT

The main objective of our study is to identify the groundwater quality of the study area and compare it with potability standards based on physico-chemical analyses of some water samples taken from the site. Exploitation of physico-chemical analyses relating to resources in the waters of the R'mila plain collected, allowed us to understand the characterization of the mineralization of the groundwater from the R'mila plain by hydro-chemical methods. Groundwater from the alluvial aquifer, generally from surface water through direct or indirect infiltration, present the same qualitative and evolutionary characteristics. Nevertheless, from a quantitative point of view, their mineralization is more their circulation and their stay in the alluvials; not forgetting the chemical parameters that are recorded with near total values of the water points analysed. This leads to the disadvantages of cooking and and for the laundry.