

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N°
d'ordre :

Faculté des Sciences et Technologies
Département d'hydraulique et génie civil

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

Par : Asma.BELLAKEHAL

Khadîdja. BOUDJELLAL

Thème

***LA QUALITE DE L'EAU DANS UNE ZONE ARIDE, CAS : EAU
SOUTERRAINE DE LA NAPPE ALBIENNE DE LA REGION DE
SEBSEB(WILAYA DE GHARDAIA).***

Soutenu publiquement le : 03 /10/2020.

Devant le jury :

Mr. MECHRI.Bachire	M.A.A	Univ. Ghardaïa	Président
Mr. CHOUIRAB.Moustapha	Docteur	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mr .BOUBLI. Salim	M.C.B	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire : 2019 / 2020.

قال تعالى:

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾



Remercîments

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à:

*- « **ALLAH** » le tout puissant pour m'avoir montré le chemin de la vérité et pour m'avoir permis d'arriver à ce résultat ;*

- Mes parents pour leur patience et leurs encouragements qui m'ont été très utiles tout au long de mes études et à ma chère famille de leurs aides morale et financière.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

*- Mon promoteur **Mr BOUBLI. Salim** pour son aide, ses conseils, ses consultations et orientations ainsi que pour sa disponibilité qui ont été déterminants pour l'élaboration de ce mémoire.*

- Aux membres du jury pour avoir pris la peine d'évaluer ce modeste travail.

- Tout le corps enseignant et personnel de L'hydraulique qui a contribué de près ou de loin à ma formation.

- Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues de la 2ème promotions master hydraulique.

- Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé avec un geste, morale ou physique, pour achever ce mémoire.

MERCI

Dédicace

Ce travail est dédié

À la femme qui m'a donné la force et m'a poussé et encouragé

Pour être une étoile dans le ciel ... à ma très chère mère

Que dieu la conserve ;

*À mon très cher père après tous les efforts qui a faits et qu'il fait encore et
toujours pour le bien de notre famille,*

Je lui souhaite une longue et joyeuse vie ;

À ma chère grand-mère, que dieu la protège et prolonge sa vie

À mes frères : Youcef ; Nouredine ; Abdelmadjid et Salah

À ma chère sœur : Naima

Aux femmes de mes frères et leurs filles ;

À toute ma famille BOUDJELLAL ;

*À tous mes amis et les proches sans exception, en particulier : Siham, Manal,
Basma, douaa, Nusseibah, et Naim ;*

À mon binôme Asma ;

À tous mes collègues de spécialité hydraulique urbaine ;

À tous ceux qui aiment faire le bien, et aider les gens ;

À toute personne qui va lire cette thèse ;

À toutes ces personnes je dédie ce modeste ouvrage.

Khadîdja.

Dédicace

Ce travail est dédié

À la femme qui m'a donné la force et m'a poussé et encouragé

Pour être une étoile dans le ciel ... à ma très chère mère

Que dieu la conserve ;

À mon très cher père après tous les efforts qui a faits et qu'il fait encore et toujours pour le bien de notre famille,

Je lui souhaite une longue et joyeuse vie ;

À mes grands-mères, et à mon grand-père, que dieu les protège et prolonge leur vie

À mes frères : Salam, Abdelkader et Adal ;

À mes sœurs : Nawal, Abla, et Imane et à leurs maris ;

A mes sœurs : Rania, Amina, Sajida, Amel, Manar, Inasse ;

À toute ma famille BELLAKEHAL ET CHAICHE ;

À tous mes amis et les proches sans exception, en particulier : Farah, Noussa, Naouïa, Houda, Khadîdja, Djohar, Fatiha, Afifa, Kawter, Amina, Assai, Sara, Chaima, Bouthaina, Roquai, Rahima, Serine, Djazaia et Macha ;

À mon binôme Khadîdja ;

À tous mes collègues de spécialité hydraulique urbaine et ressource en eau ;

À tous ceux qui aiment faire le bien, et aider les gens ;

À toute personne qui va lire cette thèse ;

À toutes ces personnes je dédie ce modeste ouvrage.

Asma.

Résumé

La situation actuelle des ressources en eau et de leurs usages dans le Sahara Algérien présente des enjeux aux autorités : des ressources limitées et déjà largement exploitées pour répondre à la croissance des besoins, et le problème de qualité de ces eaux et les efforts déployés pour l'extraire.

Afin d'évaluer cette qualité à la région de Sebseb, un suivi de la qualité est effectué par le prélèvement de sept échantillons d'eau souterraine de forage de la nappe albienne.

Les résultats obtenus sont représentés en graphiques spatiales, et les influences des différents facteurs (Climatiques, lithologiques, paramètres physico-chimiques).

Cette étude montre que les eaux souterraines de Sebseb sont potables via les cations et les anions sauf pour les sulfates (SO₄⁻), qui se trouvent en forte concentration, ce qui nécessite un traitement avant la distribution à la population.

Mots clés : Sebseb, qualité, eau souterraine, eau potable.

Abstract

The current situation of water resources and their uses in the Algerian Sahara presents challenges to the authorities: limited and already widely exploited resources to meet the growing needs, and the problem of the quality of these waters and the efforts made for 'extract.

In order to assess this quality in the Sebseb region, quality monitoring is carried out by taking seven drilling groundwater samples from the albian aquifer.

The results obtained are represented in spatial graphs, and the influences of the various factors (Climatic, lithological, physico-chemical parameters).

This study shows that Sebseb's groundwater is drinkable via cations and anions except for sulphates (SO₄⁻), which are found in high concentration, which requires treatment before distribution to the population.

Keywords: Sebseb, quality, groundwater, water potable.

ملخص

يطرح الوضع الحالي للموارد المائية واستخداماتها في الصحراء الجزائرية تحديات للسلطات: موارد محدودة ومستغلة بالفعل على نطاق واسع لتلبية الاحتياجات المتزايدة ، ومشكلة جودة هذه المياه والجهود المبذولة من أجل استخراجها.

من أجل تقييم جودة هذه المياه في منطقة سبب، تم إجراء مراقبة للجودة من خلال أخذ سبع عينات من المياه الجوفية للآبار المتواجدة في الجيب المائي (أليان).

النتائج التي تم الحصول عليها ممثلة في الرسوم البيانية المكانية، وتأثيرات العوامل المختلفة (العوامل المناخية ، الصخرية ، الفيزيائية والكيميائية).

تظهر هذه الدراسة أن المياه الجوفية لسبب صالحة للشرب مقارنة بتركيز الكاتيونات والأنيونات باستثناء الكبريتات (SO_4) ، والتي توجد بتركيز عالٍ ، الأمر الذي يتطلب معالجة هذه المياه قبل التوزيع على السكان.

الكلمات المفتاحية: سبب ، الجودة ، مياه جوفية ، مياه صالحة للشرب.

Liste des tableaux

N°	Titre de tableaux	Page
I_01	Répartition et superficie de la commune de Sebseb.	06
II_01	Températures (°C.) moyennes mensuelles, des maxima et des minima pour les dix ans (2008-2018) dans la région de Sebseb.	11
II_02	Précipitations moyennes annuelle de la région de Sebseb (1998- 2018).	13
II_03	Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018).	13
II_04	Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018)	14
II_05	l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018).	15
II_06	Les vitesses moyennes mensuelles des vents.	16
II_07	durée mensuelle de l'insolation totale (heures/mois) station ONM Ghardaïa (Période 1998/2018).	17
II_08	données de diagramme ombrothermique.	18
II_09	Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018)	20
III_01	Normes Algérienne de potabilité des eaux	39

Liste des Figure

N°	Titre de Figure	page
I.01	Carte de situation	01
II.1	Variations des Températures Mensuelles de la région Sebseb (2008/2018).	12
II.2	La précipitation moyenne mensuelle à la région de Ghardaïa (1998/2008).	14
II. 3	L'Humidité moyenne mensuelles de la région de Ghardaïa (1998/2008).	15
II.4	L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa.	16
II.5	Les vitesses moyennes mensuelles des vents	17
II.6	L'insolation mensuelle de la région de Ghardaïa	18
II.7	Diagramme Ombrothermique $P = 2T$ de la région de Ghardaïa (1998-2018).	19
II.8	Représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de C.W.Thornthwaite.	21
III.1	Carte d'inventaire des points de prélèvement	23
III.2	Diagramme de Piper pour les eaux souterraines de la région de sebseb (Mai 2018).	24
III. 3	Diagramme de Stabler pour les eaux souterraines de la région de sebseb (Mars 2019).	25
III. 4	Répartition spatiale des températures de la région de Sebseb (Mai 2018).	26
III.5	Répartition spatiale du pH de la région de Sebseb (Mai 2018).	27
III.6	Répartition spatiale de la conductivité électrique de la région de Sebseb (Mai 2018).	28
III.7	Répartition spatiale du sodium (Na^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).	29
III.8	Répartition spatiale du Potassium (K^{+}) de la région de Sebseb (Mai 2018).	30
III.9	Répartition spatiale du Magnésium (Mg^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).	31

III.10	Répartition spatiale du Calcium (Ca^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).	32
III.11	Répartition spatiale des chlorures (Cl^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).	33
III.12	Répartition spatiale des sulfures (SO_4^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).	34
III.13	Répartition spatiale des bicarbonates (HCO_3^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).	35
III.14	Répartition spatiale des Nitrates (NO_3^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).	36
III.15	Répartition spatiale des Phosphates (PO_4^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).	37
III.16	Répartition spatiale de l'ammonium (NH_4^+) de la région de Sebseb (Mai 2018).	38
III.17	Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les paramètres physiques.	40
III.18	Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les cations.	41
III.19	Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les anions.	41
III.20	Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les nutriments.	42

Liste des abréviations

Ca : Calcium

Cl : chlorures

DA : déficit agricole

EPT: Eau peptonnée tomponée.

ETR : Evapotranspiration Réelle

ETP : Evapotranspiration potentielle

HCO₃ : bicarbonates

K : Potassium

Max : maximum

Moy : moyen

Mg : Magnésium

Na : Sodium

NO₃ : Nitrates

NH₄ : Ammonium

ONM : Office National de Météorologie.

ONS : Office National des Statistiques

PO₄ : Phosphates

RFU : Reserve facilement utilisable

SAU : Surface Agricole Utile.

SAU : Surface Agricole Utile.

SO₄ : Sulfures

SOMMAIRE

<i>Remercîments</i>	
Liste des tableaux.....	
Liste des Figure.....	
Liste des abr�vations.....	
Introduction générale	1
INTRODUCTION	4
I. La Situation géographique	4
CONCLUSION.....	7
Introduction	11
I.Climat de Sebseb.....	11
I.1. Les températures	11
I.2. Les précipitations	12
a)Précipitations annuelles :	13
b). Les précipitations moyennes mensuelles:.....	13
I.3. L'Humidité	14
I.4. L'�vaporation	15
I.5. Le vent	16
I.6.L'insolation.....	17
I.7. Diagramme ombrothermique de Gaussen $P = 2T$	18
I.8. Le bilan hydrique de la station de Gharda�ia	19
Conclusion.....	22
Introduction	23
I-Carte d'inventaire	23
II-Facies chimique.....	24
II.1-Diagramme de Piper	24
II.2-Diagramme de Stabler	24
III-Répartition et chimisme des eaux	25
III.1-Répartition spatiale des températures.....	25
III.2-Répartition spatiale du pH	26

III.3- Répartition spatiale de la conductivité électrique.....	28
III.4-Répartition spatiale Du Sodium (Na^{+2}).....	29
III.5- Répartition spatiale du Potassium (K).....	30
III.6- Répartition spatiale du Magnésium (Mg^{+2})	31
III.7-Répartition spatiale du Calcium (Ca^{+2}).....	32
III.8-Répartition spatiale des chlorures	33
III.9- Répartition spatiale des Sulfures (SO_4^-)	34
III.10- Répartition spatiale des bicarbonates (HCO_3^-).....	35
III.11- Répartition spatiale des Nitrates (NO_3^-).....	36
III.12- Répartition spatiale des Phosphates (PO_4^-)	37
III.13- Répartition spatiale de l'ammonium (NH_4^+)	37
IV-Qualité des eaux	38
IV.1-Normes Algérienne de potabilité des eaux	39
IV.2-Paramètres physiques	39
a-Cations :	40
b-Anions :	41
C- Nutriments :	42
Conclusion.....	43
Logiciels utilisés.....	44
Conclusion générale.....	46



INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'eau est à l'origine de la vie sur terre. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants et a façonné, depuis longtemps, notre environnement et directement influencé le mode de vie.

L'eau recouvre les trois quarts de la surface de notre planète. On la trouve sous multiples formes : pluies, mers, océans, lacs, nappes, souterraines,...etc.

Le Sahara algérien occupe deux millions km² de surface, soit les 3/4 du territoire national il y vit environ 3,3 millions d'habitants, représentant près de 10 % de la population nationale (O.N.S, 2008). Cet espace se distingue par son caractère climatique comme désert chaud. Il se distingue également, par l'immensité du territoire et par la richesse du sous sol en eaux, en hydrocarbures et en minerais, ces différentes ressources, représentent d'énormes potentialités pour le développement.

L'ensemble saharien se compose de plusieurs régions naturelles, dont certaines sont inhabitées. Elles diffèrent sur le plan géographique, de l'abondance des ressources et du degré d'intégration à l'ensemble du pays, on peut citer également des facteurs humains : la densité du peuplement et le groupe socio-ethnique d'origine.

Dans la wilaya de Ghardaïa, la principale source de satisfaction de la demande en eau est les eaux souterraines du fait de l'aridité du climat et de l'exploitation relativement facile de cette ressource. Mais, la croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent des grands problèmes de disponibilité de la ressource tant quantitative que qualitative.

Introductuin Générale

Les eaux souterraines peuvent être sujettes à différentes formes de pollutions surtout pour les nappes alluviales (JAMET et al. 1996), En effet ces eaux de nappe constituent la principale source pour une grande partie des populations rurales.

Sebseb se situe dans le sud Algérien, et du fait que son altitude s'élève à 429 m au-dessus du niveau de la mer, la région se caractérise par un climat saharien sec, Chaud et sec en été et froid en hiver.

Notre travail s'intéresse, à la qualité de l'eau dans une zone aride, cas : eaux souterraines de la nappe albiennne de la région de Sebseb.

Ce travail comporte trois chapitres :

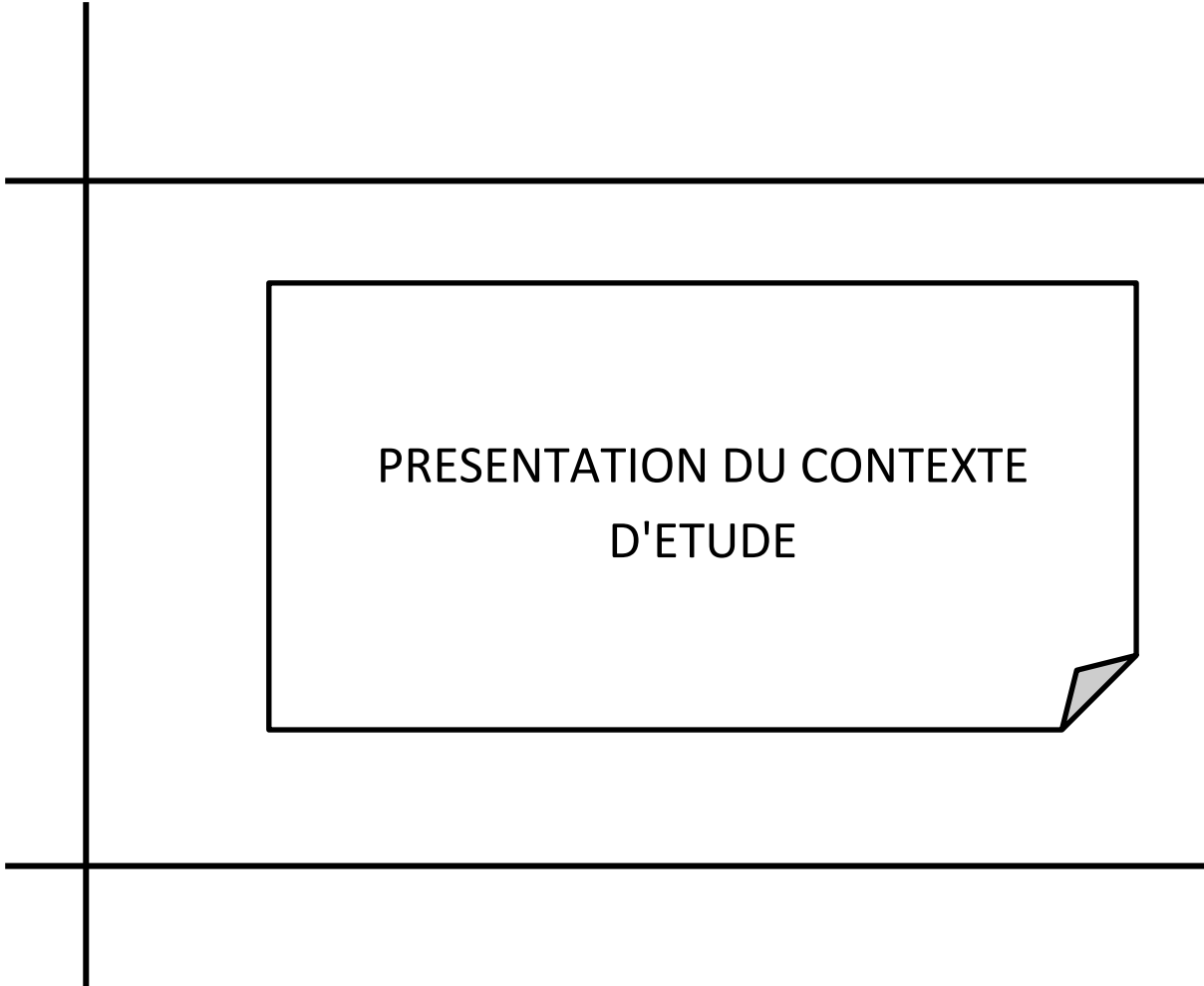
Présentation du contexte d'étude.

Aperçu climatique.

Répartition spatiale et diagnostic qualitative des eaux.

La problématique du travail repose sur le questionnement suivant :

Quelle est la qualité de l'eau dans une zone aride dans la région de sebseb ?



PRESENTATION DU CONTEXTE
D'ETUDE

INTRODUCTION

La commune de SEBSEB est située dans la wilaya de Ghardaïa à 60 km du chef-lieu de la wilaya et à 663 km au sud d'Alger.

Sebseb a été implantée sur une vallée riche en eaux souterraines peu profondes, il s'agit du lit d'oued qui porte le même nom (Oued SEBSEB) (HOUICHITI, 2009).

I. La Situation géographique

Sebseb est l'une des treize oasis qu'englobe le M'Zab, elle fait partie du territoire des Chaâmbas. Sa situation géographique indique qu'elle est sous l'influence du climat saharien, aride et chaud. La contrainte de déficit climatique en eau se répercute sur la vie à l'oasis, mais aussi sur les conditions historiques d'établissement de ces écoumènes (DUBOST, 2002).

Contraints à cette sécheresse et en absence de cours d'eau permanent, les ancêtres sahariens se sont dirigés vers les endroits permettant avec les moyens de l'époque d'avoir une possibilité d'accès aux eaux souterraines. Obéissant à cette logique, Sebseb a été implantée sur une vallée riche en eaux souterraines peu profondes, il s'agit du lit d'oued qui porte le même nom (Oued Sebseb).

Sebseb est un mot arabe qui a plusieurs sens, l'un est un nom qui veut dire une terre plane et large dans le désert (IBN MANDHOUR, 1994). Un autre sens vient du verbe sabsaba Elmaa veut dire sala : l'eau coule (EL BOUSTANI, 1969).

En effet, la vallée de Sebseb est la plus large entre les oueds de la Chebka, ainsi qu'elle est reconnue par ses potentialités en eaux phréatiques, l'endroit a été nommé "les cent puits" (REGNIER, 1939). Une source naturelle aurait été à l'origine de la colonisation de ce lieu, des sources similaires coulent jusqu'à présent à Gouffafa, Tillat et à ben Nkhil (DJEKAOUA, 2006).

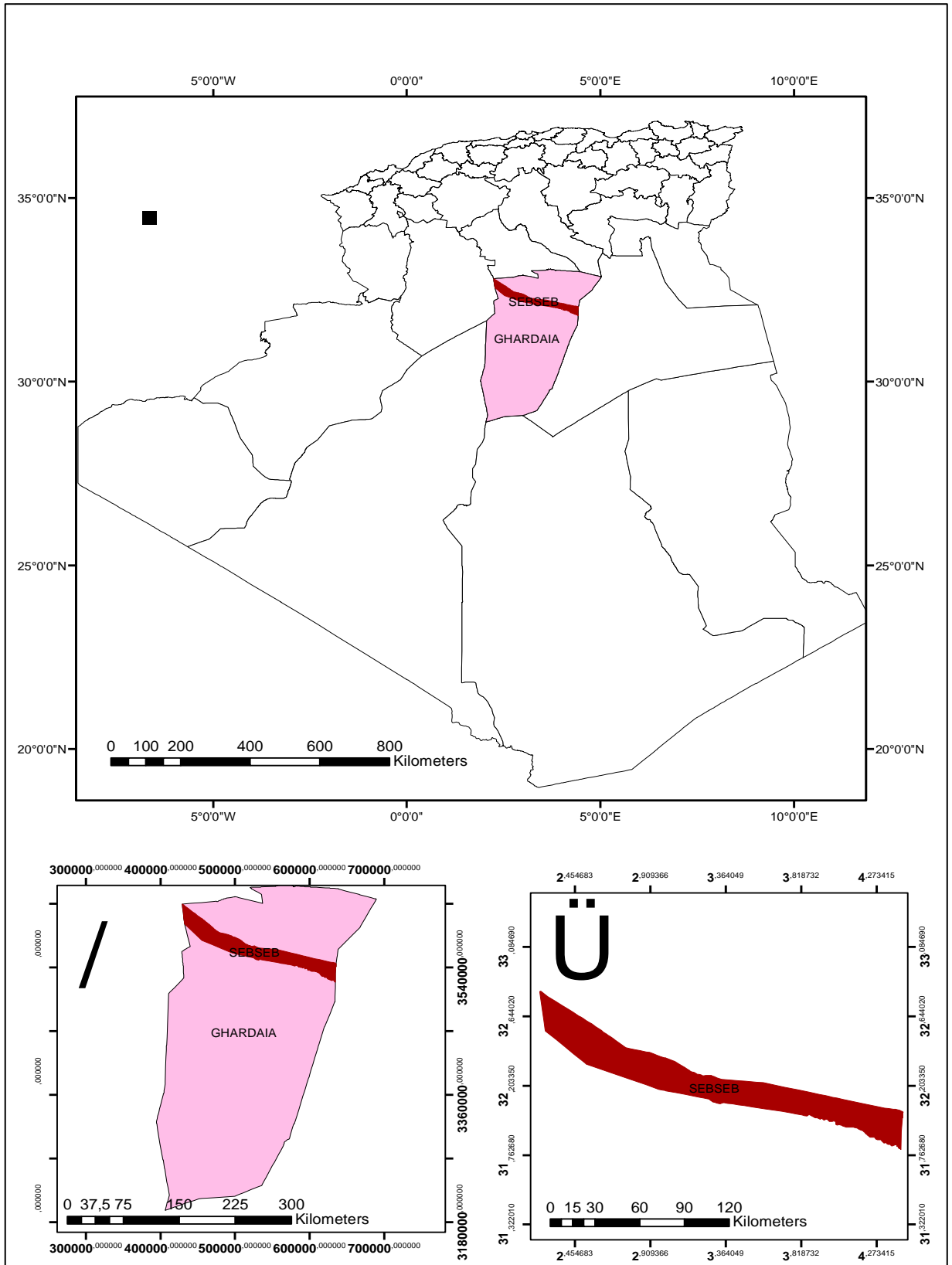


Figure 1: Carte de situation

II. Présentation de l'oasis

II.1. Superficie et population

Le paysage de Sebseb est celui d'une oasis saharienne, où le couvert végétal est plus ou moins concentré grâce aux cultures, la plus marquante étant la phoeniciculture. Comme la plupart des oasis du M'Zab, elle se situe sur une vallée bordée d'escarpements rocheux de la Chebka.

La population est estimée à environ trois milles habitants (BENKENZOU et al, 2007), ceci la classe parmi les agglomérations les moins peuplées. Cette situation s'explique en partie par l'inexistence d'une diversité de ressources, le travail de la terre est l'activité et le mode de vie quasi unique.

Les Sebsebs, sont donc en majorité des cultivateurs qui exploitent à peu près 3300 hectares dans des productions diverses, la répartition de la surface globale est représentée dans le tableau n°01.

Tableau n° 01 : Répartition et superficie de la commune de Sebseb.

Désignation	Surface (hectares)	Pourcentage
Terrains improductifs	449.000	79,60 %
Terrains de parcours	111.700	3,90 %
Dont susceptibles d'être mis en valeur	22.000 ⁽¹⁾	19,80 %
Surface agricole utile	3.300 ⁽²⁾	0,60 %
Surface totale de la commune	564.000	100 %

(1) (U.R.B.A.T.I.A., 1996) (2) (D.S.A., 2008) (BENKENZOU et al, 2007)

Nous constatons que la surface agricole est très réduite par rapport à la superficie totale, ne représentant qu'environ 0,6 %. La surface désignée susceptible d'être mise en valeur est constituée de lits d'oueds à fond limoneux ou sableux.

CONCLUSION

nous conclusions a travers de ce chapitre la région de sebseb est un zone saharienne et agricole . ce considérer le travail de la terre est l'activité et le mode de vie quasi unique pratiqué par la plupart de la population.



APERÇU CLIMATIQUE

Introduction

Plus que d'autres facteurs, le climat est le plus déterminant des ressources en eau. Les précipitations, les températures, le vent, l'humidité, l'évapotranspiration et d'autres phénomènes atmosphériques constituent le climat. Ainsi, l'étude des possibilités de la maîtrise des ressources hydriques dans le bassin est extrêmement liée à ces phénomènes qui régissent les écoulements (Khelfaoui F, 2008). Pour cela, il est très utile de faire l'approche hydroclimatique, surtout dans les zones arides.

I. Climat de Sebseb

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air mais les microclimats jouent un rôle considérable au désert (Dubief, 1959). Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques. (BICHI et *al* ; 2006), sont montrent que le climat de Ghardaïa est un climat désertique avec hiver froid et été chaud.

I.1. Les températures

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

Tableau 1 : Températures (°C.) moyennes mensuelles, des maxima et des minima pour les dix ans (2008-2018) dans la région de Sebseb.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Juin	Juill	Aout
T° C Min	21.7	16.59	8.93	5.49	4.78	5.93	9.22	13.15	17.8	23.08	27.74	26.63
T° C Max	38.79	34.38	26.96	21.29	21.05	23.02	28.29	33.67	37.69	42.58	45.65	43.6
T° C Moyenne mensuelle	30.88	25.02	17.54	12.86	12.01	13.87	18.24	31.73	28.31	32.93	34.7	35.63

La moyenne mensuelle des températures à la station météorologique est de l'ordre de 24,74 °C, elle est comprise entre 12,01 °C (Janvier) et 35,63 °C (Août).

Ces températures caractérisent le climat d'une région saharienne. Le mois le plus chaud est le mois d'Aout, avec une température de l'ordre de 43,6°C, alors que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une valeur de 21,05 °C.

La température moyenne mensuelle est atteinte au mois d'Aout une valeur de 35.63°C.

L'allure des courbes, nous permet de distinguer trois périodes bien distinctes :

- Une nette progression des températures c'est la période allant du mois de février à juillet.
- Une stabilité maximale, du mois de juillet à Aout.
- Une Baisse remarquable des températures pour la période qui s'étale du mois de Septembre jusqu'au mois de janvier.

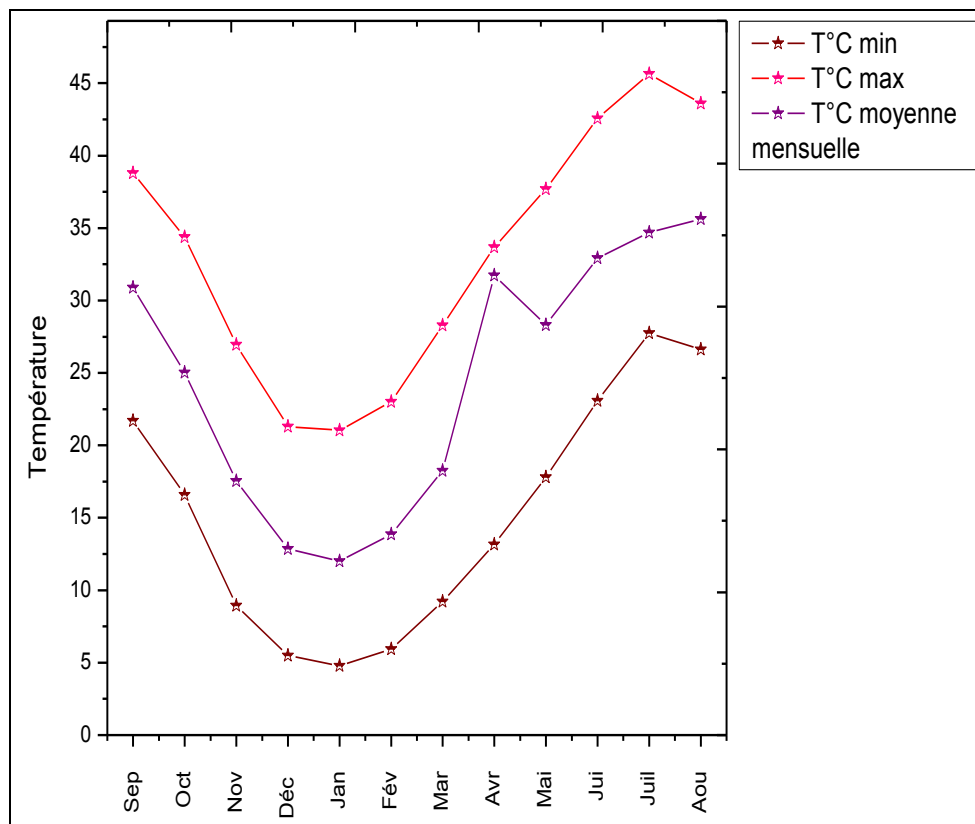


Figure. 01 : Variations des Températures Mensuelles de la région Sebseb (2008/2018).

I.2. Les précipitations

Les précipitations constituent le facteur primordial dans le comportement hydrologique du bassin. Elles sont variables et irrégulières d'une année à une autre et d'une saison à une autre. Les mesures de celles-ci permettent d'évaluer la quantité d'eau tombée et surtout d'estimer la quantité destinée aux écoulements.

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat.

Au Sahara, les moyennes annuelles sont inférieurs à 50 mm de pluie et réparties d'une manière anarchique (Toutain, 1979).

a) Précipitations annuelles :

En 2004 la hauteur moyenne annuelle est de l'ordre de 171.3 mm se qui caractérise l'année pluvieuse et l'année la plus sèche est celle de 2018, qui est marquée par une hauteur moyenne annuelle de 22.4 mm.

b). Les précipitations moyennes mensuelles:

Tableau. 02 : Précipitations moyennes annuelle de la région de Sebseb (1998- 2018).

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Moyennes annuelles	25.2	103.9	56.7	48.6	59.6	96	171.3	101.9	72.2	61.3
Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
T°C moyennes annuelles	134.6	41.8	154.8	38.9	67.6	45.9	53.0	30.2	42.3	22.4

L'ONM de Ghardaïa nous donne une série pluviométrique pour une période de 20 ans (1998-2018). Selon le (Tableau 03), on observe que le mois de Septembre est le plus pluvieux avec une moyenne annuelle de 16.6 mm (Fig.02). Par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne annuelle de 2.1 mm.

Tableau.03 : Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018).

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

Les précipitations moyennes mensuelles à Ghardaïa sont en générale des précipitations faibles et caractérisant les climats arides.

Les sont enregistrées au mois de Septembre, on enregistre une précipitation moyenne mensuelle de (16,6 mm), c'est la valeur maximale caractérise le mois le plus pluvieuse, et la valeur le plus faible a été enregistrées au mois de juillet (2.1mm). Ce qui reflète la sécheresse de la région de Ghardaïa.

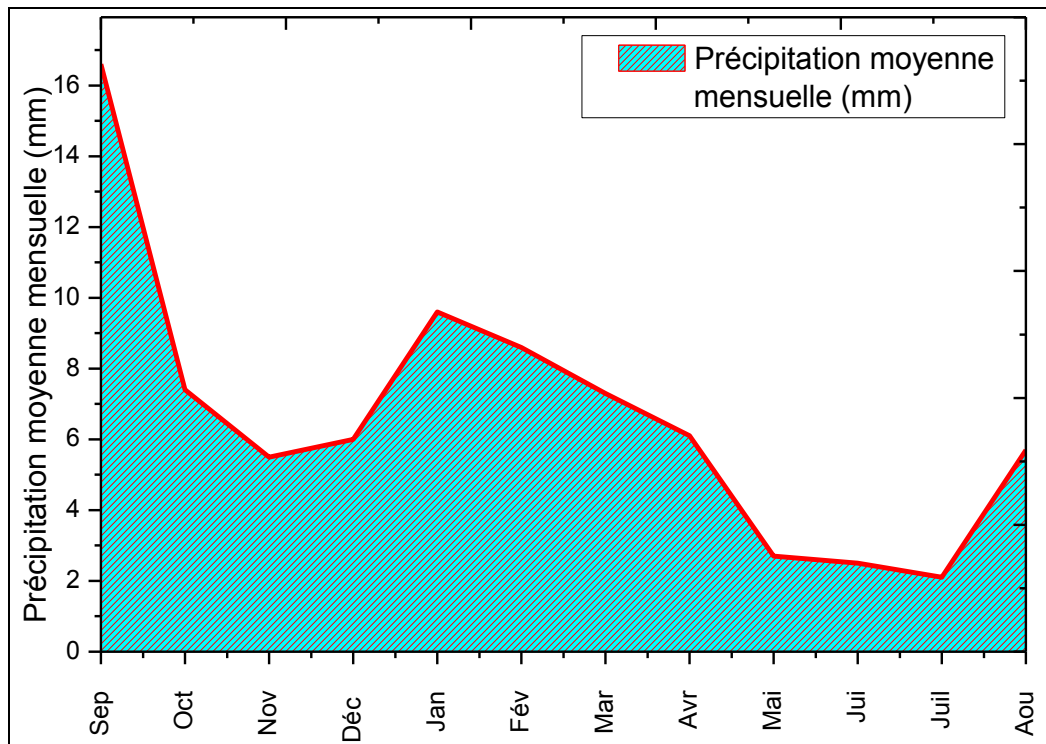


Figure 02 : La précipitation moyenne mensuelle à la région de Ghardaïa (1998/2008).

I.3. L'Humidité

L'humidité représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère. L'humidité de l'air varie le plus souvent en fonction inverse de la température. Le degré hydrométrique de l'air où l'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air, elle s'exprime souvent en % par rapport à la saturation (ZATOUT, 2012).

Tableau.04 : Humidité relative moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018)

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

L'humidité moyenne de la région diminue pendant le mois de Mai avec une valeur de l'ordre de **21.5%** et augmente et prend son maximum pendant le mois d'Aout avec une valeur de **58.1%**.

Selon les données remises l'humidité relative moyenne annuelle est très faible 35.38%, à l'exception du mois d'Aout et Septembre, où elle dépasse 50%.

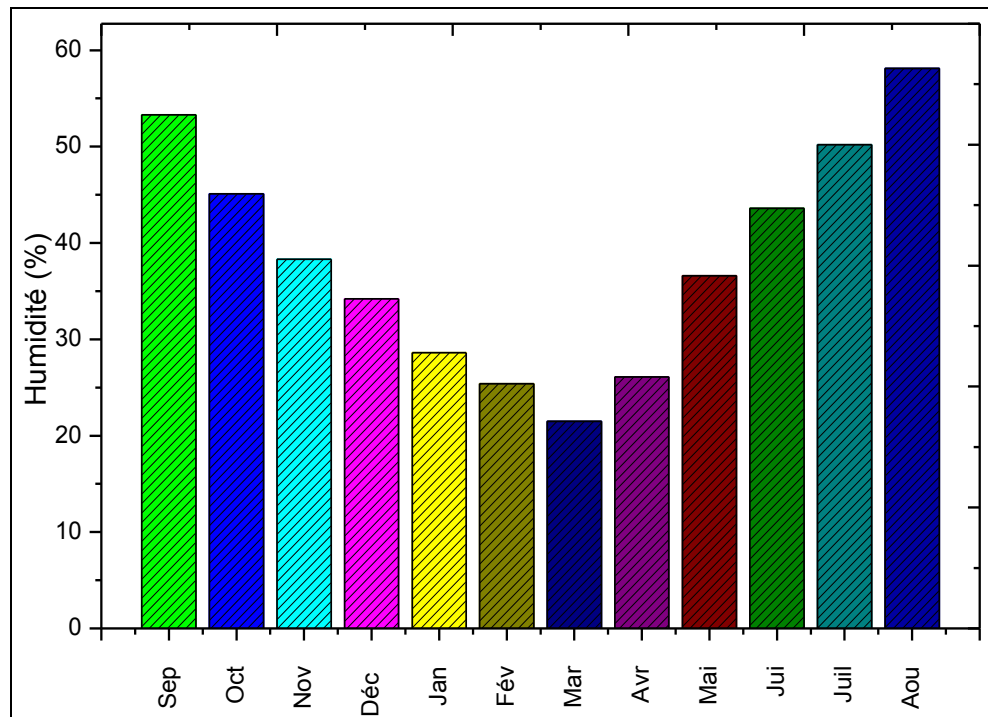


Figure 03 : L'Humidité moyenne mensuelles de la région de Ghardaïa (1998/2008).

I.4. L'évaporation

L'évaporation est une des composantes fondamentales du cycle hydrologique et son étude est essentielle pour connaître le potentiel hydrique d'une région ou d'un bassin versant. En général, des analyses spécifiques d'évaporation devront être faites pour des études de bilan et de gestion de l'eau par les plantes. Cependant, ces analyses approfondies sont moins nécessaires pour les études de projets d'aménagement où l'eau est plutôt considérée sous un aspect d'agent dynamique.

L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de 3110 mm/an. Au mois de Juillet l'évaporation moyenne mensuelle est de l'ordre de 418 mm et sa valeur minimale est enregistrée au mois de Janvier (105 mm) (Fig.04). Ces valeurs élevées sont causées par la forte température et à la violence vents.

Tableau.05 : l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (1998 -2018).

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

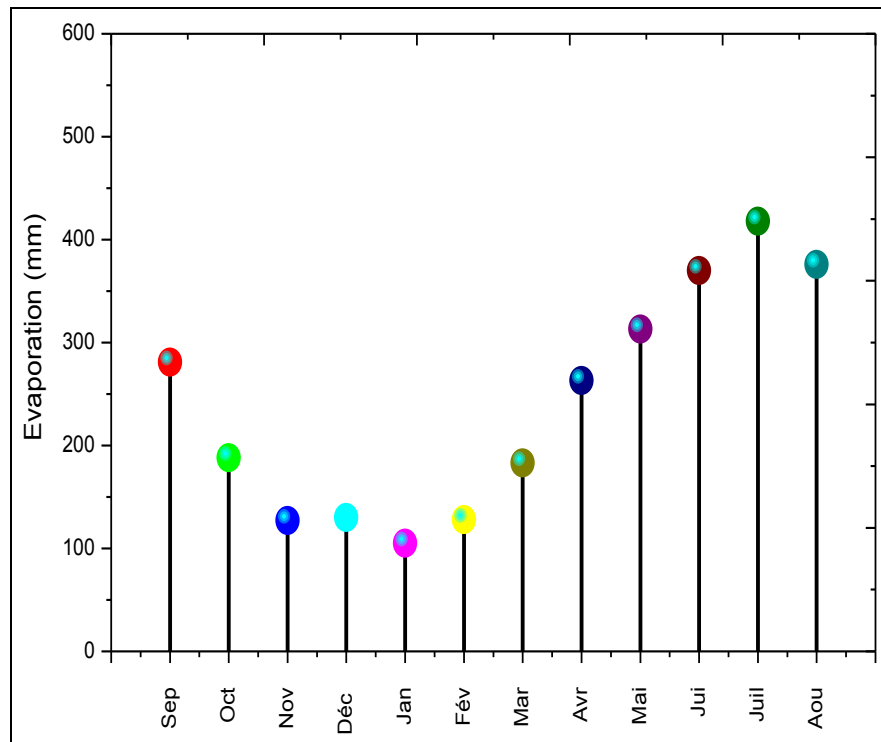


Figure 04: L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa.

I.5. Le vent

Les vents ont un effet important sur les phénomènes d'évaporation, de précipitation et à un degré moindre sur les températures. La région d'étude est traversée par des vents de direction générale Nord-Ouest.

Tableau.06 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vent (m/s)	21.03	27.34	17.27	17.8	17.18	19.29	19.68	21.36	22.27	22.15	21.27	22.71

La vitesse moyenne mensuelle est maximale au mois d'Octobre (27,34 M/s) et minimale au mois de Janvier (17,27 m/s).

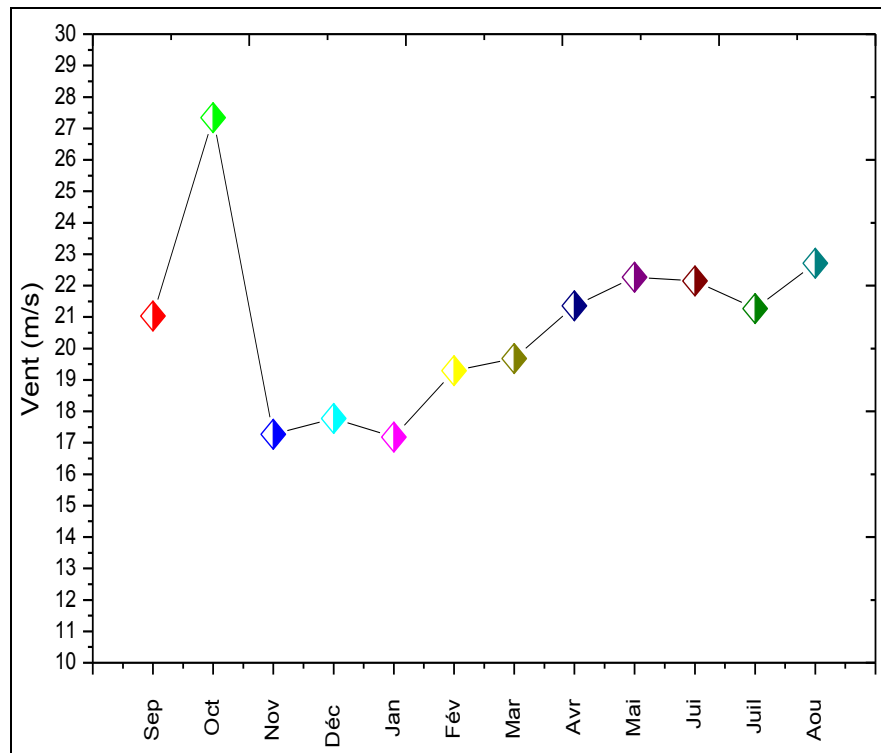


Figure 05 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

I.6.L'insolation

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

Tableau.07: durée mensuelle de l'insolation totale (heures/mois) station ONM Ghardaïa (Période 1998/2018).

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

En été : la valeur moyenne maximale de l'insolation est enregistrée au mois de Juillet, avec une valeur de 361 (H/mois).

En hiver : la valeur moyenne minimale de l'insolation est enregistrée au mois de Décembre avec une valeur de 253(h/mois).

Le calcul de la moyenne annuelle de l'insolation nous donne une moyenne de 308 (h/mois).

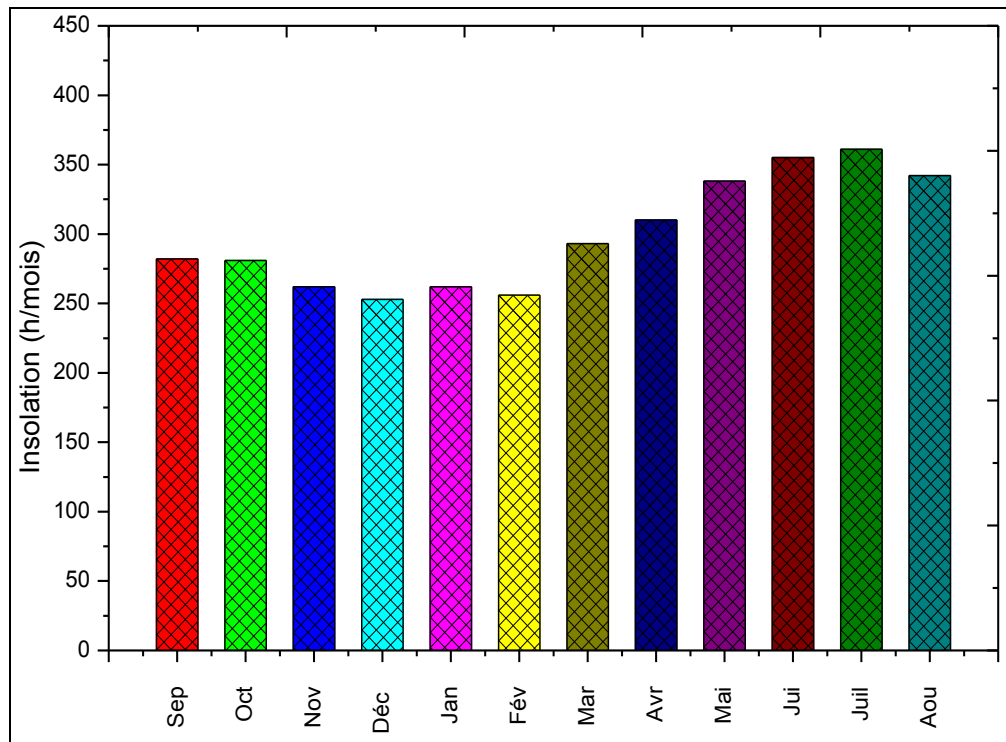


Figure 06: L'insolation mensuelle de la région de Ghardaia.

I.7. Diagramme ombrothermique de Gausson $P = 2T$

Pour définir les mois secs, le diagramme ombrothermique de Gausson est très utile dans ce cas. Un mois est considéré sec lorsque les précipitations mensuelles correspondantes exprimées en Millimètres sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius (MUTIN. 1977).

Tableau.08: données de diagramme ombrothermique.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	9.73	2.47	7.42	6.2	1.98	2.3	2.15	5.85	16.58	7.21	5.56	6.31
$T^{\circ}\text{C}$	24.02	27.73	36.47	63.5	56.61	65.9	69.39	71.25	61.75	50.03	35.08	25.71

Selon le diagramme ombrothermique de Gausson, une seule période sèche caractérise la région d'étude durant toute l'année (12 mois) (Fig.7).

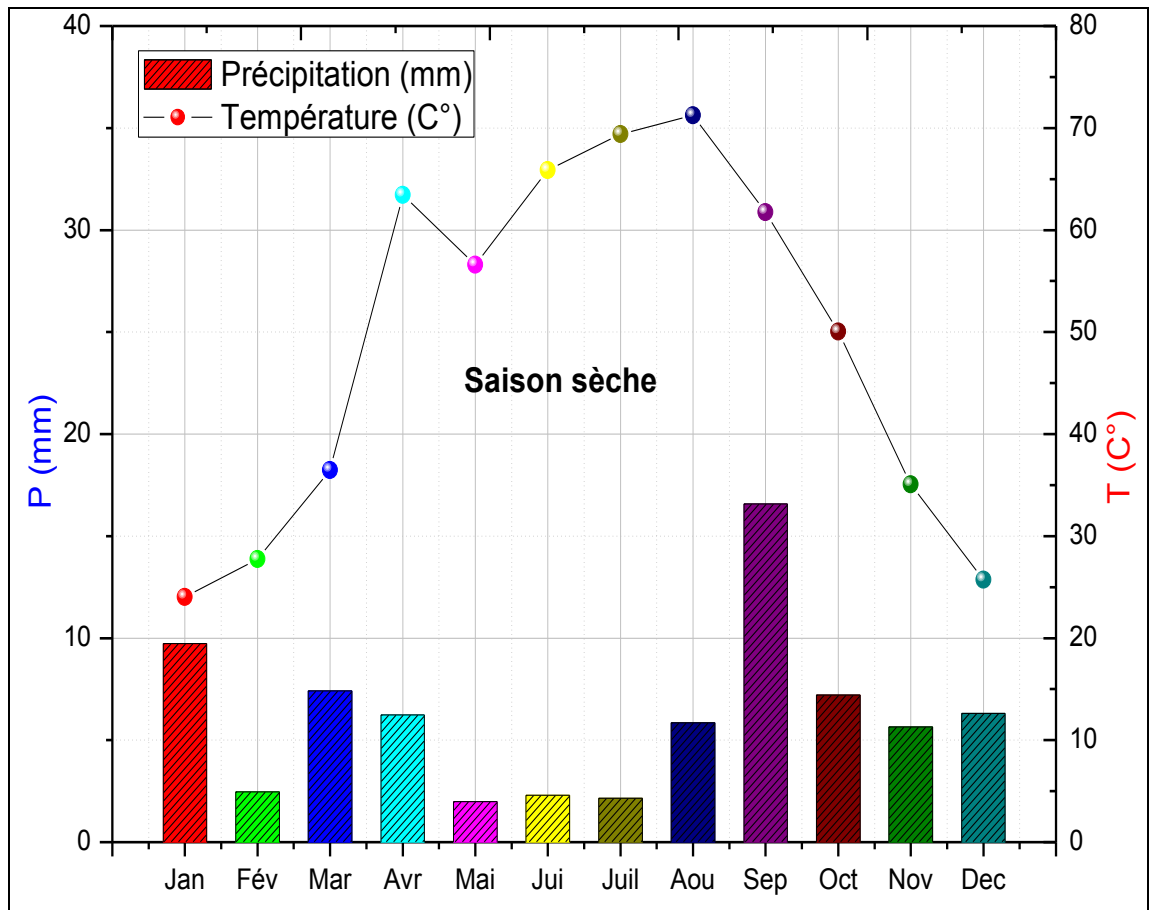


Figure 07: Diagramme Ombrothermique P = 2T de la région de Ghardaïa (1998-2018).

I.8. Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa

D'après la méthode de Thornthwaite et Turc, Durant la période (1998-2018) l'année est déficitaire. L'évapotranspiration potentielle (ETP), est plus importante, donc la quantité d'eau précipitée Sera vite évaporée. Un déficit (DA) agricole pendant toute l'année, et qui atteindra son maximum au mois de juillet (287.1mm). Les précipitations, le ruissellement et la réserve facilement utilisable est nulle Pendant les douze mois,

Tableau .09 : Le bilan hydrique de la station de Ghardaïa dans la période (1998-2018)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T°C	30.9	25	17.5	12.9	12	13.9	18.2	31.7	28.3	32.9	34.7	35.6
P(m m)	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2	2.3	2.1	5.9
i	15.7	11.4	6.7	4.2	3.8	4.7	7.1	16.4	13.8	17.4	18.8	19.5
I	139.5											
a	2.7											
F	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
K	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
ETP	140.2	78.9	29.9	12.8	10.6	15.7	33.3	151.0	110.6	167.2	192.8	207.3
ETP c	196.3	110.5	38.9	16.6	13.8	22.0	46.6	226.5	154.8	250.8	289.3	290.2
ETR	16.6	7.2	5.6	6.3	9.7	2.5	7.4	6.2	2.0	2.3	2.1	5.9
RFU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DA	179.7	103.3	33.3	10.3	4.1	19.6	39.2	220.3	152.8	248.5	287.1	284.4

Avec :

P : Précipitations moyennes annuelles en mm. $P=E+R+I$

E : ETR moyenne annuelle en mm. $ETR= k_s * k_c * ETP$

R : Ruissellement moyen annuel en mm.

I : Infiltration moyenne annuelle en mm.

ETP : Evapotranspiration mensuelle; T: Température moyenne mensuelle (en °C) ;

i: Indice thermique mensuel, déterminé par l'expression : $i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$

a : Coefficient calculé par la formule : $a = \left(\frac{1.6}{100}\right)T + 0.5$

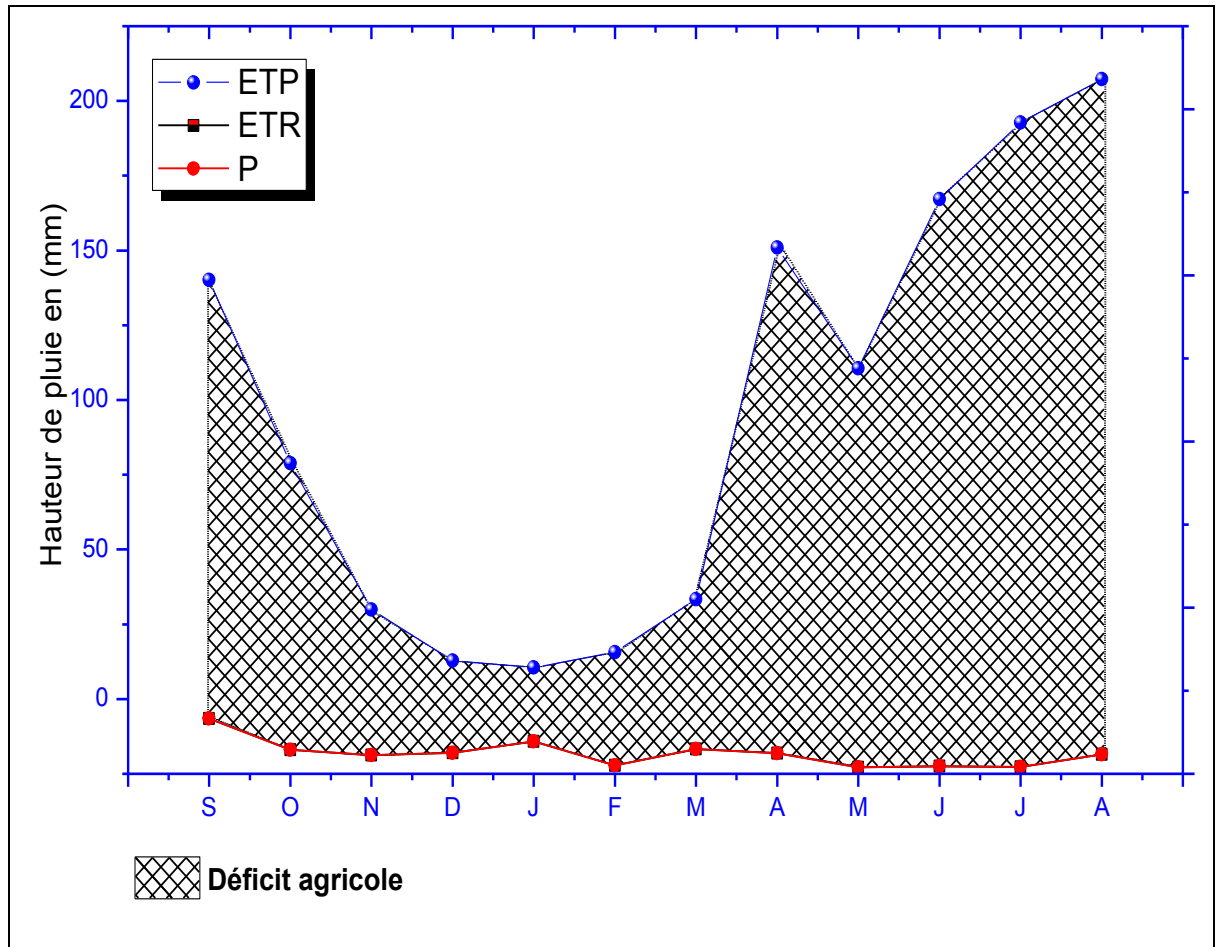


Figure 08 : Représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de C.W.Thornthwaite.

La représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de Thornthwaite de la région de Sebseb montre que l'évapotranspiration maximale a été observée pendant le mois d'Aout pour une valeur de 290.2 mm, ce qui produit un déficit agricole de 284.4 mm, nécessitant une irrigation pour les zones de culture.

Conclusion

La région de Sebseb est soumise à un climat saharien, appartenant au domaine hyper aride. Il est caractérisé par des irrégularités mensuelles et annuelles des précipitations. La faiblesse et l'irrégularité des précipitations (max 16mm) d'une part, et les températures très élevées dépassent 30°C pendant le mois de Juin (max moy 32.93°C) et juillet (max moy 34.69°C) d'autre part.

L'évapotranspiration potentielle (ETP), est plus importante, donc la quantité d'eau précipitée sera vite évaporée. Un déficit (DA) agricole pendant toute l'année, et qui atteindra son maximum au mois de juillet (287.1mm). Les précipitations, le ruissellement et la réserve facilement utilisable est nulle Pendant les douze mois.



REPARTITION SPATIALE ET
DIAGNOSTIC QUALITATIVE DES
EAUX

Introduction

La composition chimique des eaux, est d'origine multiple : naturelle, domestique, urbaine, industrielle et agricole. Tout en distinguant les polluants miscibles des non miscibles, on les classe en polluants physiques, chimiques et biologiques (Djidel. M, 2008).

-Polluants physiques : température, gaz, suspension, radioactivité

-Polluants chimiques : substances sous forme minérale ou organique, ils peuvent être dissous (sels, hydrocarbures) mélangés (alcools) émulsés (graisses sur détergents) en phase séparée (produits pétroliers).

-Polluants biologiques : germes, virus ou amibes.

Si la concentration de toutes les substances suivies est inférieure aux normes admissibles, alors l'eau souterraine est estimée en bon état chimique. Si une seule molécule dépasse sa norme, l'eau souterraine n'atteint pas le bon état chimique.

I-Carte d'inventaire

Sept échantillons d'eau souterraine ont été collectés et analysés.

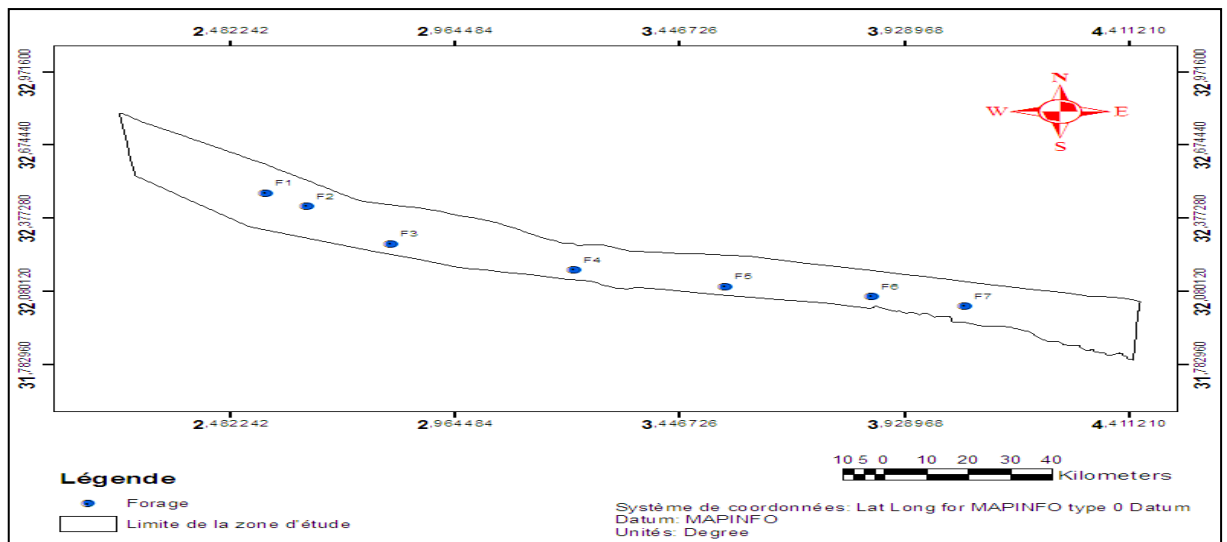


Figure 01 : Carte d'inventaire des points de prélèvement.

II-Facies chimique

II.1-Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet de constater que les eaux analysées sont globalement sulfatées sodique. Les eaux sulfatées sodique sont issues, en général, d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite.

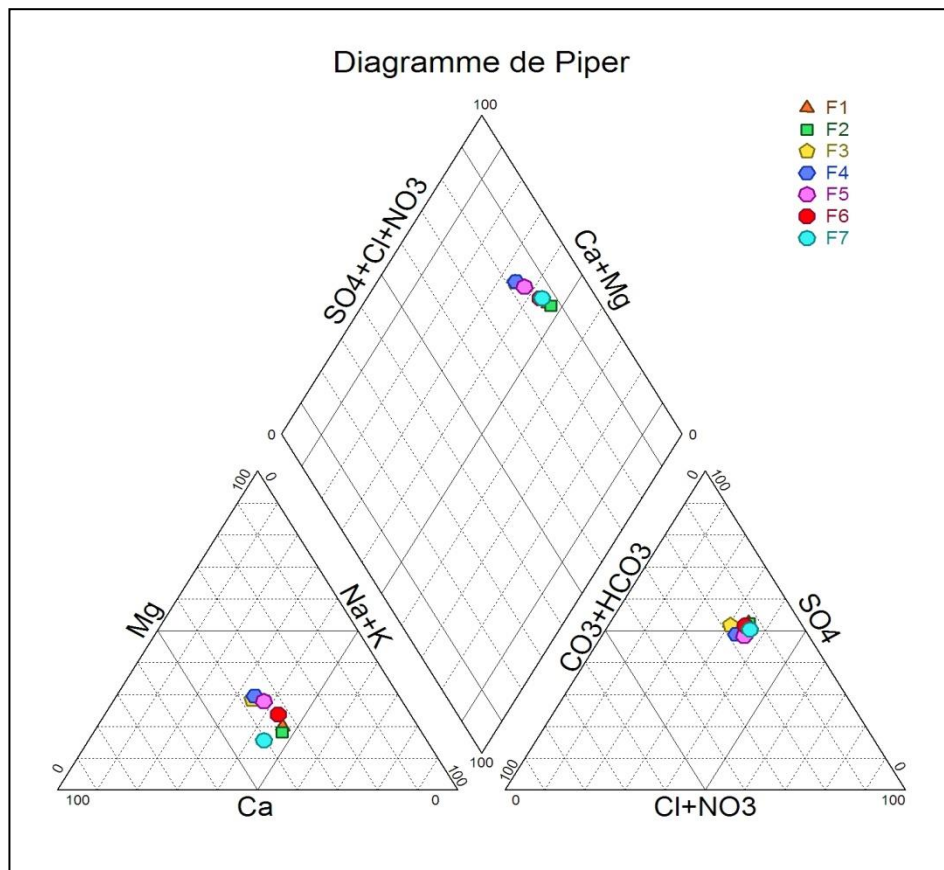


Figure 02 : Diagramme de Piper pour les eaux souterraines de la région de Sebseb (Mai 2018).

II.2-Diagramme de Stabler

Le diagramme de Stabler est utilisé pour déterminer rapidement les différents titres d'une eau (titre d'alcalimétrie, titre en sels d'acides forts et titre d'hydrotimétrie). Pour cela les concentrations en (meq/L) des anions et des cations sont reportés sur deux barres ou colonnes distinctes de même longueur - les concentrations étant reportées en %. La détermination des différents titres est alors visuelle.

Selon le diagramme de Stabler, le faciès dominant pour tous les eaux analysée est le faciès Sulfaté-sodique.

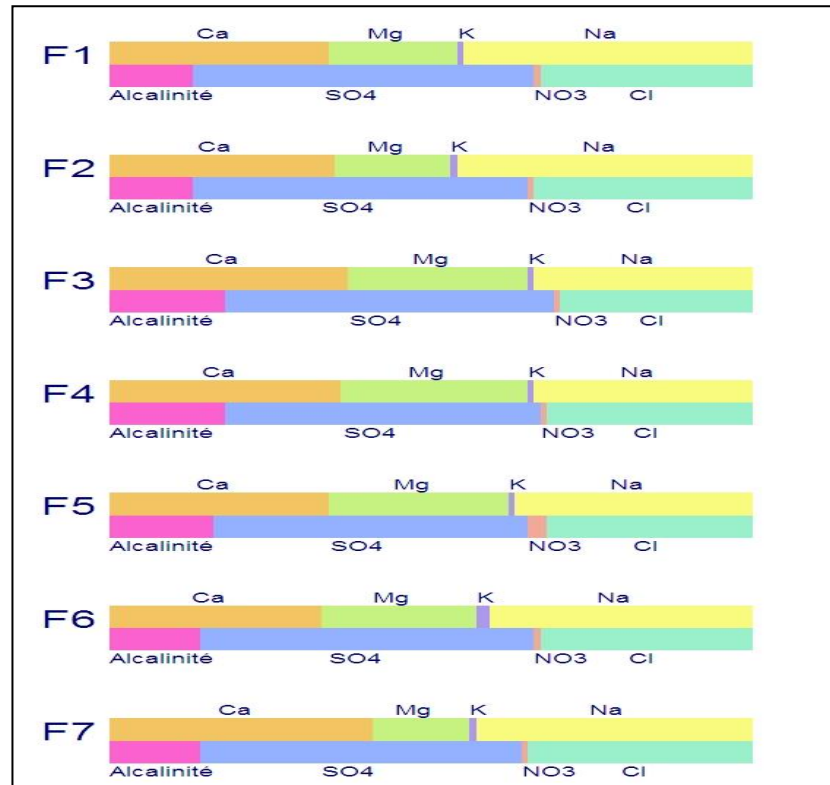


Figure 03 : Diagramme de Stabler pour les eaux souterraines de la région de Sebseb (Mars 2019).

III-Répartition et chimisme des eaux

III.1-Répartition spatiale des températures

La température est le facteur cinétique le plus important de toutes les réactions chimiques et biologiques dans les milieux aquatiques ; une température supérieure à 15°C favorise le développement des microorganismes, intensifie la biodégradation et les mauvaises odeurs (Beaudry et Henry, 1984).

Les températures des eaux souterraines varient entre 25,5 et 28,5 °C. Les valeurs les plus basses sont observées au niveau des forages F1, F2 et F5 et les valeurs les plus hautes sont observées au niveau du forage F7 avec une température de l'ordre de 28 °C. Donc la température des

eaux souterraines de la région de Sebseb favorise le développement des microorganismes, intensifie la biodégradation et les mauvaises odeurs

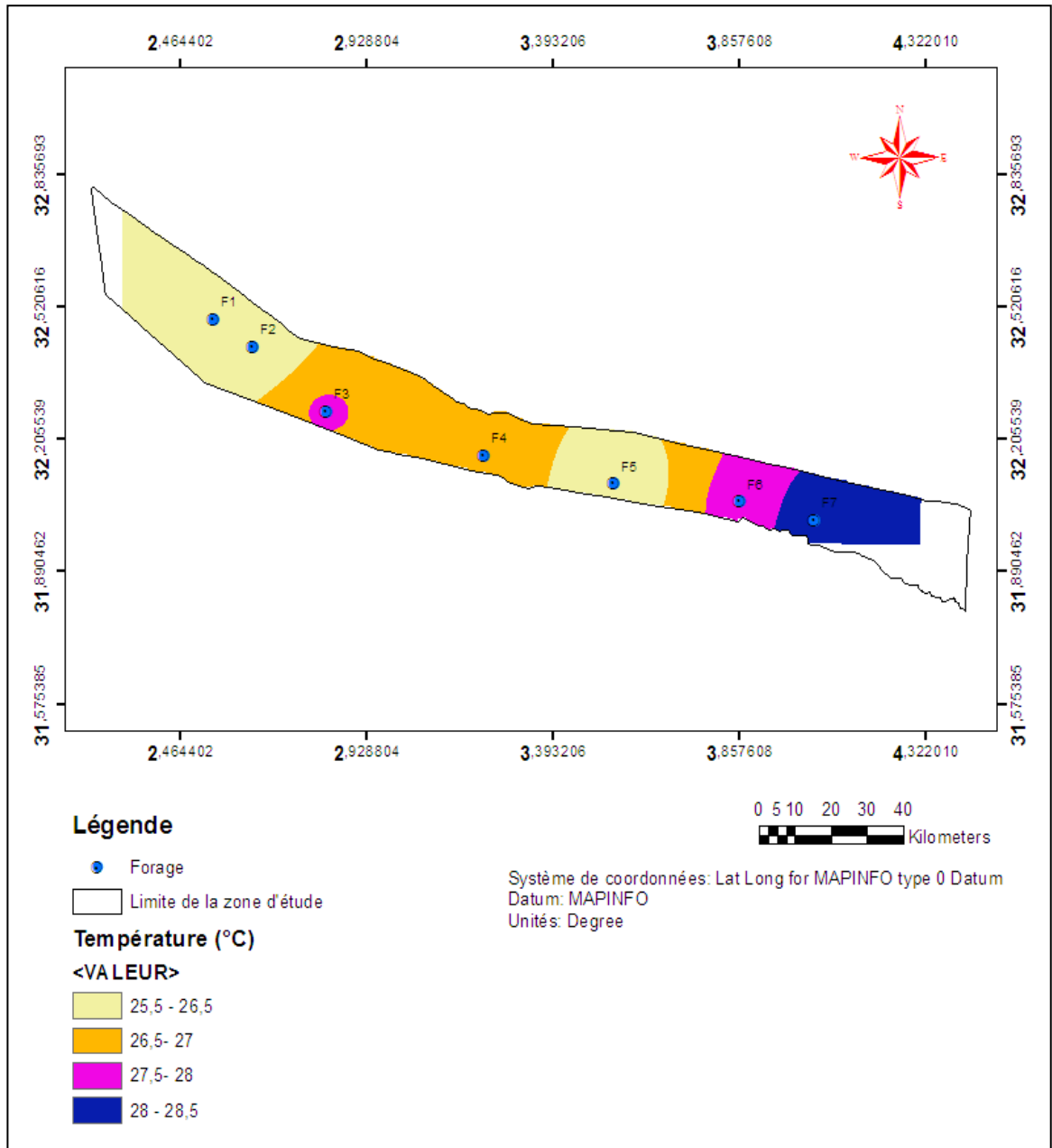


Figure 04 : Répartition spatiale des températures de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.2-Répartition spatiale du pH

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH, oscillent entre 7,20 et 7,82 est la chose perceptible dans les eaux de la région. Toujours les forages F1 et F2, sont les forages marqués par un pH élevé (8,82),

alors que le forage F3 est le forage marqué par un pH faible par rapport aux autres. Le pH des eaux souterraine de Sebseb, sont supérieures à 7 ce qui nous donne une eau basique.

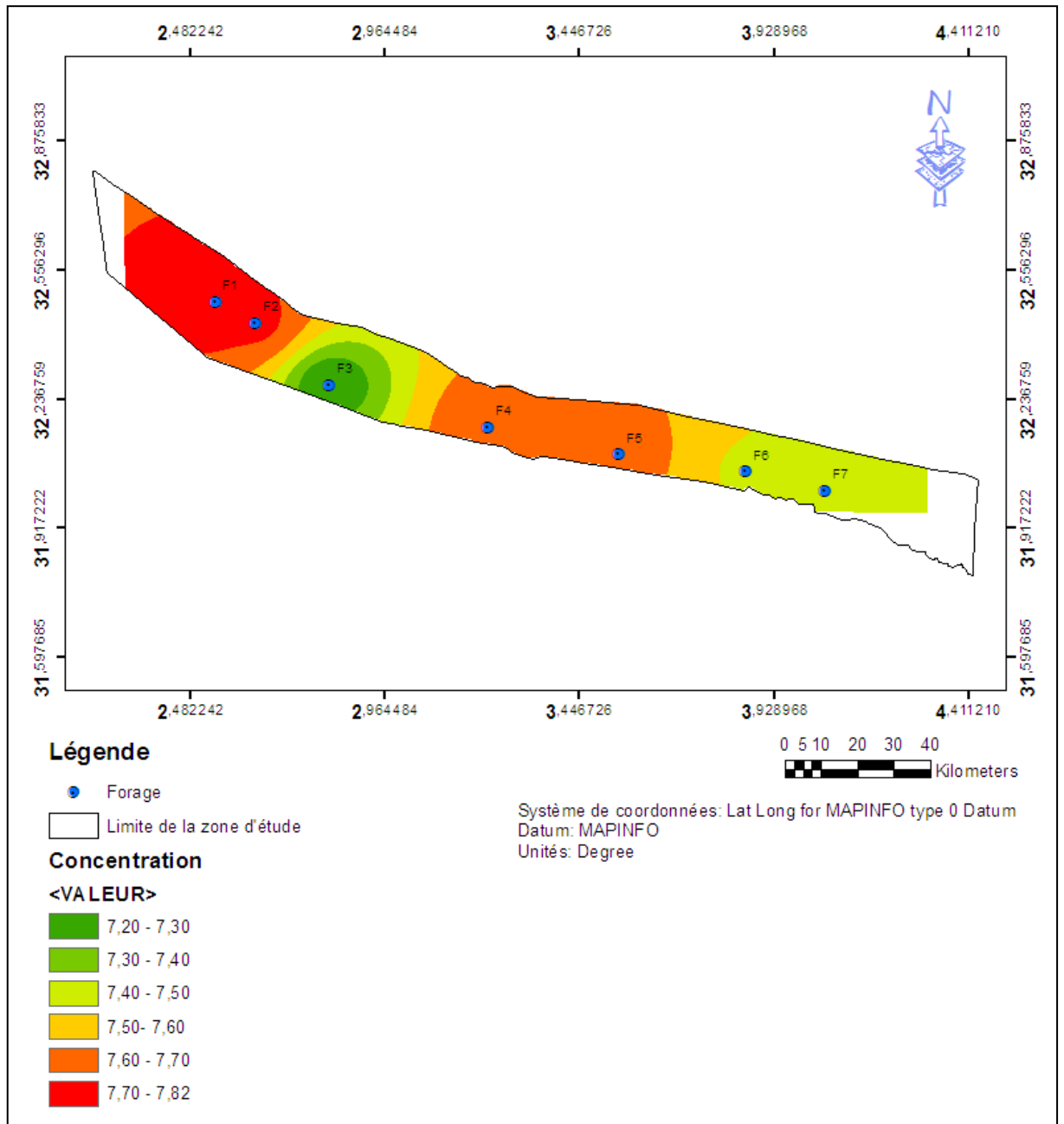


Figure 05 : Répartition spatiale du pH de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.3- Répartition spatiale de la conductivité électrique

La capacité d'une solution à conduire le courant électrique est la conductivité électrique. Elle est comprise entre 10 et 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ pour la plupart des eaux naturelles . Les eaux souterraines de Sebseb, sont observées par une conductivité électrique très élevée mais quelle ne dépassent pas les normes Algérienne des eaux potables. Des concentrations varient de 1496 et 1607 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui explique la salinité des eaux de la région. La conductivité électrique augmente du Nord-ouest vers le Sud-est.

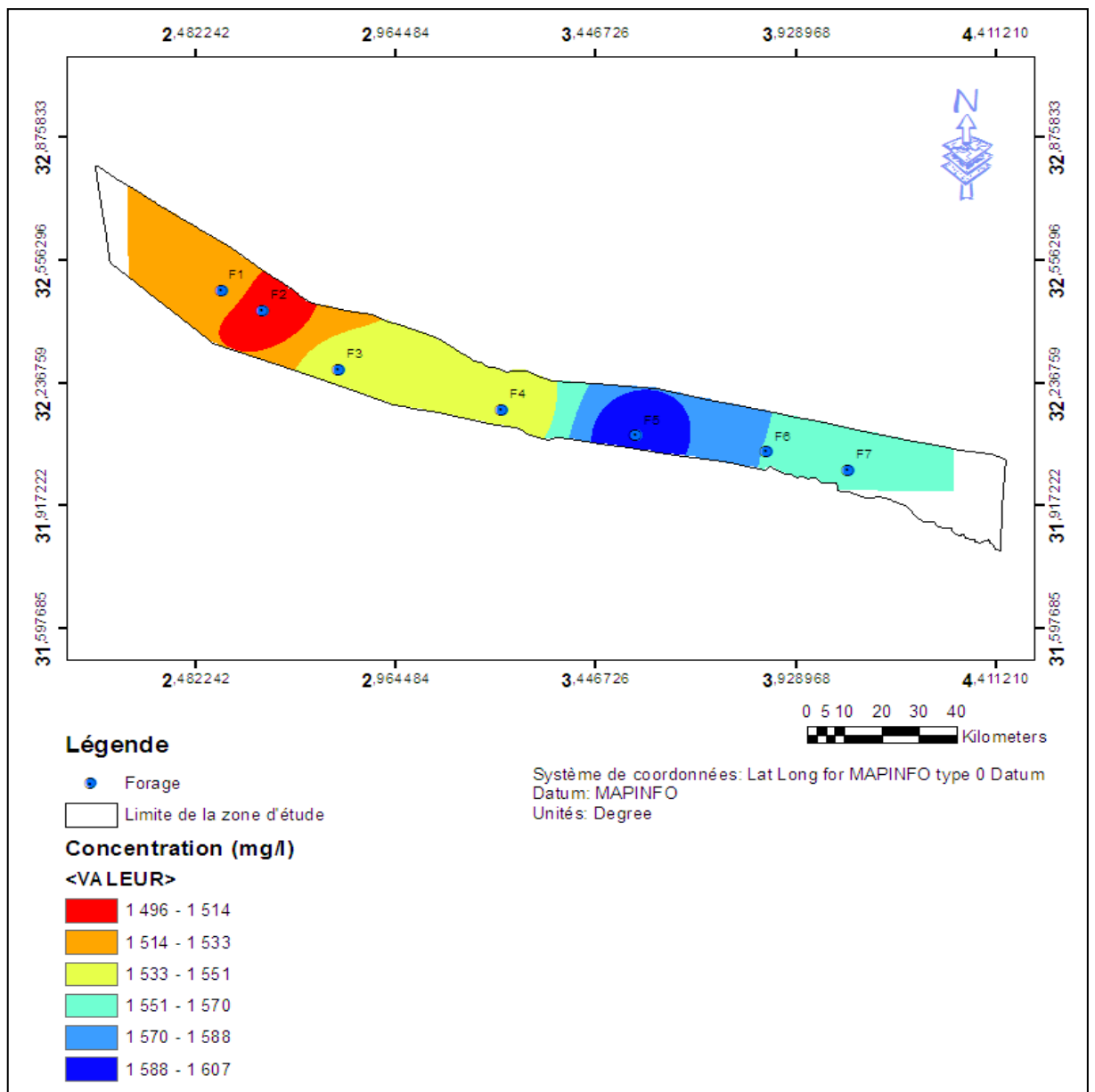


Figure 06 : Répartition spatiale de la conductivité électrique de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.4-Répartition spatiale Du Sodium (Na^{+2})

Selon (Beaudry et Henry, 1984) le sodium provient du lessivage des formations riches en NaCl, des formations argileuses, argilo-marneuses et des rejets des eaux usées d'origine domestique. Des fortes teneurs en Sodium est la caractéristique qui distingue les eaux de la région. La forte concentration est observée au niveau des forages F2 et F3 et la faible concentration est remarquée au niveau des forages F5 et F6. Le sodium des eaux souterraines est dû essentiellement aux formations d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite.

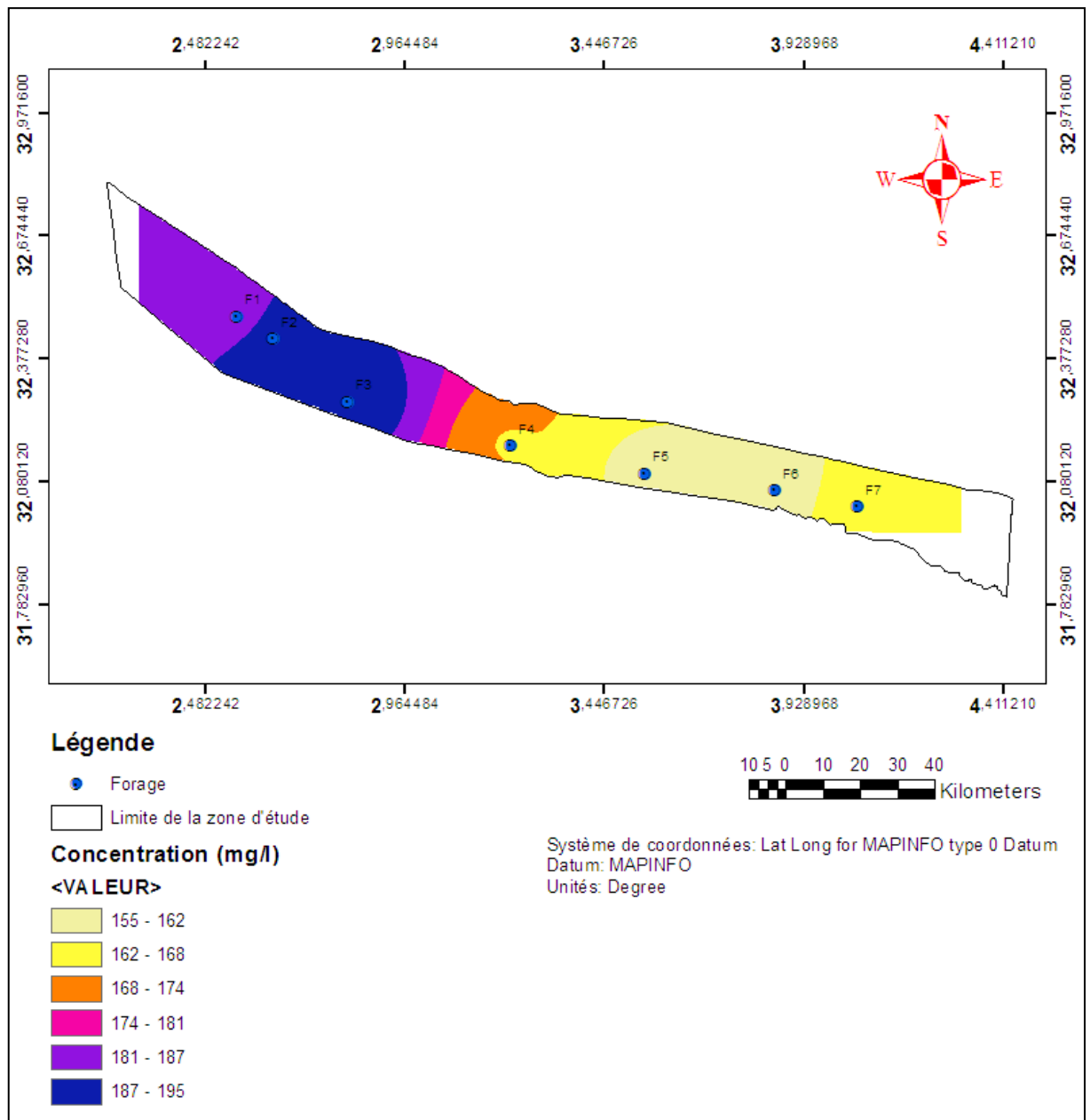


Figure 07 : Répartition spatiale du sodium (Na^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.5- Répartition spatiale du Potassium (K)

Le potassium est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Du forage F1 jusqu'au forage F7, la concentration en potassium ne dépassent pas les 10 mg/l. Le forage F6 est celui qui est marqué par la haute concentration (10 mg/l).

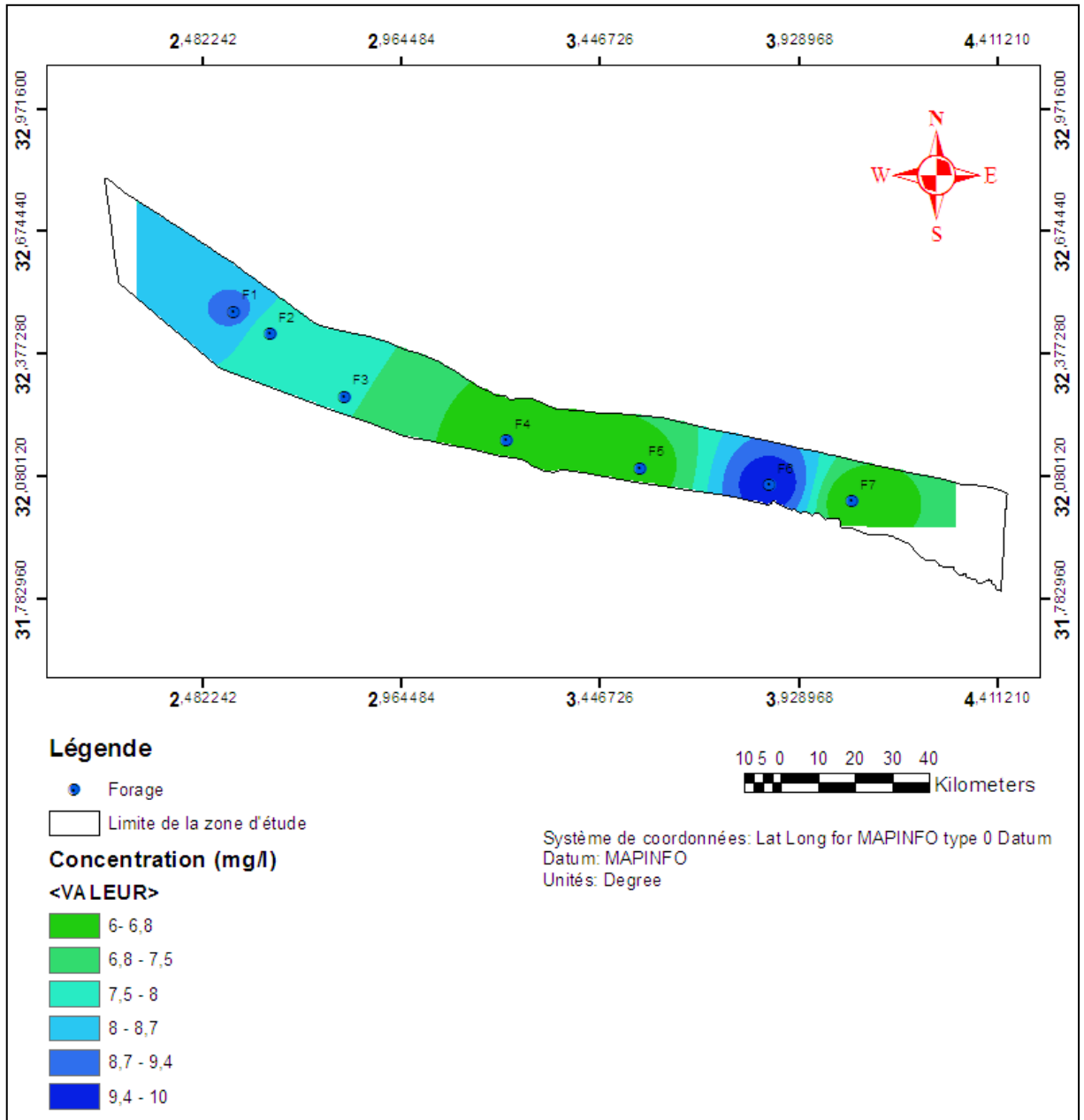


Figure 08 : Répartition spatiale du Potassium (K⁺) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.6- Répartition spatiale du Magnésium (Mg^{+2})

Aux forages F3 et F4, la concentration en Magnésium est élevée et peut atteindre les 87 mg/l, alors que la valeur minimale est observée au forage F7 (32 mg/l). D'une manière générale la concentration en magnésium des eaux souterraines de la région reste acceptable.

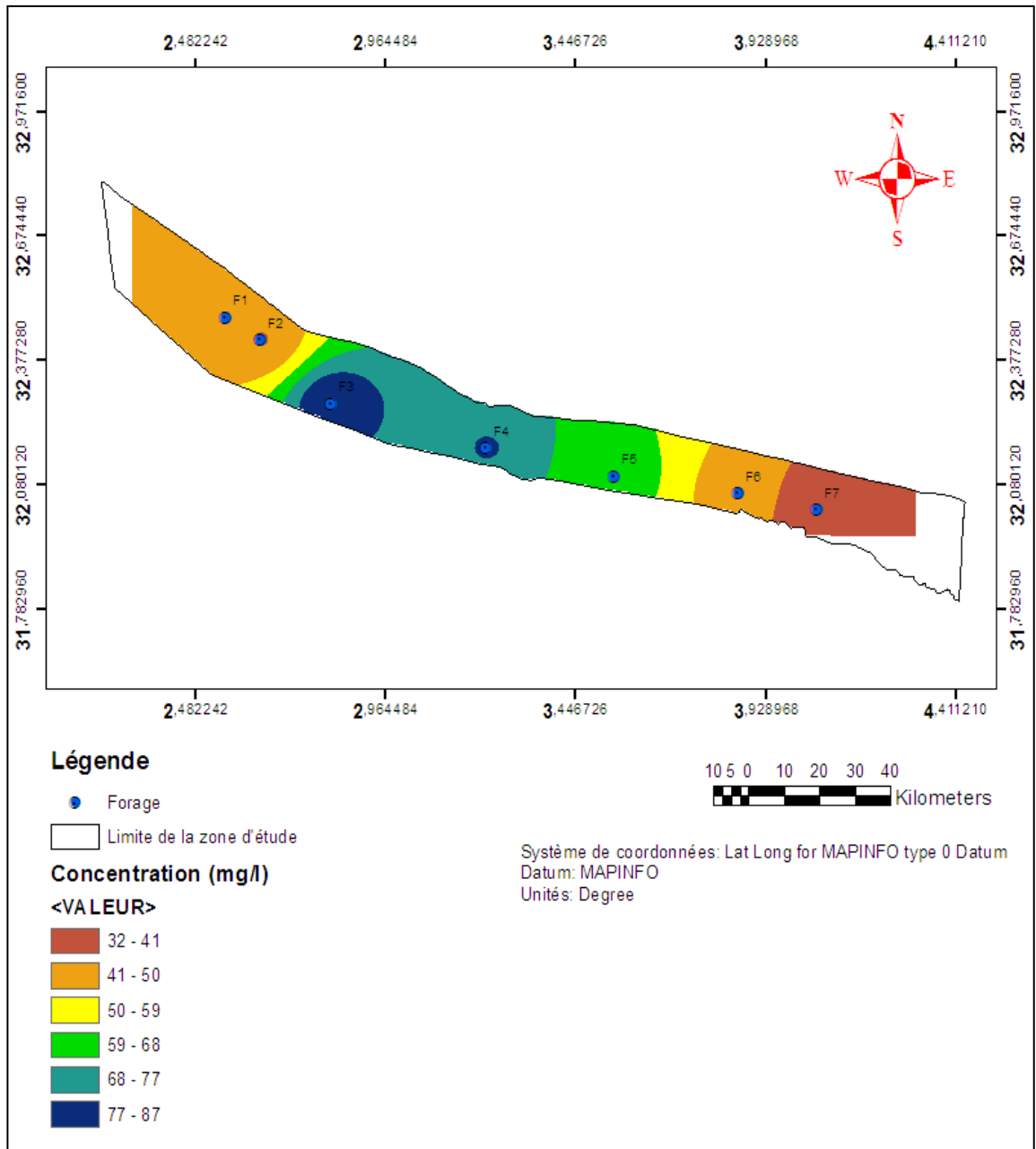


Figure 09 : Répartition spatiale du Magnésium (Mg^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.7-Répartition spatiale du Calcium (Ca^{+2})

La concentration du calcium dans l'eau dépend du temps de séjour de l'eau dans des formations géologiques riches en calcium. Lorsque sa teneur dans l'eau dépasse la norme, il provoque l'entartrage dans les canalisations (Beaudry et Henry, 1984).

La répartition spatiale des concentrations du calcium, montre des concentrations oscillent entre 107 et 186 mg/l. Au niveau du forage F3, la concentration atteint les 186 mg/l, autant que la majorité des forages ne dépassent pas les 146 mg/l.

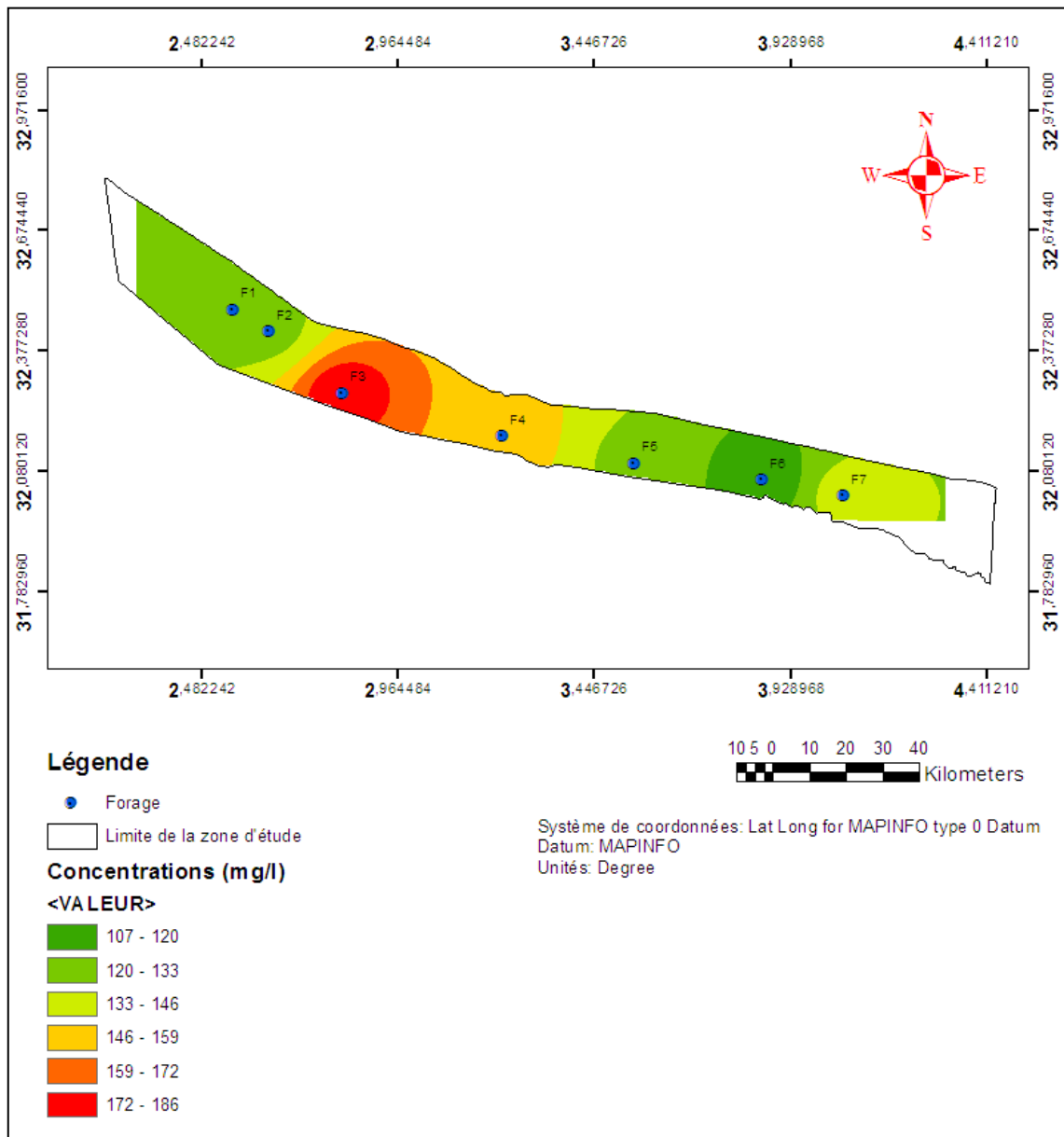


Figure 10 : Répartition spatiale du Calcium (Ca^{+2}) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.8-Répartition spatiale des chlorures

La dissolution des terrains salifères est la cause principale de la présence des chlorures dans les eaux.

La répartition spatiale des chlorures, montre des concentrations moyennes et qui ne dépassent pas la norme Algérienne des eaux potables. La forte concentration est observée au niveau des forages F2 et F7, et la faible concentration est remarquée au niveau des deux forages F4 et F5. Les chlorures ont pour origine dans notre terrain à la dissolution des massifs calcaires d'âge Turonien.

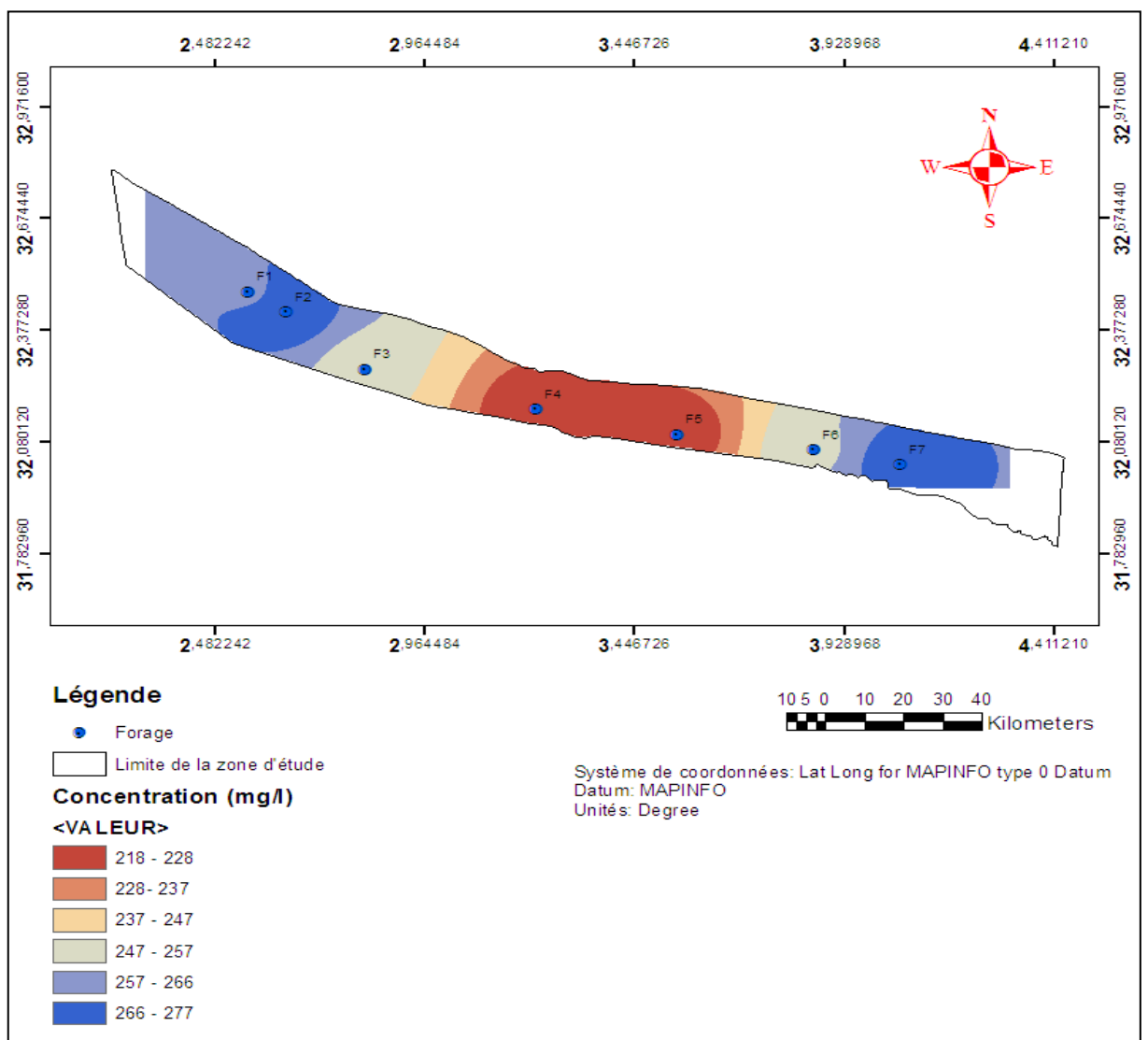


Figure 11: Répartition spatiale des chlorures (Cl⁻) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.9- Répartition spatiale des Sulfures (SO₄⁻)

La forte concentration en sulfates provoque de troubles gastro-intestinaux; aussi elles peuvent donner un goût désagréable (Beaudry et Henry, 1984). Dans les eaux de Sebseb, on note un excès des sulfures dans l'eau pour la majorité des forages (F1, F2, F3, F6 et F7) à l'exception de deux forages F4 et F5.

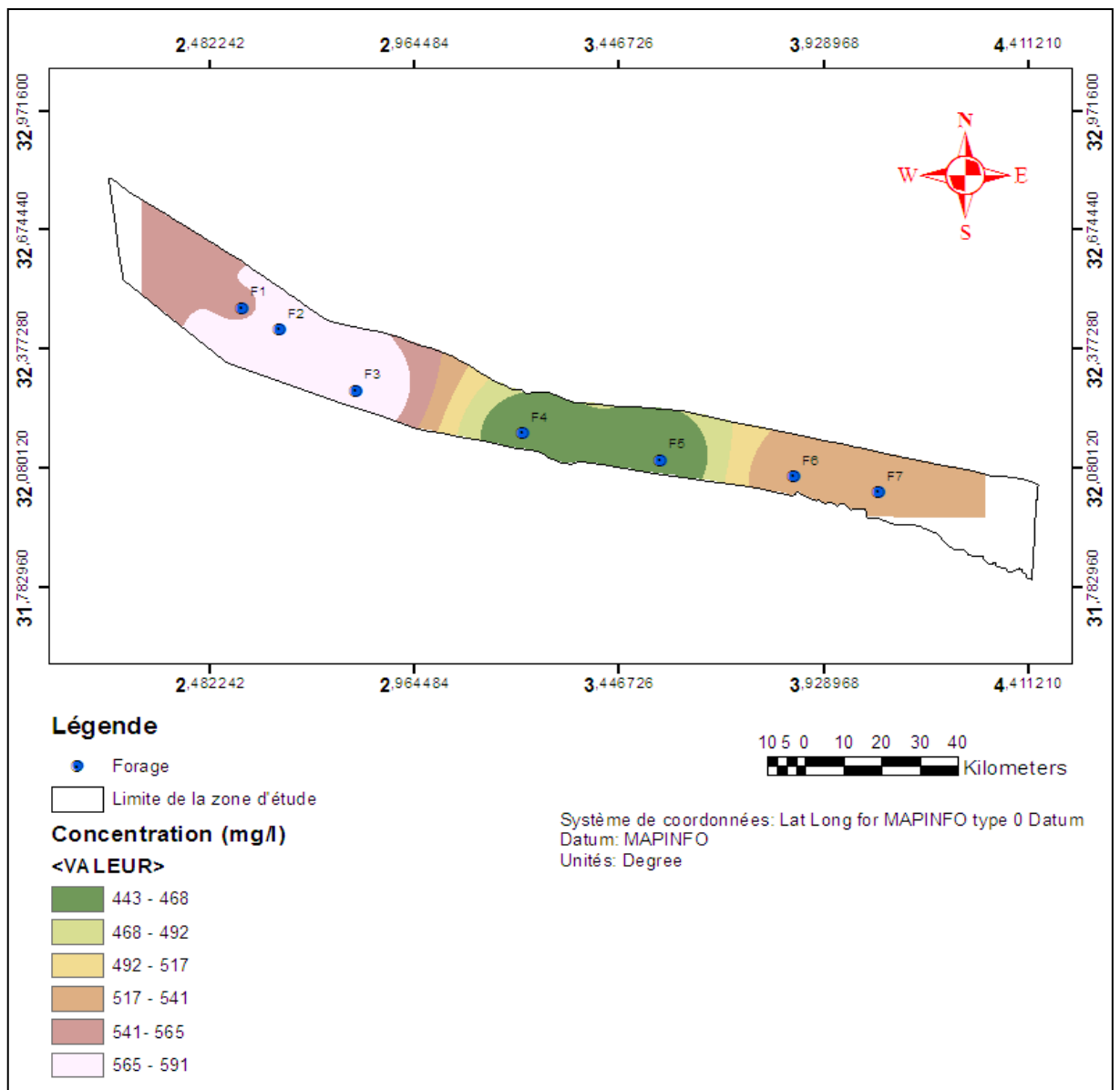


Figure 12 : Répartition spatiale des sulfures (SO₄⁻) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.10- Répartition spatiale des bicarbonates (HCO_3^-)

La dissolution des formations carbonatées par des eaux chargées en gaz carbonique (CO_2), est l'origine principale de la présence des bicarbonates dans l'eau. On remarque des faibles concentrations en bicarbonates du Sud-est vers le Nord-ouest de la région et qui restent loin des la norme Algérienne admissible pour les eaux potables.

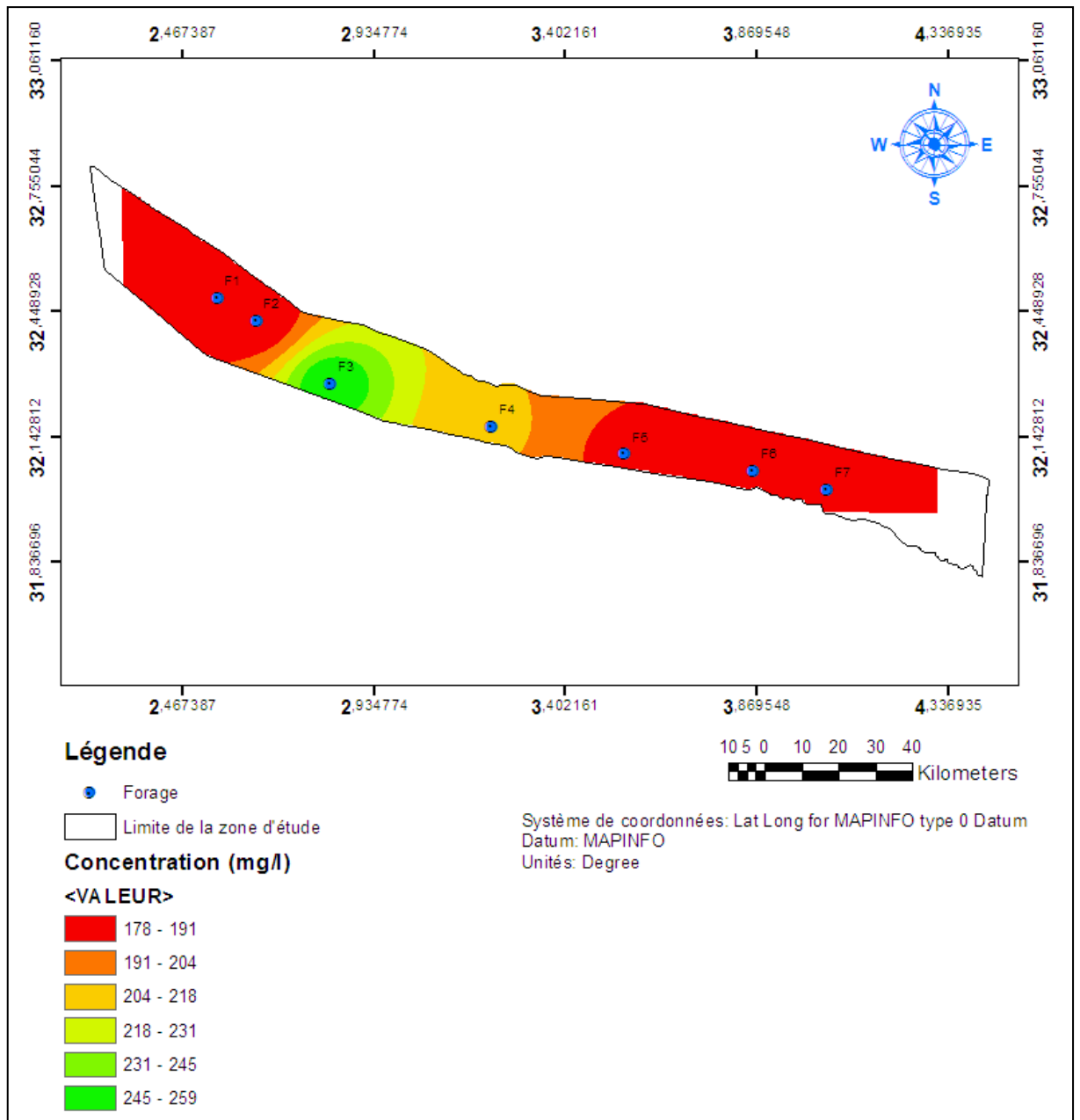


Figure 13 : Répartition spatiale des bicarbonates (HCO_3^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.11- Répartition spatiale des Nitrates (NO₃⁻)

La répartition spatiale des nitrates, montre des concentrations faibles dans tous les forages étudiés, avec des concentrations qui varient entre 11 et 39 mg/l. Le forage F5, est le forage marqué par la haute concentration (39 mg/l).

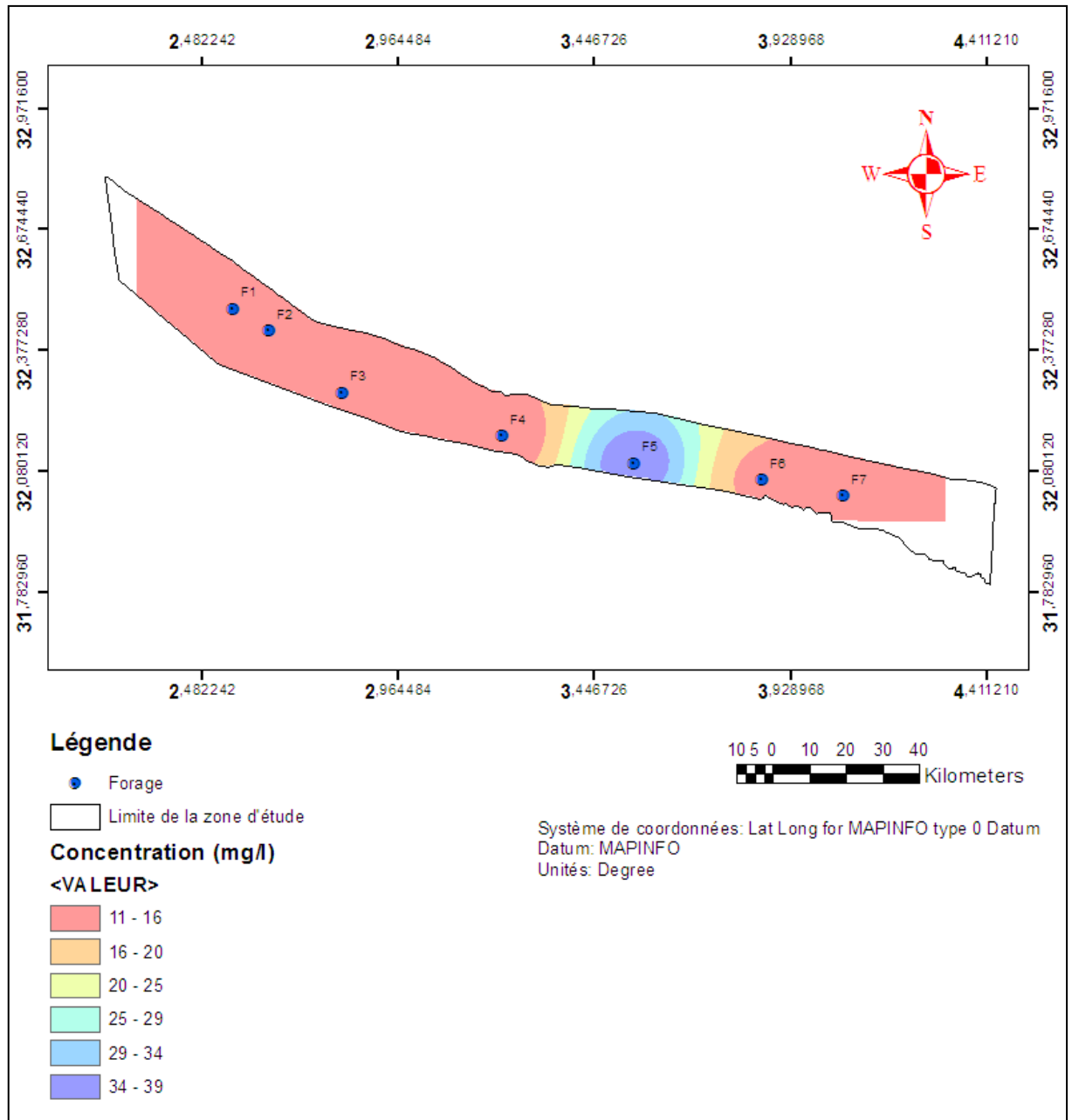


Figure 14 : Répartition spatiale des Nitrates (NO₃⁻) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.12- Répartition spatiale des Phosphates (PO_4^-)

La présence des phosphates dans les eaux souterraines de Sebseb, en faible concentration comme le montre la carte de répartition est due au engrais chimiques utilisés en agriculture.

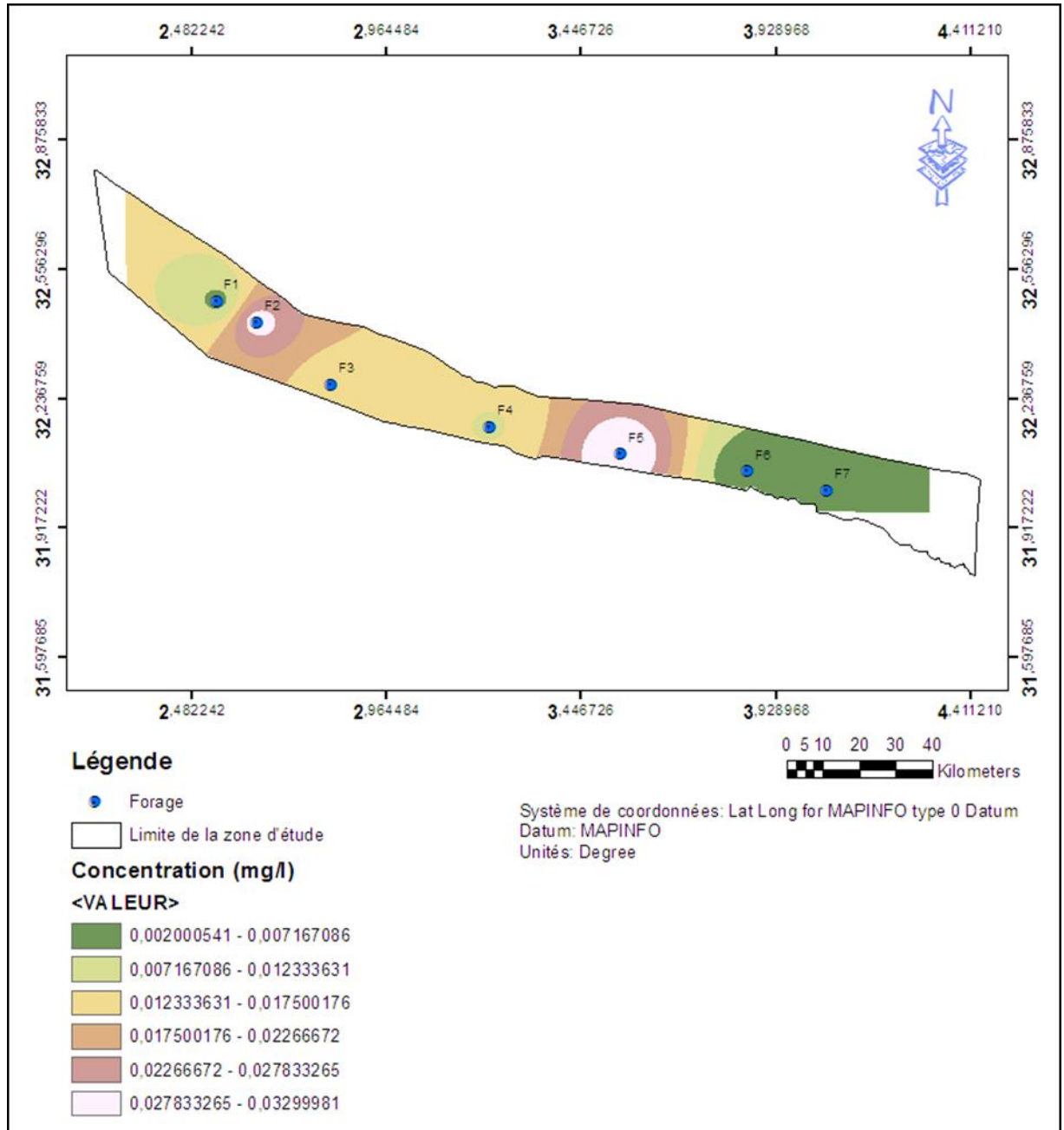


Figure 15 : Répartition spatiale des Phosphates (PO_4^-) de la région de Sebseb (Mai 2018).

III.13- Répartition spatiale de l'ammonium (NH_4^+)

On note des faibles concentrations en ammonium, dans toute la région étudiée avec des concentrations varient entre $1,9 \text{ E}^{-8}$ mg/l et environ 0,30 mg/l.

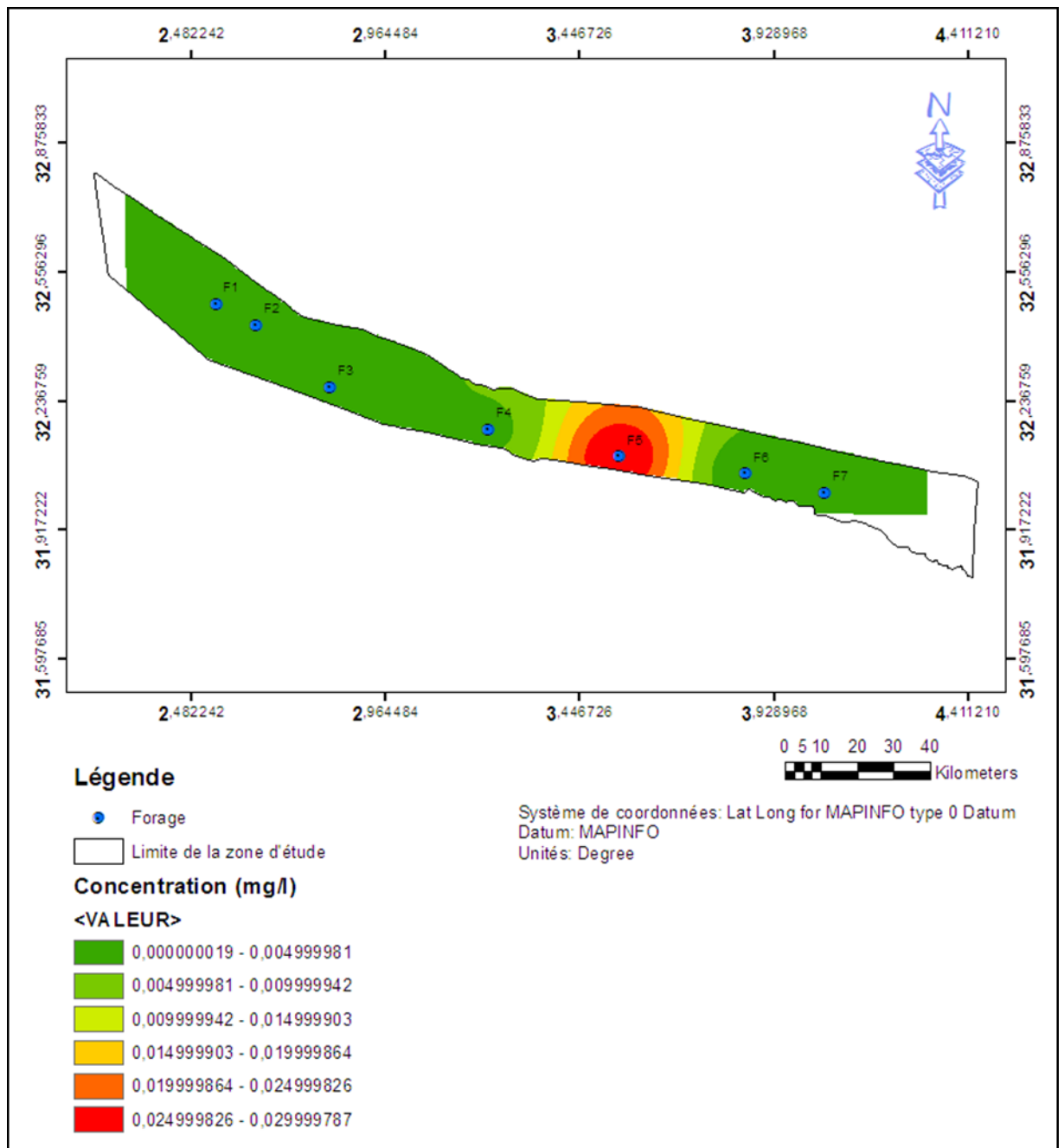


Figure 16 : Répartition spatiale de l'ammonium (NH₄⁺) de la région de Sebseb (Mai 2018).

IV-Qualité des eaux

La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche à tous les aspects du bien-être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé d'une communauté, les denrées alimentaires à

produire, les activités économiques, la santé des écosystèmes et la biodiversité. En conséquence, la qualité de l'eau a également une influence sur la détermination des niveaux de pauvreté, de richesse et d'éducation de l'homme.

IV.1-Normes Algérienne de potabilité des eaux

Tableau 01: Normes Algérienne de potabilité des eaux.

Paramètre	Norme
T (°C)	25
Ph	8,5
Conductivité électrique (µS/cm)	2800
Ca ⁺² (mg/l)	200
Na ⁺² (mg/l)	200
K ⁺ (mg/l)	20
Mg ⁺² (mg/l)	150
Cl ⁻ (mg/l)	500
SO ₄ ⁻ (mg/l)	400
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	500
NO ₃ ⁻ (mg/l)	50
PO ₄ ⁻ (mg/l)	0,2
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,2

IV.2-Paramètres physiques

L'évolution dans l'espace de la température des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable (*Figure 17*) montre que les eaux analysées, dépassent les normes Algérienne de potabilité via la température (25°C). Les valeurs du pH comprises entre 7.2 et 7.82 ce qui nous donne une eau de bonne qualité. L'évolution dans l'espace via la conductivité électrique montre des concentrations conformes aux normes Algérienne de potabilité des eaux. Donc les eaux de Sebseb sont des eaux non potables vis-à-vis de la température et surtout qu'une température supérieure à 15°C favorise le développement des microorganismes, intensifie la biodégradation et les mauvaises odeurs.

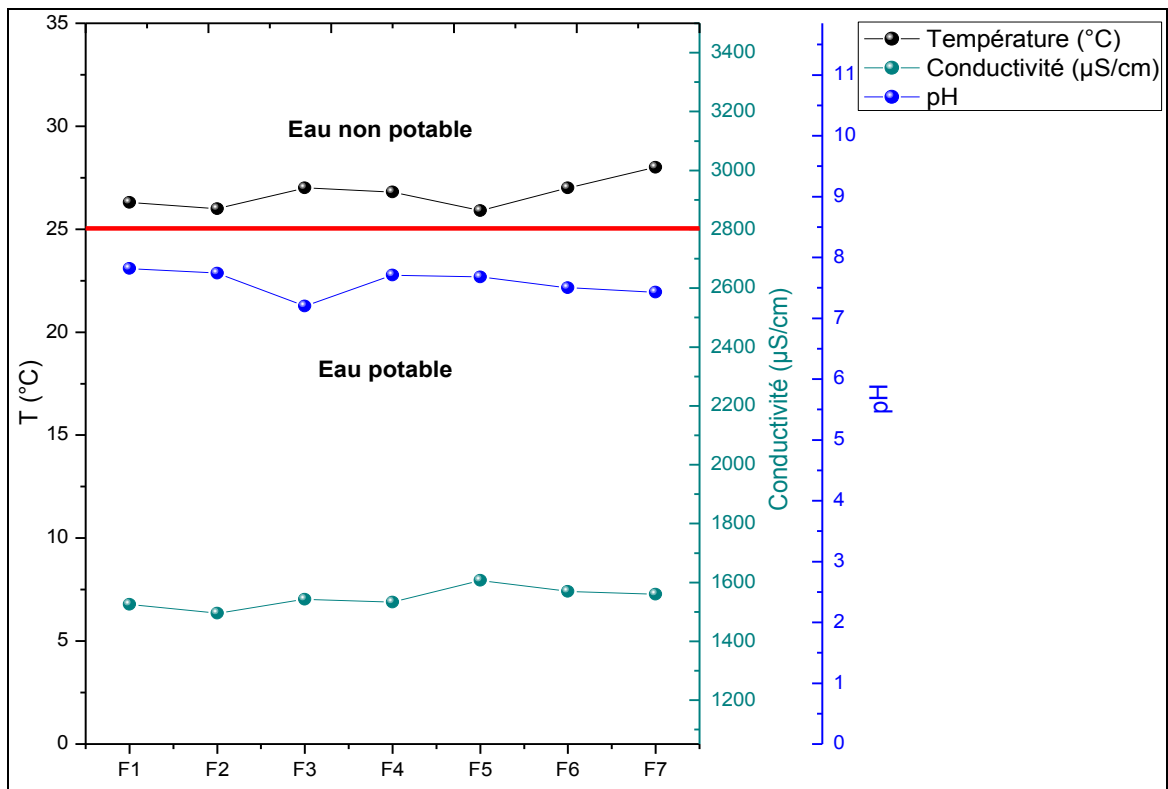


Figure 17: Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les paramètres physiques.

a-Cations :

Les eaux souterraines (*Figure 18*) montrent des concentrations conformes aux normes Algérienne des eaux potables vis-à-vis le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium pour tous les forages sans exception.

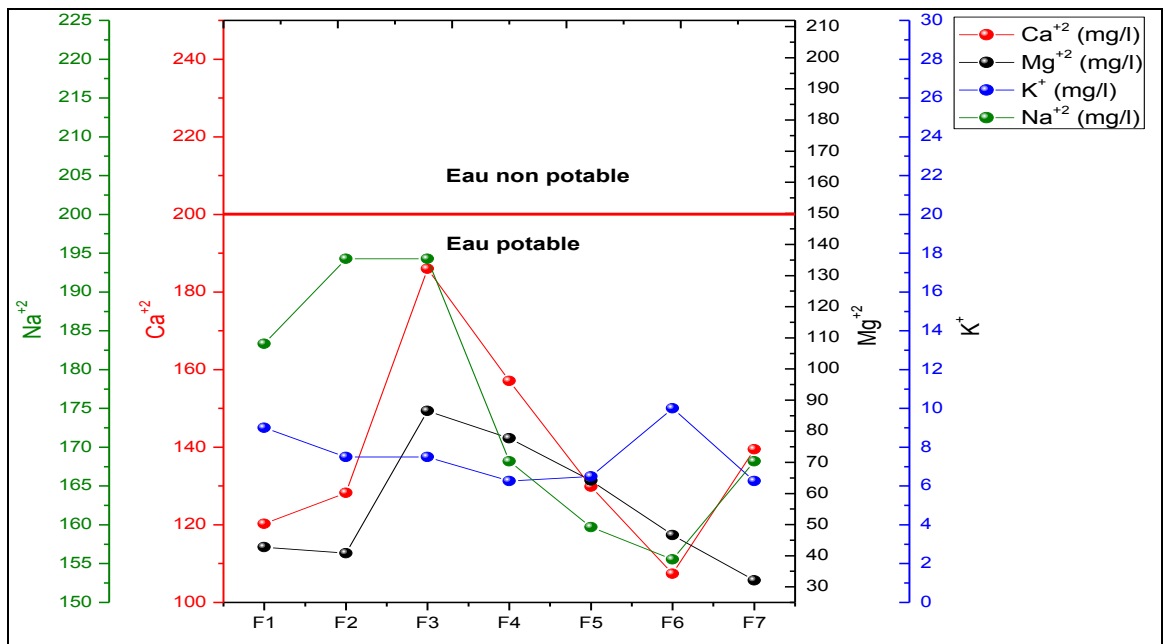


Figure 18 : Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les cations.

b-Anions :

L'évolution dans l'espace pour les eaux souterraines (Figure 19) indique le non-potabilité des eaux souterraines en sulfates, ces eaux dépassant largement les normes Algériennes de potabilité 400 mg/l et une évolution dans l'espace qui montre une potabilité via les chlorures et les bicarbonates pour toutes les eaux de forages analysées.

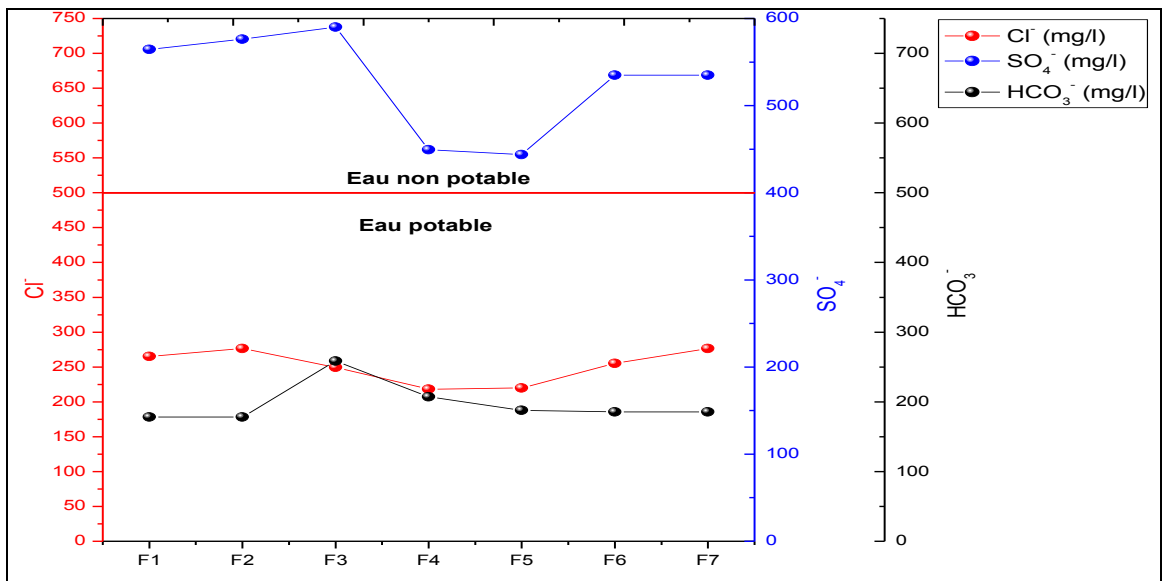


Figure 19: Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les anions.

C- Nutriments :

Des faibles concentrations dans toutes les eaux souterraines. Ces faibles concentrations reflètent une potabilité de ces eaux via les nutriments.

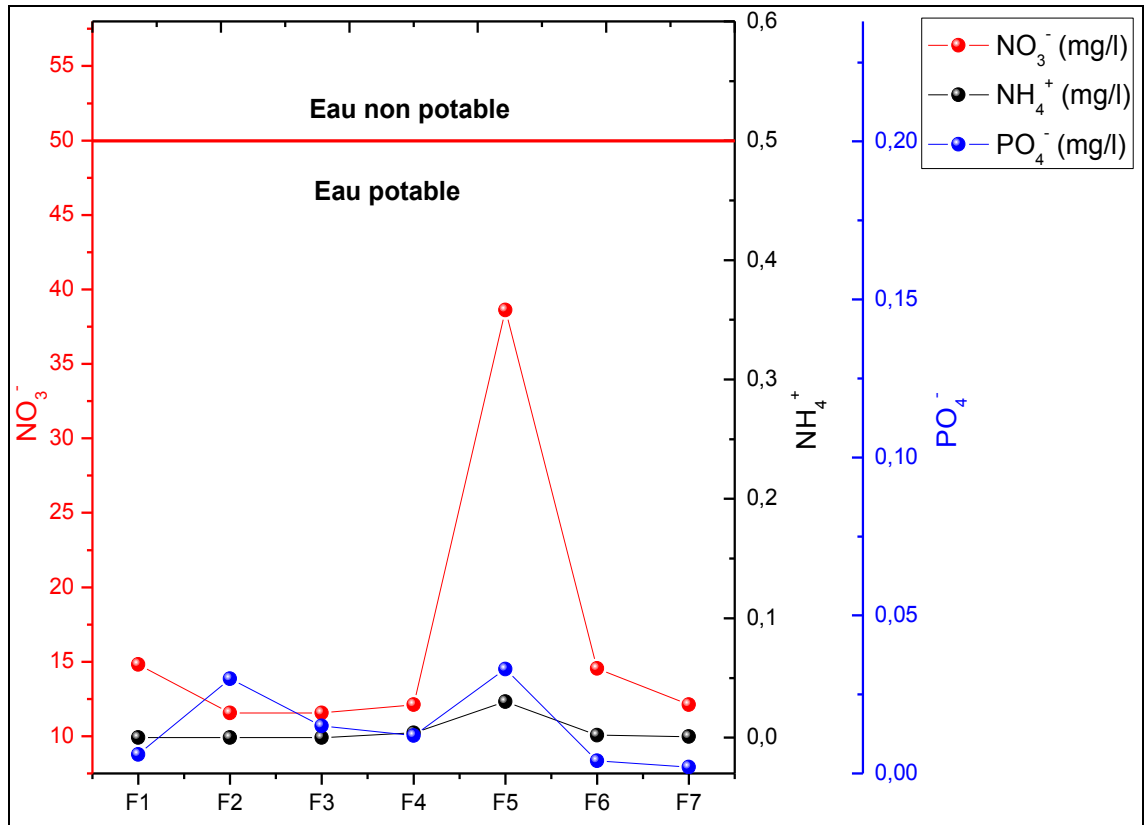


Figure 20: Qualité des eaux souterraines de Sebseb vis-à-vis les nutriments.

Conclusion

Les eaux souterraines de Sebseb montrent qu'elles sont potables via les cations et les anions sauf pour les sulfates (SO_4^-), qui se trouvent en forte concentration. Elles sont aussi potable vis-à-vis les nutriments. Tandis que les eaux souterraines, elles ne sont pas potable via la consommation humaine qu'après un traitement pour régler les problèmes des sulfates parce que les personnes pas habituées à boire de l'eau avec un niveau important de sulfate peuvent souffrir de déshydratation et de diarrhées en buvant celle-ci. Les enfants sont souvent plus sensibles au sulfate que les adultes. Par mesure de sécurité, l'eau avec un niveau de sulfate excédant 400mg/L ne devrait pas être utilisée pour la préparation de nourriture pour bébés. Des enfants plus vieux et des adultes s'habituent aux eaux dont la concentration en sulfate est élevée après quelques jours.

Logiciels utilisés

-Arcgis 10.2 : ArcGIS est une suite de logiciels d'information géographique (ou logiciels SIG) développés par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute).

ArcGIS comprend les logiciels de bureau Windows suivants:

- ArcReader, qui permet d'afficher et d'interroger des cartes créées avec les autres produits ArcGIS;
- ArcGIS Desktop (souvent appelé «ArcMap» pour le distinguer d'ArcGIS Pro), composé de quatre applications fondamentales:
 - ArcMap, pour visualiser et éditer des données spatiales en deux dimensions et créer des cartes bidimensionnelles;
 - ArcScene, pour visualiser et éditer des données spatiales en trois dimensions dans une vue projetée locale;
 - ArcGlobe, pour afficher de grands ensembles de données 3D globaux;
 - ArcCatalog, pour la gestion des données SIG et les tâches de manipulation.
- ArcGIS Pro, une nouvelle application SIG intégrée, prévoyait de remplacer à terme ArcMap et ses programmes compagnons. ArcGIS Pro fonctionne en 2D et 3D pour la cartographie et la visualisation, et inclut l'intelligence artificielle (IA).

-Origin8 pro : Origin est un logiciel de traitement et d'analyse de données scientifiques pour environnement Microsoft Windows développé par OriginLab. Il permet notamment de tracer des graphes 2D et 3D et possède des fonctions d'analyse de pics. Il est aussi capable d'importer des fichiers de divers formats tels que Excel, ASCII, Mathematica ou SigmaPlot , et d'exporter les graphes en format JPEG, GIF, TIFF etc.

-Diagrammes : Des diagrammes particuliers ont été développés pour représenter les résultats d'analyses hydrochimiques et en tirer des renseignements particuliers. L'emploi de ces diagrammes s'avère précieux, car il rend simple et directe l'interprétation d'analyses riches et difficiles à interpréter de but en blanc. Ces diagrammes toutefois n'emploient pas tous les

éléments analyses, nécessitent que certains éléments le soient absolument, et sont parfois utilisés pour un objectif spécifique (reconnaître le faciès d'une eau souterraine ou repérer des processus de salinisation par exemple).



CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale

En conclusion, cette étude nous a permis de déterminer le climat de la région de Sebseb, et les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines de la nappe albienne.

La région de Sebseb est caractérisée par un climat de type hyper aride, avec des températures très élevées en été.

La moyenne mensuelle des températures à la station météorologique est de l'ordre de 24,74 °C, elle est comprise entre 12,01 °C (Janvier) et 35,63 °C (Août).

Ces températures caractérisent le climat d'une région saharienne. Le mois le plus chaud est le mois d'Aout, avec une température de l'ordre de 43,6°C, alors que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une valeur de 21,05 °C.

Au mois de Septembre, on enregistre une précipitation moyenne mensuelle de (16,6 mm), c'est la valeur maximale caractérise le mois le plus pluvieuse, et la valeur le plus faible a été enregistrées au mois de juillet (2.1mm). Ce qui reflète la sécheresse de la région d'étude.

L'évapotranspiration potentielle (ETP), est plus importante, donc la quantité d'eau précipitée Sera vite évaporée. Un déficit (DA) agricole pendant toute l'année, et qui atteindra son maximum au mois de juillet (287.1mm). Les précipitations, le ruissellement et la réserve facilement utilisable est nulle Pendant les douze mois

Les eaux analysées sont globalement sulfatées sodique. Les eaux sulfatées sodique sont issues, en général, d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite.

L'analyse de sept échantillons d'eau de la nappe albienne de la région de Sebseb, montre que les eaux souterraines de Sebseb sont potables via les cations et les anions sauf pour les sulfates (SO_4^-), qui se trouvent en forte concentration, ce qui nécessite un traitement avant la distribution à la population.

Bibliographie

Bibliographie

Beaudry, T., Henry, T., M., (1984). Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles, 1ère, édition, INC Canada. 537 pp.

BICHI.H et BEN TAMER.F., 2006. Contribution à l'étude de la variabilité climatique dans les régions Ouargla et Ghardaïa. Thèse Ing. Eco. Université de Kasdi Marbah, Ouargla. 115p.

Djidel, M., (2008). Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette d'ouargla (Sahara septentrional, Algérie). p182

Dubief, J., (1959). Biodiversity of Pearl Millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] in Southern Algeria (Hoggar Region).

HOUICHITI, 2009 (Caractérisation d'un agro système saharien dans une perspective de développement durable : Cas d'oasis de SEBSEB (Wilaya de GHARDAIA) mémoire de magister, OUARGLA) 8p, 9p et 10p.

MUTIN.G., 1977. La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed Office Publ. Univ., Algeria, 606 p. rce spécifiée dans le document actif.

Khelfaoui, F., (2008). Ressources en eau et gestion intégrée dans le bassin versant du saf-saf (nord-est algérien)

TOUTAIN G., 1979. Élément d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Imp. JOUNE ; Paris, 276 p.

ZATOUT. M., 2012. Etude géochimique et minéralogique du Chott de Ain El Beida et de la Sebka d'Oum Erraneb Cuvette d'Ouargla-Bas Sahara. Thèse Magister en Géologie, Univ. Ouargla. 33p.

