



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

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Hydraulique et génie civil



Mémoire de Fin d'Etude
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE
Domaine: Sciences et Technologies
Filière: hydraulique
Spécialité: Ouvrage hydraulique

Thème

**Contribution à l'étude de la qualité des eaux
d'irrigation des nappes souterraines :
phréatique et C.T dans le périmètre agricole
de DEBILA**

Présenté par:

- CHOUIA Yahia
- ROUAHNA Zine Eddine

Enseignant:

GUESSEIR BELGACEM

Soutenu en Juin 2019



Dédicace

Je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont

Soutenu de près et de loin,

A ma mère, et mon père,

A mes proches, A tous mes Amis

YAHIA - ZINE EDDINE

Remerciement

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre LGEU,
notre créateur pour nous avoir donné la force pour
accomplir ce travail.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur
consultant Prf*

GUESSEIR BELGACEM

*pour nous avoir dirigé tout au long de ce travail, pour
sa Compréhension, sa patience, sa compétence, et ces
remarques qui nous ont été précieuses.*

*Nous tenons à remercier également, le président de jury et
les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en
acceptant de juger et d'évaluer notre travail.*

*Nous présentons nos chaleureux remerciements à tous ceux
qui ont contribué de près ou de loin pour
l'aboutissement de ce travail.*



Et... Merci !

Amal TAVAK

المخلص

تعتبر المياه واحدة من اهم العناصر للحياة البشرية والتي لا يمكن باي شكل من الاشكال الاستغناء عنها لأساسيتها في جميع الاستعمالات اليومية للشرب الزراعة والصناعة.

تناولنا في هذا العمل دراسة مقارنة لجودة مياه السقي في الطبقتين المائيتين الطبقة الحرة والمركب النهائي لمنطقة الدبيلة وتظهر النتائج ان مياه الطبقتين تتميز بقساوة عالية نتيجة ارتفاع التركيز المعدني للمغنيزيوم والكالسيوم وهذا راجع في الغالب الى الاصل الجيولوجي، من وجهة نظر S.A.R لا يوجد أي قيود على استخدام مياه الطبقة الحرة، وبالنسبة لمياه المركب النهائي فهي خفيفة إلى معتدلة تتطلب اهتمامًا خاصًا بالمحاصيل الحساسة.

الكلمات الأساسية: الطبقة الحرة، المركب النهائي، الصلابة، S.A.R، التركيز المعدني، كالسيوم، مغنيزيوم.

Abstract :

Water is one of the most important elements of human life, which can not be dispensed with in all its forms in all daily uses of drinking agriculture and industry.

In this work, we examined a comparative study of the quality of irrigation water in the two layers of the free layer and the final compound of the zone. The results show that the water of the two layers is characterised by high hardness due to the high mineral concentration of magnesium and calcium. This is mostly due to the geological origin. From S.A.R's point of view, there is no restriction on the use of free-layer water, and for the final composite water, it is mild to moderate requiring special attention to sensitive crops.

Key words: groundwater, terminal complex, hardness, S.A.R, Mineral concentration, Calcium, Magnesium.

Résumé

L'eau est l'un des éléments les plus importants de la vie humaine, dont on ne peut se passer pour tous les usages quotidiens de l'agriculture et de l'industrie de la boisson.

Dans ce travail, nous avons étudié une étude comparative de la qualité de l'eau d'irrigation dans les nappes phréatique et complexe terminal dans la région de Debila, montrant que les eaux des deux nappes se caractérise par une dureté élevée en raison de la forte concentration minérale de magnésium et de calcium, ceci est principalement dû à l'origine géologique

Du point de vue de S.A.R, il n'y a pas de restriction à l'utilisation de l'eau du la nappe phréatique, et pour l'eau de complexe terminal, elle est douce à modérée, nécessitant une attention particulière pour les cultures sensibles.

Mots clés : nappe phréatique, complexe terminal, Dureté, S.A.R, Concentration minérale, calcium, magnésium.

Abréviations

- **A.D.E** : Algérienne Des Eaux.
- **A.N.R.H** : Agence National des Ressource Hydrique.
- **C.T** : Complexe Terminal.
- **D.R.E** : Direction des Resource en Eau.
- **F.A.O** : Food and Agriculture Organization.
- **J.O** : Journal Officielle.
- **N.A** : Norme Algérienne de potabilité.
- **O.M.S** : L'organisation Mondiale du Santé.
- **O.N.M** : Office National Météologique.
- **S.A.R** : Sodium absorption ratio.
- **U.N.E.S.C.O** : United nation education science culture and organization.

Liste des figures

Figure.I.01 : Carte de situation géographique de la région de DEBILA.....	4
Figure.I.02 : Températures moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017).....	6
Figure.I.03 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017).....	7
Figure.I.04 : Evaporations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017).....	8
Figure.I.05 : Humidités moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017).....	8
Figure.I.06 : Insolations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017).....	9
Figure.I.07 : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Gmar (2008-2017).....	10
Figure.I.08 : place de la région de Debila dans le climagramme d'Emberger.....	11
Figure.I.09 : Diagramme Ombrothémique de Bagnouls et Gausson de la région de Debila (2008-2017).....	13
Figure I.10 : la litho stratigraphique du forageF1 (A.N.R.H ; 1993).....	15
Figure I.11 : Carte géographique du limite et le système aquifère C.T et C.I (UNISCO, 1972)	17
Figure I.12 : coupe hydrogéologique du système aquifère du Sahara (UNESCO, 1972).....	18
Figure I.13 : Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement..... (Cote Marc, 2006).....	19
Figure I.14 : Carte piézométrique de la limite du nappe complexe terminal et les sens d'écoulement (Baba SY et al ; 2006).....	21
Figure.III.01 : Localisation des points d'eau échantillonnés.....	33
Figure.IV.01 : Valeurs du PH pour l'irrigation.....	46
Figure.IV.02 : Valeurs de la Température (c°).....	47
Figure.IV.03 : Valeurs de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour l'irrigation.....	48
Figure.IV.04 : Valeurs du Résidu sec (mg/l).....	49
Figure.IV.05 : Valeurs de duretés en (mg/l).....	50
Figure.IV.06 : Valeurs de calcium Ca^{2+} (mg/l).....	51
Figure.IV.07 : Valeurs de Magnésium Mg^{2+} (mg/l).....	52
Figure.IV.08 : Valeurs de Sodium Na^{+} (mg/l).....	52
Figure.IV.09 : Valeurs de Potassium K^{+} (mg/l).....	54
Figure.IV.10 : Valeurs de Chlorure (mg/l).....	55
Figure.IV.11 : Valeurs des Sulfates SO_4^{-} (mg/l).....	55
Figure.IV.12 : Valeurs des bicarbonates HCO_3^{-} (mg/l).....	56
Figure.IV.13 : Valeurs des Nitrates NO_3^{-} (mg/l).....	57

Figure.IV.14 : Valeurs des Nitrates NO_2^- (mg/l).....	58
-----------------------------------------------------------------	----

Liste des photos

Photo.III.01 : Appareil PH mètre	35
Photo.III.02 : thermomètre.	36
Photo.III.03 : Spectrophotomètre d'absorption atomique.	37
Photo.III.04 : Appareil conductivimètre.	37
Photo.III.05 : Titration.	38
Photo.III.06 : dessiccateur et balance.....	39
Photo.III.07 : Burette.....	39

Liste des tableaux

Tableau.I.01 : Données climatiques de la région de Debila (2007-2017).....	5
Tableau.I.02 : classification du climat de la région.....	12
Tableau II.01 : Teneurs maximales d'éléments des eaux d'irrigation.....	26
Tableau II.02 : Teneurs maximales des métaux lourds	27
Tableau II.03 : Journal officielle de R.A.D.P No41 le 15/07/2012.....	28
Tableau II.04 : Risque de SAR.....	29
Tableau.III.01 : Forages de complexe terminal C.T choisis (A.D.E, 2019)	34
Tableau.III.02 : Forages de la nappe phréatique choisis (D.R.E., A.D.E, 2019)	34
Tableau IV.01 : Analyses physico-chimique de la nappe C.T en (mg/l).	43
Tableau IV.02 : Analyses physico-chimique de la nappe phréatique en (mg/l).	44
Tableau.IV.03 : Valeurs du PH.	46
Tableau.IV.04 : Valeurs de la Température (°C).	46
Tableau.IV.05 : Valeurs de la conductivité électrique (µS/cm).	47
Tableau.IV.06 : Valeurs de Résidu sec (mg/l).	48
Tableau.IV.07 : relatif aux duretés (mg/l).	49
Tableau.IV.08 : Valeurs de calcium Ca ²⁺ (mg/l).....	50
Tableau.IV.09 : Valeurs de Magnésium Mg ²⁺ (mg/l).	51
Tableau.IV.10 : Valeurs de Sodium Na ⁺ (mg/l).	52
Tableau.IV.11 : les analyses de SAR.	53
Tableau.IV.12 : Valeurs de Potassium K ⁺ (mg/l).	53
Tableau.IV.13 : Valeurs de Chlorure Cl ⁻ (mg/l).....	54
Tableau.IV.14 : Valeurs des Sulfates SO ₄ ⁻ (mg/l).....	55
Tableau.IV.15 : Valeurs des bicarbonates (mg/l).....	56
Tableau.IV.16 : Valeurs des Nitrates NO ₃ ⁻ (mg/l).	57
Tableau.IV.17 : Valeurs des Nitrites NO ₂ ⁻ (mg/l).....	57

Sommaire

Remerciement	
Résumé	
Abréviations	
Liste des photos	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude	
I.1. Présentation de la région d'étude :	3
I.1.1. Localisation de la région de Debila :	3
I.1.2.présentation du périmètre agricole de la région de Debila :.....	4
I.1.3. Climatologie :	5
I.1.3.1. Le but de l'étude climatologique	5
I.1.3.2. Données météorologiques de la région de Debila :.....	5
I.1.3.2.1. Température :.....	6
I.1.3.2.2. Précipitations :.....	6
I.1.3.2.3. Evaporation	7
I.1.3.2.4. Humidité	8
I.1.3.2.5. Insolation.....	9
I.1.3.2.6. Vent	9
I.1.3.2. Climagramme d'Emberger :	10
I.1.3.3. Indice d'aridité :	12
I.1.3.4. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de Debila :	12
I.1.4. Géologie régionale de Debila :	13
I.1.4.1.Formation de l'ère secondaire :.....	13
I.1.4.2.Formation de l'ère Tertiaire :	16
I.2.présentation des nappes aquifère de la région de Debila :	17
I.2.1.Nappe Phréatique :	18
I.2.2.Nappe Complexe Terminal (CT) :	20
I.2.Conclusion :	22

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique

II.1. Qualité de l'eau d'irrigation :	24
II.1.1. Introduction :	24
II.1.2. Caractéristique des eaux d'irrigation :	24
II.1.2.1. contrôle de la qualité de l'eau :	24
II.1.2.2. Caractéristique chimiques :	26
II.1.2.3. Paramètre Physico-chimique et les éléments toxiques :	27
II.1.2.4. SAR dans l'eau d'irrigation :	29
II.2. Conclusion :	30

Chapitre III : Matériels & Méthodes

III.1. Introduction :	32
III.2. Choix des stations d'étude :	32
III.3. Conditions et mode d'échantillonnage :	35
III.4. Appareils utilisés et mode opératoire :	35
III.4.1. potentiel hydrogène "PH" :	35
III.4.2. Calcium :	36
III.4.3. Température :	36
III.4.4. Magnésium :	36
III.4.5. Conductivité électrique :	37
III.4.6. Sodium :	38
III.4.7. Potassium :	38
III.4.8. Anhydrique carbonique :	38
III.4.9. Sulfates :	39
III.4.10. Chlorures :	39
III.5. Conclusion :	40

Chapitre IV : résultats et discussions

IV.1. Introduction :	42
IV.2. Les paramètres physico-chimiques :	45
IV.2.1. Potentiel hydrogène (PH) :	45
IV.2.2. Température (°C) :	46
IV.2.3. Conductivité électrique CE :	47
IV.2.4. Résidu sec (RS) :	48
IV.2.5. Titre Hydrotimétrique :	49

IV.2.6. Calcium Ca^{2+} :	50
IV.2.7. Magnésium Mg^{2+} :	51
IV.2.8. Sodium Na^{+} :	52
IV.2.9. Sodium Adsorption Ratio (S.A.R) :	53
IV.2.10. Potassium K^{+} :	53
IV.2.11. Chlorures Cl^{-} :	54
IV.2.12. Sulfate SO_4^{-} :	55
IV.2.13. Bicarbonates HCO_3^{-2} :	56
IV.2.14. Nitrates NO_3^{-} :	56
IV.2.15. Nitrites NO_2^{-2} :	57
IV.3.Conclusion :	58
Conclusion général	61

Introduction générale

Introduction générale

Les ressources en eau généralement proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelable et non renouvelable.

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, et servent de ressource- tampon en périodes de sécheresse.

Pour la région de Debila est comme tout le Sahara Septentrional Algérienne, l'essentiel des ressources en eau d'irrigation est constitué par les eaux souterraines. Ces dernière contenues dans les formations du phréatique et du complexe terminal (C.T). Bien que ces nappes forte la richesse hydrique de cette région elles posent par contre certaines contraintes à savoir la minéralisation plus ou moins élevée, agressivité, dureté élevée entartrage, salinité etc...

Pour toutes ces raisons, nous avons jugé utile d'apporter notre contribution par cette étude comparative de la qualité des eaux d'irrigation de ces deux nappes souterraines.

Pour cela, nous avons structuré notre étude en quatre chapitres :

- **Chapitre I** : présentation de la commune de Debila dans sur contexte géographique secondée d'une étude climatique, topographique et hydrogéologique
- **Chapitre II** : synthèse bibliographique concernant la nappe phréatique et la nappe souterraine le complexe terminale, et la qualité des eaux d'irrigation.
- **Chapitre III** : matériel et méthodes d'analyse :
 - ✓ Choix des stations d'étude.
 - ✓ Matériel utilisé.
 - ✓ Méthode d'analyse.
- **Chapitre IV** : partie expérimentale et interprétation des résultats suivie d'une conclusion et la preuve.

CHAPITRE I

Présentation de la région d'étude

CHAPITRE I : Présentation de la région d'étude

I.1. Présentation de la région d'étude :

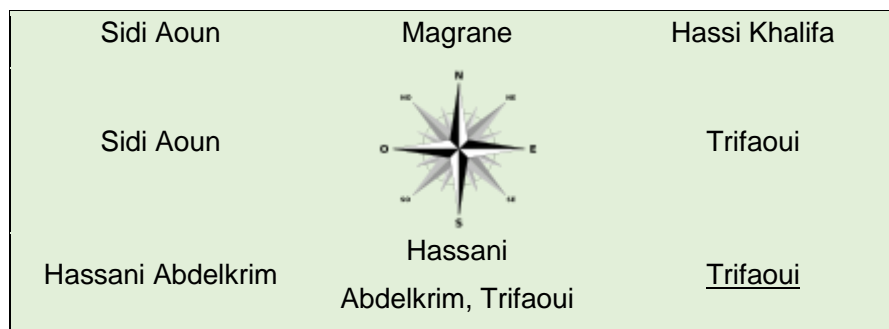
I.1.1. Localisation de la région de Debila :

La commune de Debila se situe dans le côté Est de la wilaya d'El-Oued, la distance entre elle et le chef-lieu de wilaya est de 20 Km, elle a une superficie de 78 Km² avec cinq localités (Akfadou ; Debila ; Djamaa Mida ; Djedeida et Drimini). Sa population est estimée à 29355 habitants avec une densité de 377hab/km².

La commune est située au-dessus du niveau de la mer avec une altitude de 56 m, elle est limitée par les deux lignes de latitude 33.5063 et de longitude 6.93799 (Nord 33°30'23") et (Est 6°56'17").

La commune de Debila est limitée :

- Au Nord par la commune de Magrane.
- Au Nord-est par la Commune de Hassi Khalifa.
- Au Sud par la Commune de Trifaoui.
- à l'Est par la Commune de Trifaoui et Commune de Hassi Khalifa.
- à l'Ouest : Commune de Sidi Aon et Commune de Hassani Abdelkrim.



I.1.3. Climatologie :**I.1.3.1. Le but de l'étude climatologique**

La connaissance des caractéristique hydro climatologique est très important pour notre étude, il est indispensable pour évaluer l'alimentation de réservoir souterraine par l'infiltration et pour l'établissement d'un bilan hydrique

I.1.3.2. Données météorologiques de la région de Debila :

Puisque la région de Debila est située dans la Sahara donc le climat est saharien sec et chaud ont été, froid et sec en hiver

Le tableau suivant présente les données climatiques de 10 ans (2007-2017) de la région de Debila

Tableau.I.01 : Données climatiques de la région de Debila (2007-2017)**(O.N.M de Guemar)**

mois	T max	T min	préc	évap	hum	T moy	Inso	vent
Jan	17,06	5,59	18	60,47	66,8	10,82	238,05	2,42
Fév	19,35	6,66	3,7	84,1	55,5	12,64	249,47	2,82
mars	24,18	10,83	4,64	121,9	49,6	17,31	278,35	3,41
avril	28,09	14,67	5,03	169,35	43,7	21,27	290,89	4,45
mai	33,53	19,59	4,67	201,94	39,8	26,53	315,81	4,75
Juin	38,4	24,06	1,43	210,15	34,8	31,26	347,94	4,24
Juil	41,7	26,86	0,31	256,14	31,2	34,25	353,95	3,97
aout	41	26,94	1,01	218,73	34,5	33,84	333,11	3,58
Sep	35,39	22,89	7,47	166,33	46,6	28,87	275,68	3,54
Oct	30,1	17,74	9,49	120,12	53	23,48	264,14	2,55
nov	22,52	11,03	12,03	78,27	59,9	16,26	234,68	2,59
Déc	17,74	6,54	7,96	63,04	66,3	11,56	232,22	2,79
moy	29,09	16,12	6,31	145,88	48,48	22,34	284,52	3,43

- T max : température maximale (°C)
- T min : température minimal(C°)
- Préc : précipitation (mm)
- Evap : évaporation (mm)
- Hum : humidité (%)
- T moy : température moyenne (C°)
- Inso : insolation (heure)

I.1.3.2.1. Température :

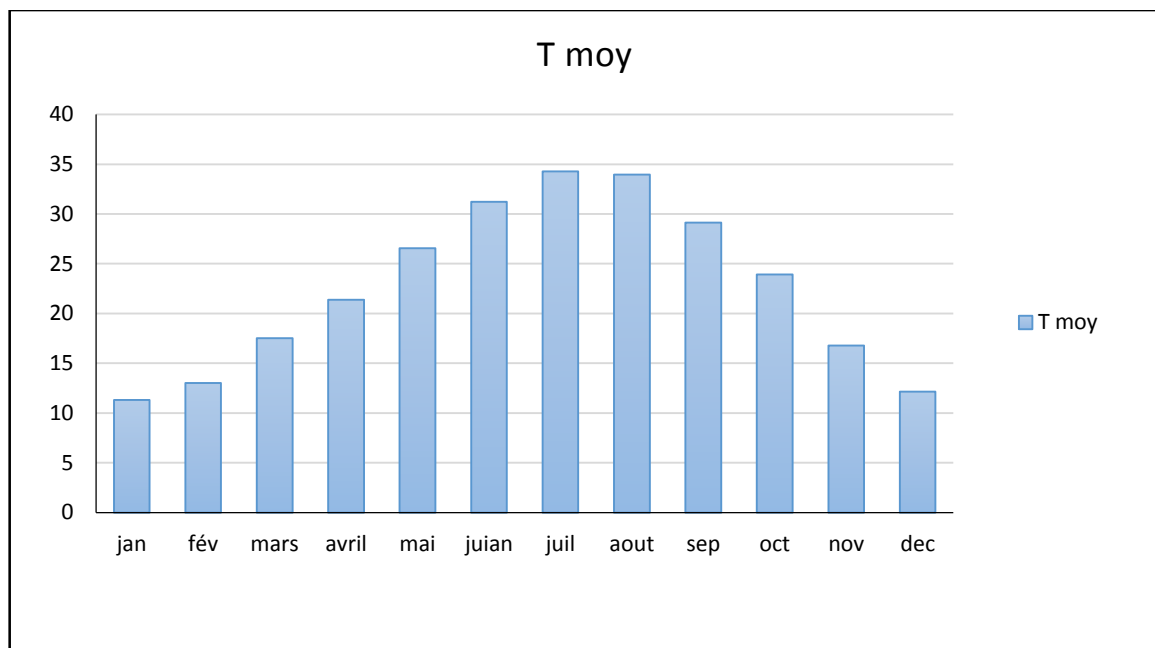


Figure.I.02 : Températures moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017)

A partir le graphique de la colonne des températures moyennes on observe que :

La température moyenne mensuelle est maximale au mois de juillet avec une valeur de 34.25 c° et une valeur minimale au mois de janvier avec l'ordre de 10.82 c°

I.1.3.2.2. Précipitations :

Les précipitations désignent les gouttes d'eau ou les cristaux de glace qui, formés après condensation et agglomération dans les nuages, deviennent trop lourds pour se maintenir en suspension dans l'air et tombent au sol ou s'évaporent avant de l'atteindre. Ces précipitations sont de plusieurs natures : la pluie, la neige et la grêle comptent parmi les plus fréquentes.

Selon les données climatiques du tableau nous avons établi la courbe de variation moyenne mensuelle des précipitations suivante :

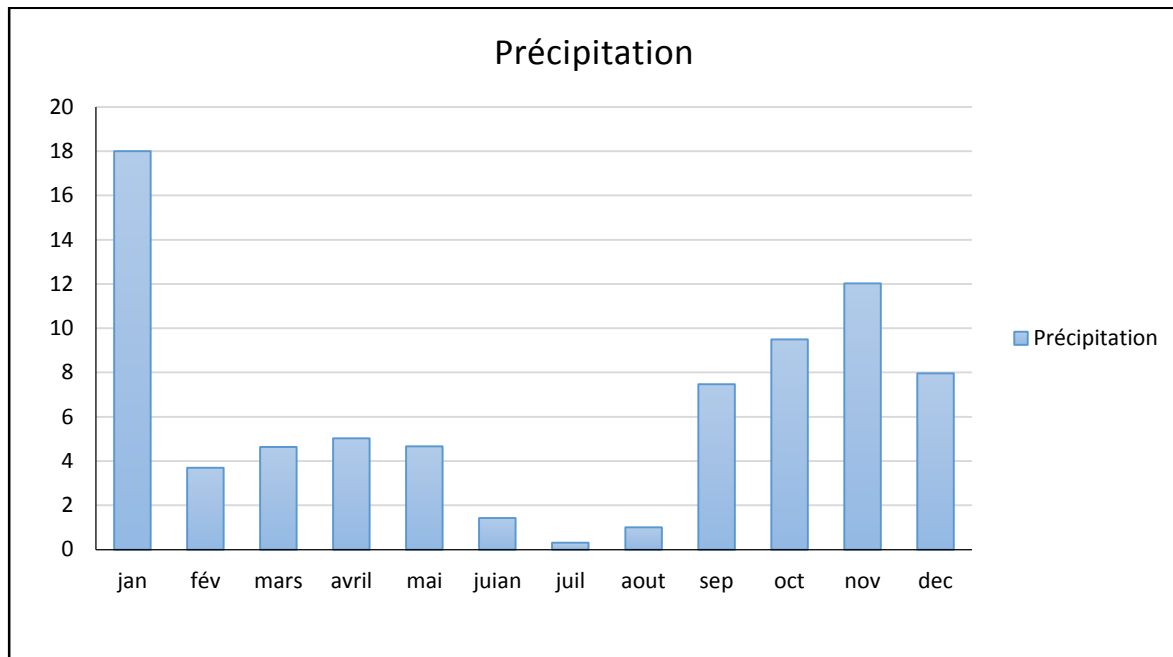


Figure.I.03 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017)

À partir cette courbe on conclut que :

Le mois de janvier est le plus arrosé avec 18 (mm) ; et le mois de juillet est le moins arrosé avec 0.13 (mm).

I.1.3.2.3. Evaporation

Nous remarquons un maximum d'évaporation moyenne mensuelle de l'ordre de 256.14 (mm) au mois de juillet et minimum au mois de janvier 60,47 (mm).

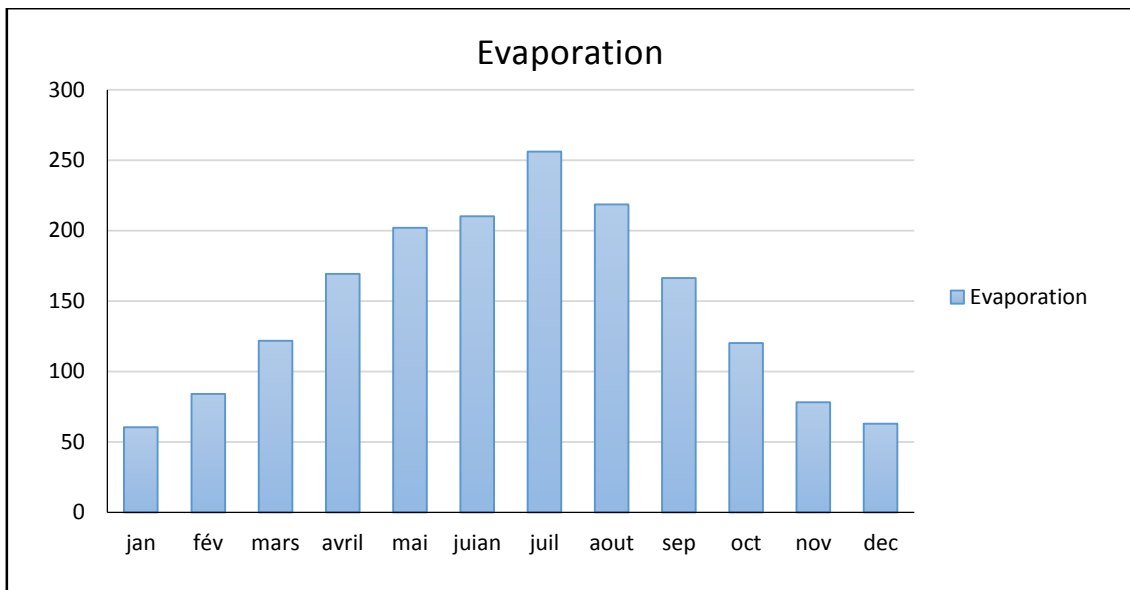


Figure.I.04 : Evaporations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017)

I.1.3.2.4. Humidité

L'humidité est en fonction des saisons, nous enregistrons un maximum de 66.8 % au mois de janvier et un minimum de 31.2 % au mois de Juillet.

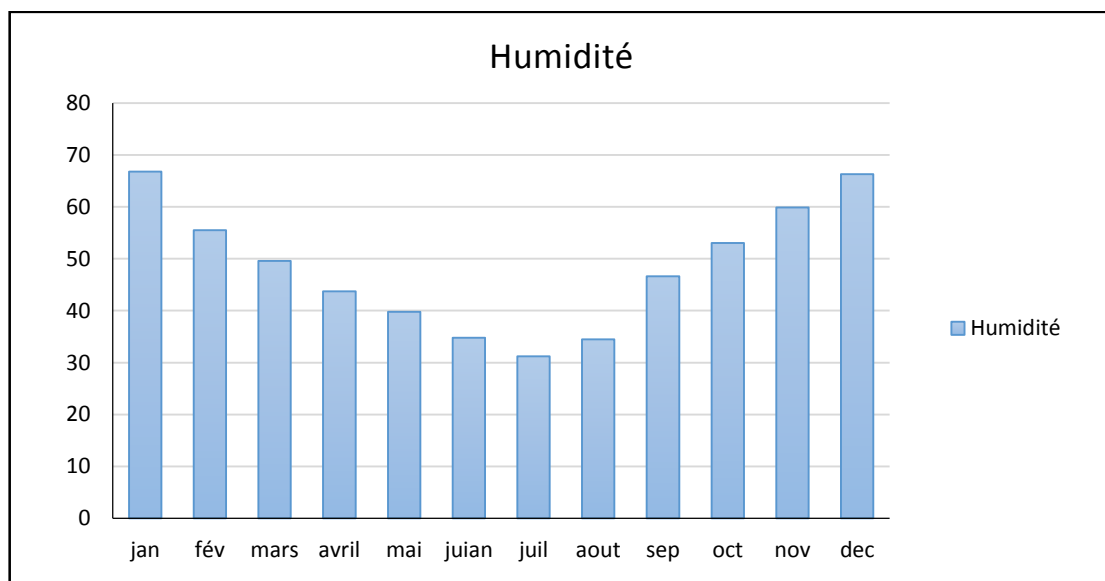


Figure.I.05 : Humidités moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017)

I.1.3.2.5. Insolation

La brillance du soleil est maximum au cours du mois de juillet avec 353.95 heures et le mois de décembre le moins insolation par 232,22 heures.

La moyenne annuelle de rayonnement solaire dans la région de Debila est 3396.29 heures.

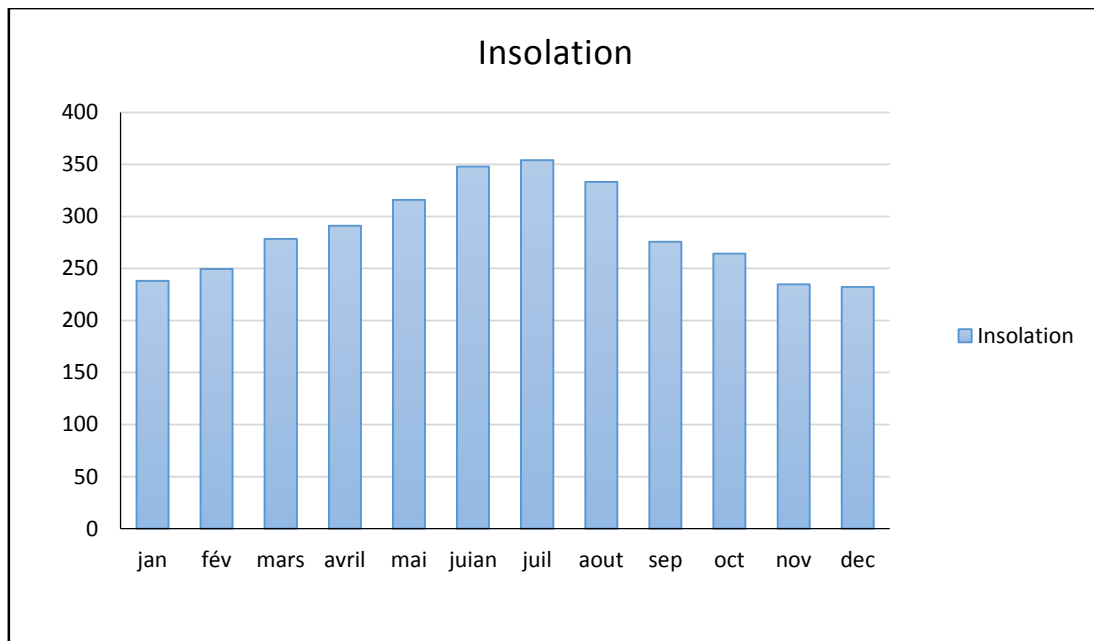


Figure.I.06 : Insolations moyennes mensuelles à la station de Guemar (2008-2017)

I.1.3.2.6. Vent

Les vents dominants sont surtout ceux du printemps provenant d'Ouest au Nord- Ouest. Les vents les plus forts soufflent en fin d'hiver, début printemps. Les vents de sable arrivent pendant, le mois de Juin et parfois en Juillet

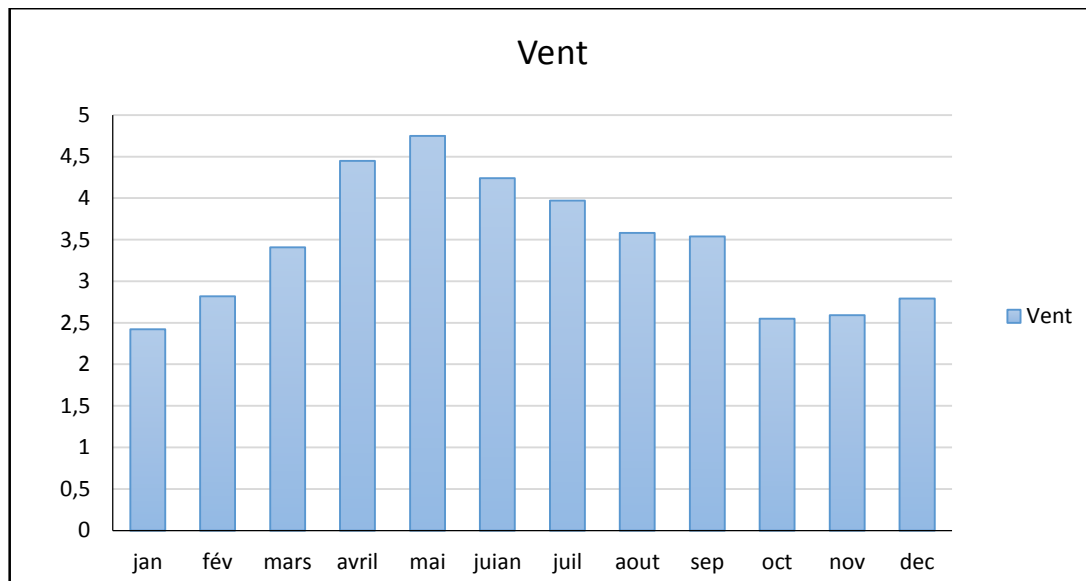


Figure.I.07 : Vitesses moyennes mensuelles des vents à la station de Gmar (2008-2017)

I.1.3.2. Climagramme d'Emberger :

Le Climagramme d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée

L'indice est égal au quotient pluviométrique d'Emberger qui peut s'écrire selon STEWART, (1969) in (SAKHRI, 2000)

$$Q2=3.43 P/(M-m)$$

Soit :

- Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger (1955) modifié par Stewart (1968) pour l'Algérie et le Maroc
- P : la somme des précipitations annuelles exprimées en (mm).
- M : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°C)
- m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°C).

Le calcul de l'indice d'après les données de notre région :

$$P= 75.74 \quad M=41.7 \quad m=5.59$$

$$Q2=3.43*75.74/(41.7-5.59)$$

$$Q2=7.19 \text{ mm/c}^\circ$$

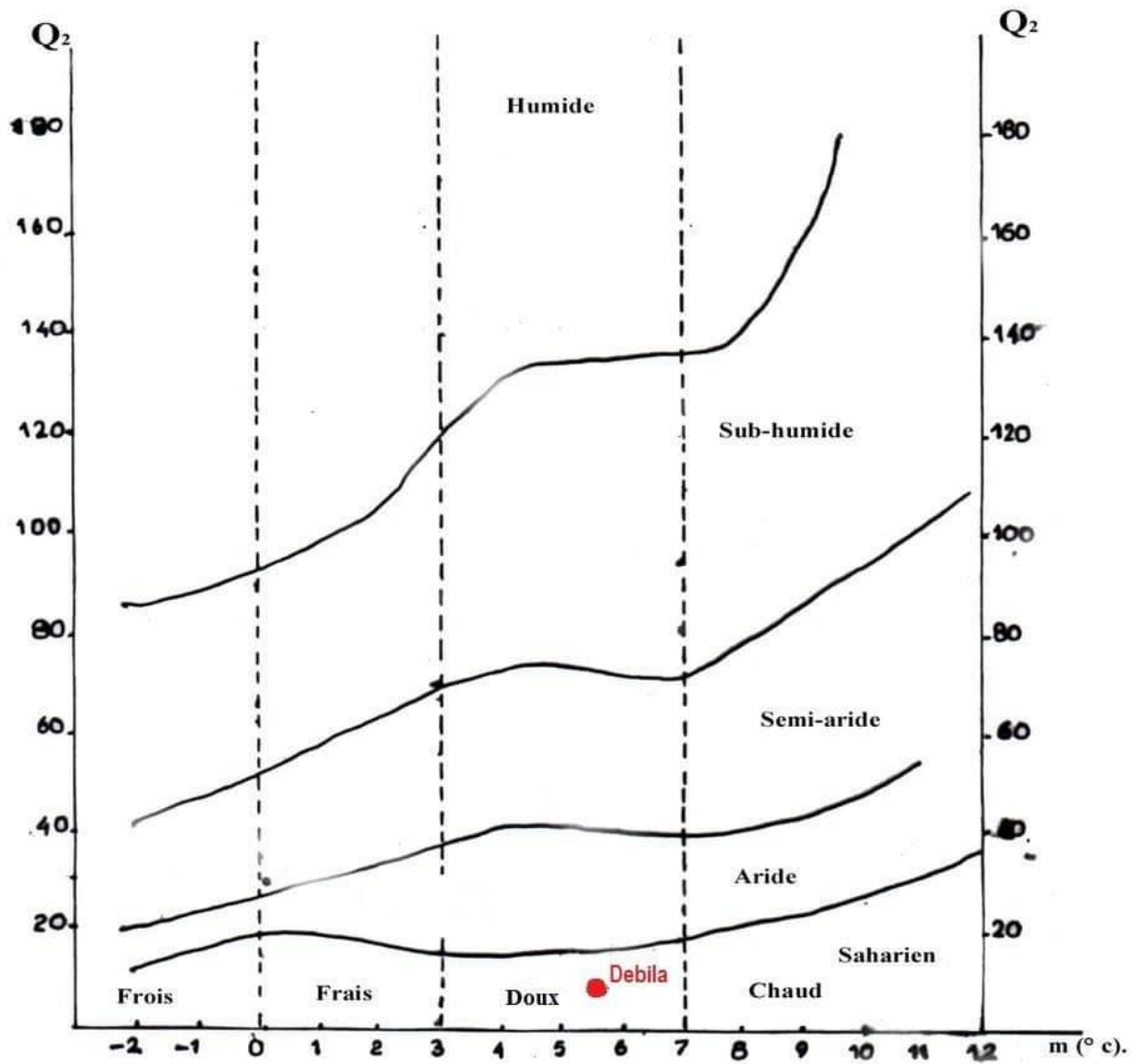


Figure.I.08 : place de la région de Debila dans le climagramme d'Emberger

I.1.3.3. Indice d'aridité :

L'indice d'aridité (De Martonne, 1923) est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles en (mm) et la moyenne des températures annuelles en (°c), en appliquant par la formule suivant :

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

Avec :

- I : l'indice d'aridité
- P : précipitation moyenne annuelle en (mm)
- T : température moyenne annuelle en (c°)

Dans notre étude les valeurs est :

$$P=75.74 \text{ (mm)} \quad T=22.34 \text{ (c}^\circ\text{)}$$

$$I=75.74/(22.34+10) = 2.34$$

Sur la base des fourchettes de l'indice d'aridité fixées par De Martonne, nous pouvons tirer le type de climat de notre région d'étude

Tableau.I.02 : classification du climat de la région

Indice d'aridité	classification
0 < I < 5	Climat hyperaride
5 < I < 7,5	Climat désertique
7,5 < I < 10	Climat steppique
10 < I < 20	Climat semi-aride
20 < I < 30	Climat tempéré

D'après le tableau notre région est caractérisée par un climat hyper aride

I.1.3.4. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de Debila :

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations moyennes mensuelles(P) et les températures moyennes mensuelles (T), qui sont portées sur des axes où l'échelle de la température est double de la pluviosité. $P=2T$

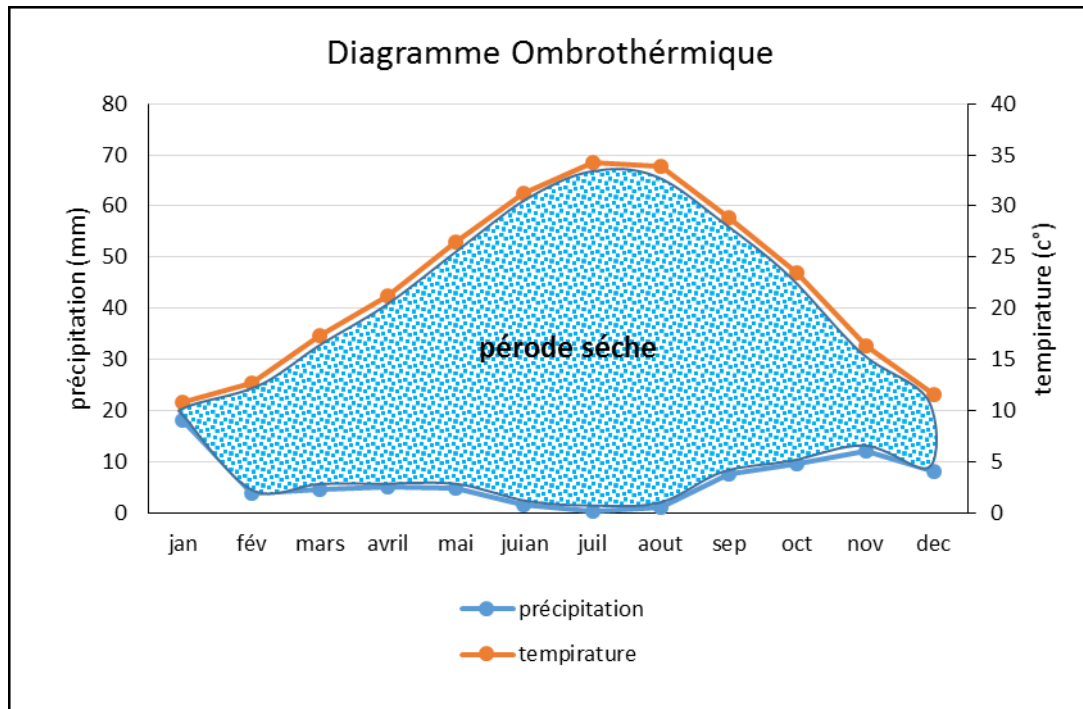


Figure.I.09 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Debila (2008-2017).

Le diagramme d'Ombrothermique montre que la période sèche dure toute l'année dans la région de Debila, ce qui nécessite la pratique de l'irrigation annuellement.

I.1.4. Géologie régionale de Debila :

D'après (Cornet 1964 ; Bel 1968) et les coupes de sondages établies à partir des forages, les profondeurs des étages varient d'une région à l'autre.

Sur la base des logs de forage l'Albien faite par (A.N.R.H 1993) sur la région de Debila, nous citons les principes strates repérées dans notre région, en allant de la plus ancienne vers la plus récente

I.1.4.1. Formation de l'ère secondaire :

- ❖ **Barrémien** : cet étage est capté par tous les forages du continental intercalaire réalisés dans cette région ; il présente une lithologie d'alternance de grès avec passages d'argiles et parfois des intercalaire de calcaire dolomitique, on rencontre également du sables avec présence de silex, l'épaisseur moyenne de cette étage est de l'ordre de 200à230 mètres.
- ❖ **L'Aptien** : comme le Barrémien, ce dernier est constitué principalement par des formations dolomitiques, marneuses et marno-calcaire. D'après les coupes géologiques

des forages réalisés dans la région, l'Aptien est le seul étage dont l'épaisseur ne dépasse pas 30 mètres

❖ **L'Albien** : Cet étage est constitué par une alternance de marnes, de grès de sable et par des calcaire avec passages de silex et d'argile. la limite inférieure est constituée par le toit de la barre aptienne, alors que sa limite supérieure se caractérise par l'apparition des faciès argilo carbonatés. D'après les courbe de sondages des forages Albien, l'épaisseur de de cet étages varie de 100 à 150 mètres; dans d'autres endroits elle peut atteindre 200 mètres.

❖ **Le Vraconien** : C'est en fait, une zone de transition entre l'Albien sableux et le Cénomaniens argilo carbonaté. Cet étage est constitué principalement d'une alternance irrégulière de niveaux argilo dolomitique. On montre aussi des argiles sableuse et de rares passées de grès à ciment calcaire.

Dans cette zone d'étude, l'épaisseur de cet étage varie entre 250 à 300 mètres

❖ **Le Cénomaniens** : Cet étage est constitué par une alternance de dolomies, de calcaire dolomitique, d'argile et d'anhydrites. Il est joue le rôle d'un écran imperméable.

Quant aux limites de cet étage, on peut dire que la limite inférieure est caractérisée par l'apparition d'évaporites et de dolomies qui la distingue nettement, la limite supérieure caractérisée par l'apparition d'évaporites et de calcaire correspondants à la limite inférieure de Turonien.

❖ **Le Turonien** : cet étage représente la base du complexe terminale. Il est généralement carbonaté et constitué par des calcaire dolomitique et des dolomies micro cristallines compactes avec des intercalation de calcaire turoniens et parfois de marnes. Les forage de la région montrent clairement que son épaisseur varie d'un endroit à un autre, elle dépasse parfois 650 mètres.

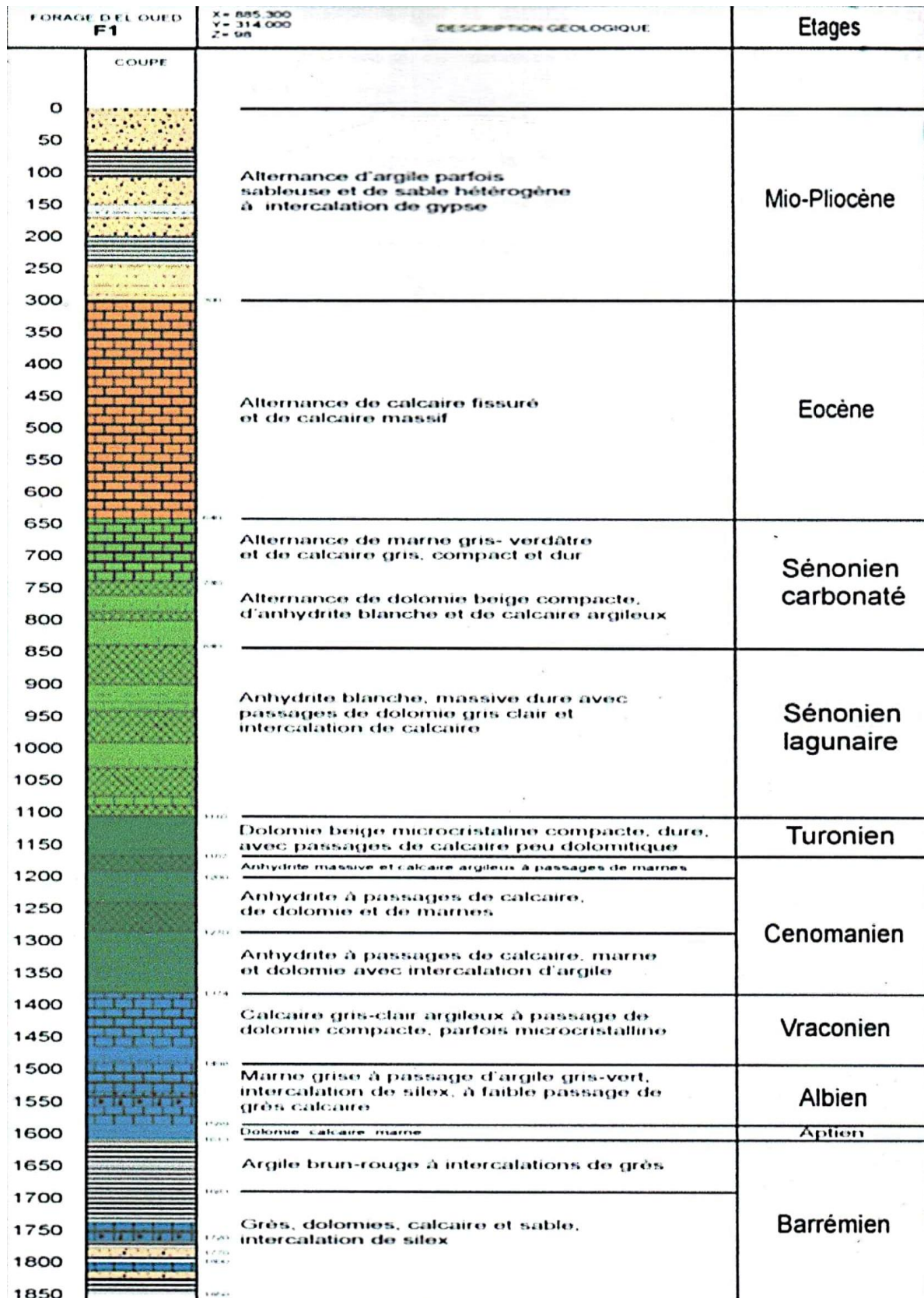


Figure I.10 : la litho stratigraphique du forage F1 (A.N.R.H ; 1993)

❖ **Le Sénonien** : la plupart des études géologiques effectuées à travers le Sahara algérien montrent que le Sénonien est formé de deux ensembles très différents du point de vue faciès : l'un correspond au sénonien lagunaire situé à la base et l'autre au sénonien carbonaté au sommet :

- *Sénonien lagunaire* : la limite de ce sous étage est bien distinguée. Le sénonien lagunaire est caractérisé par un faciès évaporé avec des argiles ou ces derniers sont aisément différenciés de ceux du Turonien. Il est constitué également d'anhydrites, de calcaire dolomitique d'argiles et surtout les bancs de sel massif dont l'épaisseur avoisine 150 mètres. La limite supérieure de cette formation coïncide avec le toit de la dernière intercalation anhydride.
- *Le Sénonien carbonaté* : ce second sous étage est constitué par des dolomies, des calcaires dolomitiques avec des intercalations marno-argileuses et en grande partie par des calcaires fissurés. Son épaisseur dépasse parfois 300 mètres.

Il faut mentionner par ailleurs l'existence d'une continuité lithologique entre le Sénonien carbonaté et l'Eocène, qui présentent des calcaires de même nature avec présence de nummulites.

I.1.4.2. Formation de l'ère Tertiaire :

- ❖ **L'Eocène** : il est formé par des sables et des argiles, parfois en rencontre des gypses et des graviers. Dans cette région, l'Eocène est carbonaté à sa base, sa partie supérieure est marquée par des argiles de type lagunaire. L'épaisseur de cet horizon varie entre 150 à 200 mètres.
- ❖ **Le Mio-pliocène** : il repose en discordance indifféremment sur le primaire d'une part et sur la Crétacée inférieure, le Turonien, le Cénomane et l'Eocène d'autre part, il appartient à l'ensemble appelé communément Complexe terminal (C.T). La plupart des coupes de sondage captant cet horizon, montrent que le Mio-pliocène est constitué par un empilement de niveaux alternativement sableux, sablo-argileux avec des intercalations gypseuses et des passées de grès. Sur toute l'étendue du Sahara oriental, Bel et Demargne séparent cet horizon en 4 niveaux.
 - *Niveau argileux* : il est peu épais et existe uniquement dans la zone centrale du Sahara oriental. Avec l'Eocène lagunaire, les argiles de la base du Mio-pliocène constituent une barrière peu perméable entre les nappes du Sénonien-Eocène carbonatées et celle du Pontien sableux.

- Niveau grès sableux : c'est la plus intéressant sur le plan hydrogéologique, son épaisseur reste presque régulière sur toute l'étendue du Sahara oriental. A sa base, on trouve parfois des graviers alors que le sommet se charge progressivement d'argiles. C'est à ce niveau que se rattache le principal horizon aquifère du Complexe Terminal.
- Niveau argileux : il ne présente pas un grand intérêt du point de vue hydrogéologique, ce niveau renferme des lentilles sableuses qui peuvent former le 4^{ème} niveau du Miopliocène.
- Niveau sableux : Ce niveau constitué le 2^{ème} horizon aquifère du Complexe Terminal, du point de vue hydrogéologique, ces niveaux sableux présentant un grand intérêt car ils correspondent pour ainsi dire à la nappe des sables du Complexe Terminal.

I.2.présentation des nappes aquifère de la région de Debila :

La région de Debila est comme la plupart des oasis du Sahara septentrional, les seul ressources hydrique disponible pour l'irrigation sont les nappes souterraines. Celle de la région de Debila, sont contenus dans des formations aquifère de nature différents. A l'échelle régionale et du pays, les auteurs (Baba SY, 2005 ; Castany, 1982 ; UNISCO, 1972)

D'après les études hydrogéologiques, nous observons l'existence de trois types de nappes :

- Nappe libre superficielle (phréatique).
- Nappe captive de Complexe Terminal.
- Nappe captive de Continental Intercalaire.

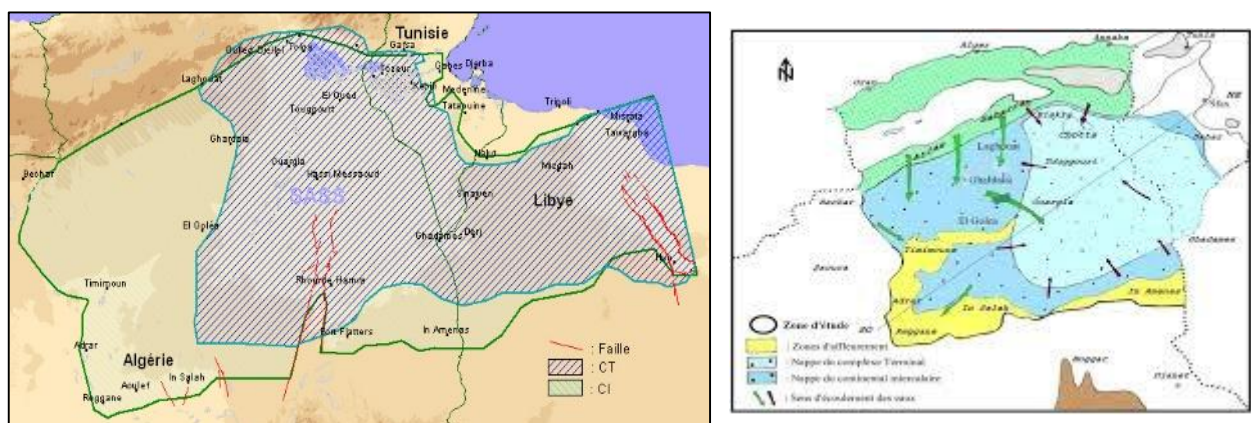


Figure I.11 : Carte géographique du limite et le système aquifère C.T et C.I (UNISCO, 1972)

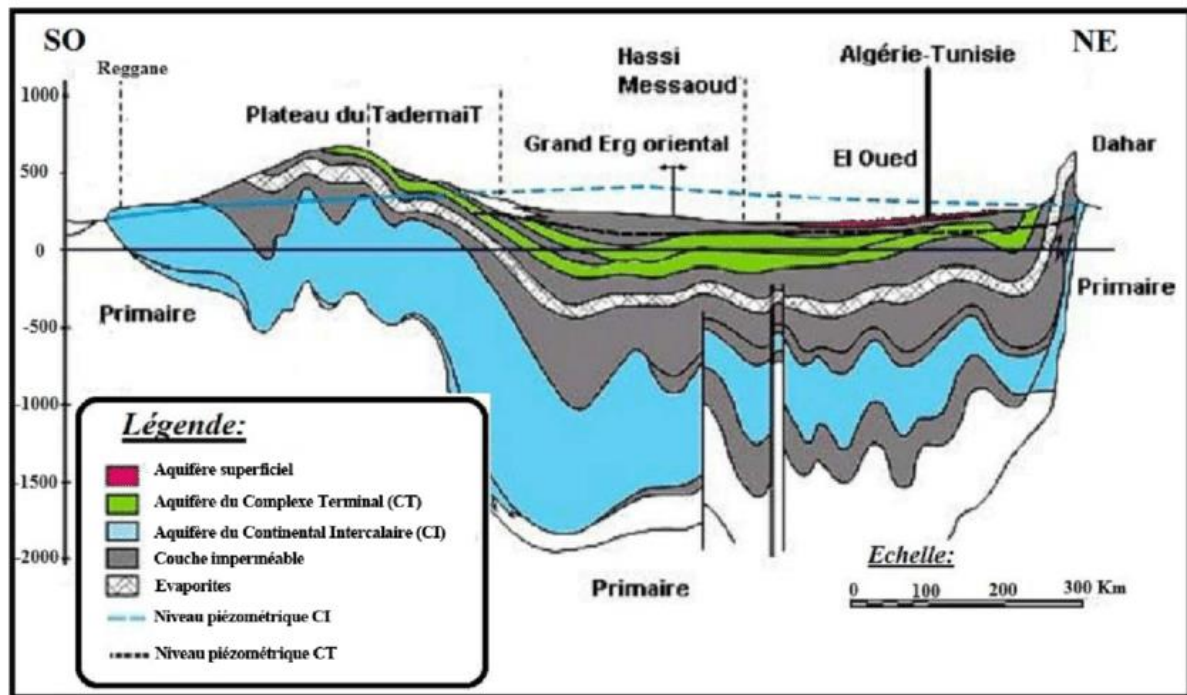


Figure I.12 : coupe hydrogéologique du système aquifère du Sahara (UNESCO, 1972)

Dans notre étude nous avons étudié les deux nappes de Phréatique et la Complexe Terminal. Ces deux systèmes hydrauliques forment du Sahara septentrional algérien une région considérée comme très riche en ressource hydrique.

I.2.1. Nappe Phréatique :

La nappe phréatique présente dans toute la région du Debila correspond essentiellement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire ; elle se localise à des profondeurs variant entre 10 et 60 mètres. Vu sur son importance, cette nappe représente la source principale en eau des palmeraies ; elle est surtout exploitée par des puits traditionnels qui selon les enquêtes sont en nombre de 21000. La circulation des eaux dans cette nappe est relativement rapide sur toute la région du Debila et particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qui influent sur la perméabilité des sables. La nappe libre est présente sur toute la zone d'étude. La nappe phréatique dans la région du Debila est principalement alimentée par les eaux utilisées par les populations (les eaux d'irrigation, industrielles et domestiques) et la source absolue de ces dernières est des nappes profondes du Complexe Terminal et Continental Intercalaire (Cote, 2006).

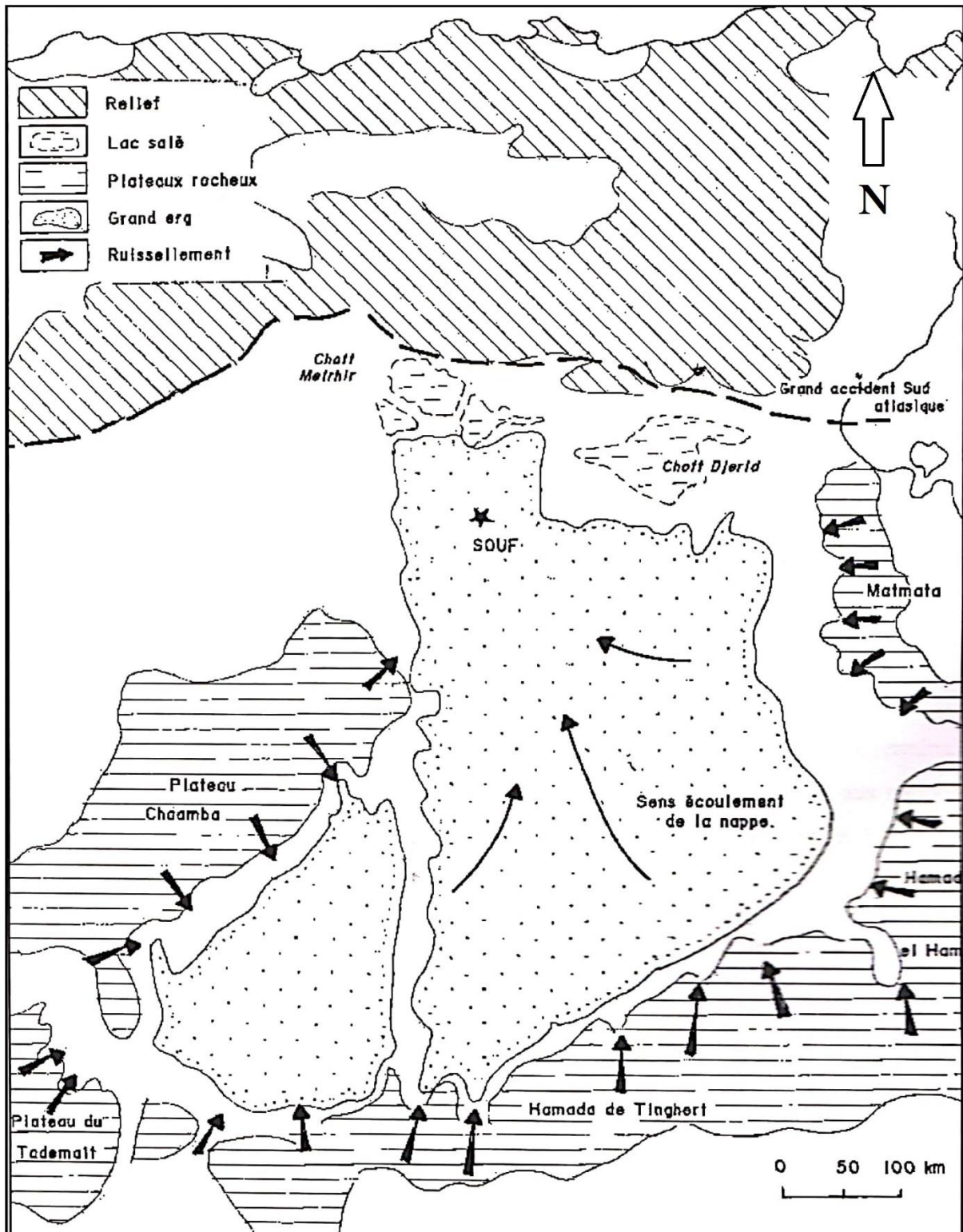


Figure I.13 : Zone d'alimentation de la nappe phréatique et le sens d'écoulement

(Cote Marc, 2006)

I.2.2. Nappe Complexe Terminal (CT) :

Selon la définition de Kilian C (1931), le terme « Complexe terminal » désignait les formations continentales, argileuses et sableuses du Miopliocène. Mais d'après BEL et DEMARGNE (1966) : « La nappe du Complexe Terminal contenue dans les sables du Miopliocène est plus ou moins en relation avec les nappes de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien, de sorte qu'à l'échelle de l'ensemble du Sahara, on peut considérer que ces différents niveaux forment une seule et même nappe, la nappe du Complexe Terminal, par opposition au Continental Intercalaire». C'est avec le projet ERESS que l'on verra apparaître la notion du «Complexe Terminal», appellation publiée pour la première fois par BEL et Cuhe ; 1969 : ce terme de « nappe du Complexe Terminal » qui groupe sous une même dénomination plusieurs aquifères situés dans des formations géologiques différentes, a été retenu car ces nappes font bien partie d'un même ensemble hydraulique. Les intercommunications entre Sénonien, Eocène et Miopliocène sont évidentes sur l'ensemble du Bassin, à l'exception de la région des Chotts où l'Eocène moyen et supérieur imperméable vient s'intercaler. La nappe turonienne est plus individualisée par suite de la couverture imperméable du Sénonien lagunaire. Cependant, ces niveaux concordent avec ceux du Sénonien ou du Miopliocène sur la bordure du bassin. Les terrains constitutifs du Complexe Terminal s'étendent sur une superficie de 350 000 km² d'environ (Figure I.11) en Algérie et en Tunisie couvrant ainsi essentiellement la majeure partie du bassin oriental et l'ensemble du Sahara septentrional, depuis la Saoura à l'Ouest jusqu'au Graben de Hun (et même jusqu'au Golfe de Syrte) à l'Est, depuis l'accident Sud- Atlantique au Nord jusqu'au flanc Nord des plateaux de Tademaït et du Tinhert en Algérie, de Gargaf (Nord du Fezzan) en Libye. Son extension longitudinale est donc au moins égale à celle du Continental Intercalaire (1600 km), tandis que sa hauteur dans le sens Nord-Sud est plus réduite (600 km) (BRL-BNEDER, 1992).

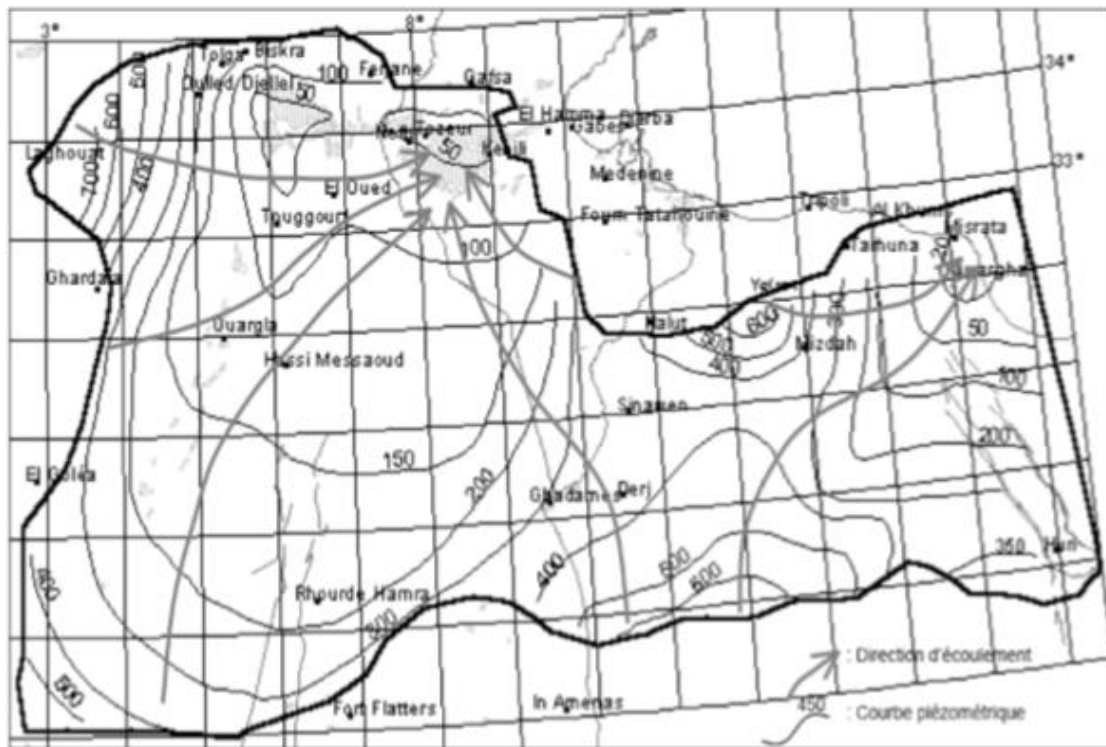


Figure I.14 : Carte piézométrique de la limite du nappage complexe terminal et les sens d'écoulement (Baba SY et al ; 2006)

I.2.Conclusion :

La région de Debila est une commune de la wilaya d'El-Oued, située au Sud-Est Algérien au centre d'une grande cuvette synclinale. Et comme tout le Sahara septentrional Algérienne la région est caractérisée par un climat hyper aride, caractérisé par une irrégularité pluviométrique annuelle et interannuelle. Ce climat est caractérisé par l'existence de deux périodes différentes :

L'une sèche et chaude, qui s'étale de mars à novembre et l'autre humide et froide pendant le reste de l'année. Le mois le plus humide est décembre, il est caractérisé par une forte humidité (environ 66.8%) et d'un faible rayonnement solaire (environ 232.22heures). Le mois le plus sec est juillet, il est caractérisé par une faible humidité (31.2 % environ). La brillance du soleil est très élevée avec 353.95 heures, ce qui traduit un pouvoir évaporant excessif.

Dans la région de Debila. Les conditions tectoniques et paléogéographiques ont permis la mise en place d'une série sédimentaire avec une lithologie variée dans le temps, régulière et homogène dans l'espace. Ces conditions ont favorisé la formation dans la zone de Debila, et dans tout le bas Sahara, de plusieurs formations aquifères à comportement hydrodynamique variable en fonction de leurs faciès.

CHAPITRE II

Synthèse Bibliographique sur les eaux d'irrigation

CHAPITRE II : Synthèse Bibliographique

II.1. Qualité de l'eau d'irrigation :

II.1.1. Introduction :

Avant d'aborder la qualité de l'eau destinée à l'irrigation nous essayons de définir cette dernière qui n'est autre qu'un apport artificiel d'eau à des plantes cultivées qui a pour but de compenser l'insuffisance des précipitations naturelles et de permettre le développement harmonieux de ces plantes (Marcel Nazoer ; 2002)

L'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature (souterraine ; superficielle), sa quantité et sa qualité (douce, médiocre ou mauvaise) pour notre étude nous intéressons principalement à la qualité des eaux d'irrigation.

II.1.2. Caractéristique des eaux d'irrigation :

La qualité d'une eau d'irrigation est déterminée par ces caractéristiques physiques chimiques et bactériologique et de ces teneurs en métaux lourds.

II.1.2.1. Contrôle de la qualité de l'eau :

L'étude de la qualité d'une eau d'irrigation ou de boisson nécessite de connaître :

- Les caractéristiques physico-chimiques.
- Eléments toxiques.
- Les éléments indésirables.
- Les caractéristiques organoleptiques.
- Analyse microbiologique.

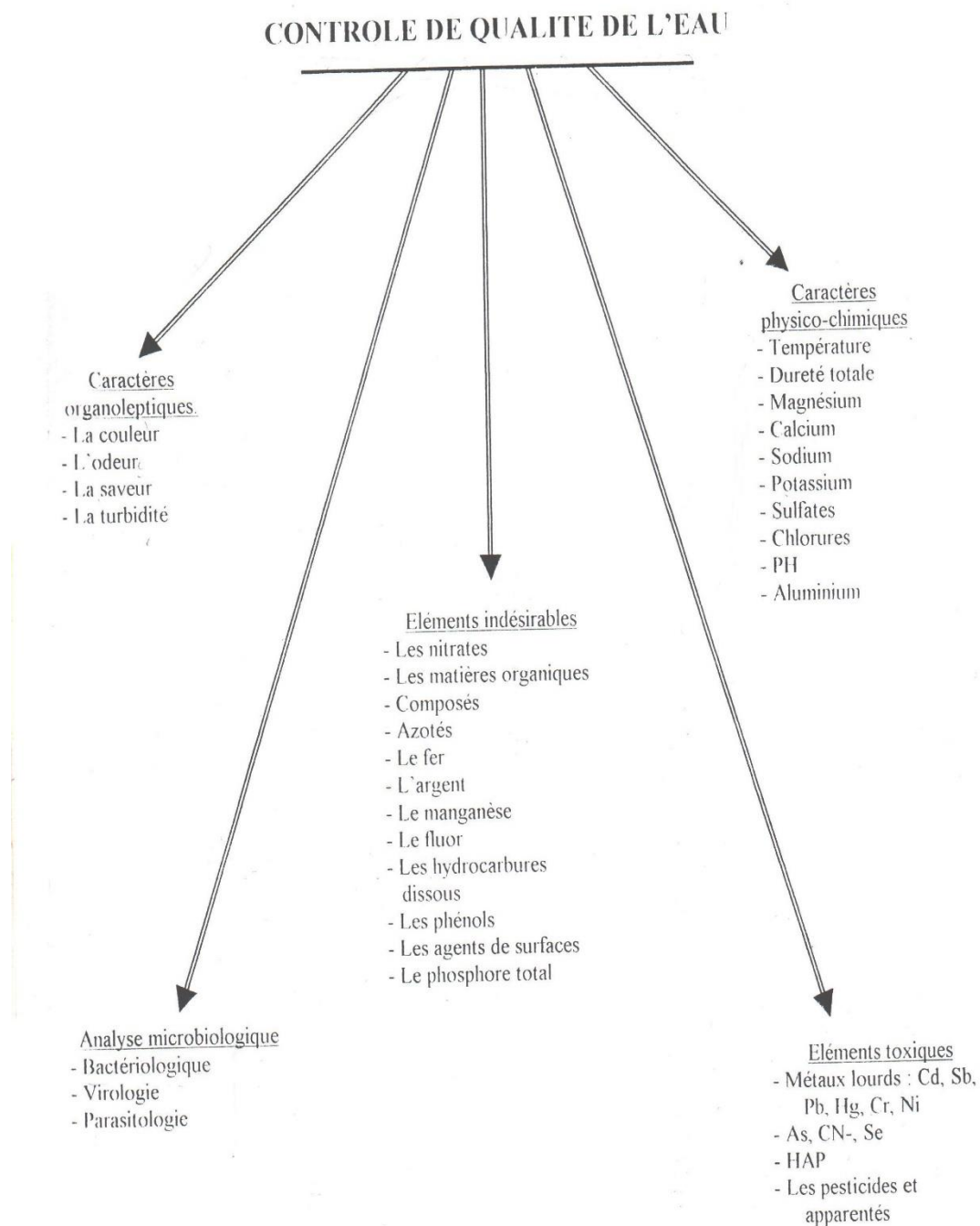


Schéma du control de qualité de l'eau

II.1.2.2. Caractéristique chimiques :

Selon la (F.A.O ; 2003) la concentration maximales tolérées des certains paramètres chimiques de l'eau d'irrigation sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Teneurs maximales d'éléments des eaux d'irrigation

paramètre	Concentration en (mg/l)
pH	6,5 à 8,5
Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	<3000*
DBO5	30*
DCO	120*
MES	30*
Température ($^{\circ}\text{C}$)	35 **
Ca^{2+}	400**
Mg^{2+}	60**
Na^{+}	220**
Hco_3^{-}	610**
Cl^{-}	1065**
So_4^{2-}	960**
Co_3^{2-}	3**
No_3^{2-}	10-30**
No_2^{-}	<1*
NH_4	5**
Po_4	2**
K^{+}	2**
Fe^{2+}	5**
Zn	2**
Pb	0,05**

Source : *OMS(1989), **FAO(2003)

Teneurs maximales des métaux lourds à l'état de traces, recommandées par les eaux d'irrigation (F.A.O ; 2003).

Tableau II.2 : Teneurs maximales des métaux lourds

Eléments	Concentration maximale recommandée (mg/l)
Cd (cadmium)	0,01
Cr (chrome)	0,1
Fe (fer)	5
Mn (manganèse)	0,20
Ni (nickel)	0,20
Pb (plomb)	0,05
Cu (cuivre)	0,20

II.1.2.3. Paramètre Physico-chimique et les éléments toxiques :

D'après le journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire No 41 (15/07/2012) certains paramètres physiques et les concentrations des éléments toxiques sont résumés dans le tableau suivants :

Tableau II.3 : Journal officielle de R.A.D.P No41 le 15/07/2012

	Paramètre	UNITE	Concentration maximale admissible
Physique	pH	-	6,5≤pH≤8,5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	infiltraton de SAR=0-3CE		0,2
	3 à 6		0,3
	6 à 12	ds/m	0,5
	12 à 20		1,3
	20 à 40		3
Chimique	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	Chlorure (Cl)	meq/l	10
	Azote (NO3-N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO3)	meq/l	8,5
Eléments toxiques(*)	Aluminium	mg/l	20
	Arsenic	mg/l	2
	Béryllium	mg/l	0,5
	Bore	mg/l	2
	Cadmium	mg/l	0,05
	Chrome	mg/l	1
	Cobalt	mg/l	5
	Cuivre	mg/l	5
	Cyanures	mg/l	0,5
	Fluor	mg/l	15
	Fer	mg/l	20
	Phénols	mg/l	0,002
	Plomb	mg/l	10
	Lithium	mg/l	2,5
	Manganèse	mg/l	10
	Mereure	mg/l	0,01
	Molybdène	mg/l	0,05
	Nyckel	mg/l	2
	Sélénium	mg/l	0,02
	Vanadium	mg/l	1
Zinc	mg/l	10	
(*) pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin,			

Notons que la minéralisation globale de l'eau est un paramètre important à beaucoup d'égard. D'un point de vue agricole non seulement la minéralisation global est à prendre en considération mais aussi le rapport des teneurs des divers ions. Ace sujet la valeur du S.A.R est importante car il permet d'apprécier le danger d'alcalinisations.

Nous signalons que les eaux chargées en sels, ont des effets physiologiques se traduisant par une chute de rendement des symptômes on toxicité et dans certains cas de dépérissements de palmiers.

II.1.2.4. SAR dans l'eau d'irrigation :

Le SAR c'est le Sodium adsorption ratio

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium par la formule suivante (U.S.S.L) :

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

Na : Sodium en (meq/l)

Ca : Calcium en (meq/l)

Mg : Magnésium en (meq/l)

Le risque de SAR dans l'eau d'irrigation résumé dans le tableau suivante :

Tableau II.4 : Risque de SAR

	SAR	Note
Nul	<3.0	Pas de restriction sur l'utilisation de l'eau
Léger à modéré	3,0 – 9,0	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles. Entre 6 et 8 du gypse doit être utilisé. Récoltes non sensibles. Tout le 1 ou 2 jour déterminé s'il y a une augmentation des teneurs en Sodium.
Elevé	>9,0	Domage sévère

II.2.Conclusion :

La recherche de la qualité de l'eau destinée pour l'irrigation est primordiale car elle conditionne la bonne production qui est très recherché par l'agriculteur pour cela la connaissance des caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et toxicologiques sont indispensables avant la réalisation de tout projet à caractère agricole. Ceci doit être effectué afin d'évaluer la qualité de l'eau.

Chapitre III

Matériels & Méthodes

Chapitre III : Matériels & Méthodes

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous avons choisis les stations d'étude, les matériels utilisés et les méthodes d'analyses.

III.2. Choix des stations d'étude :

Dans ce chapitre, nous allons présenter les stations d'étude et les étapes de notre travail commençant par la réalisation des analyses physicochimiques des eaux effectués sur les échantillons prélevés des forages de différentes nappes : 06 forages CT et 06 forage de la nappe phréatique dans les différentes localités de la région.

Les choix de ces stations obéissent à des raisons de facilité d'accès et de proximité, et pour balayer toute la zone d'étude, il s'agit des stations en service :

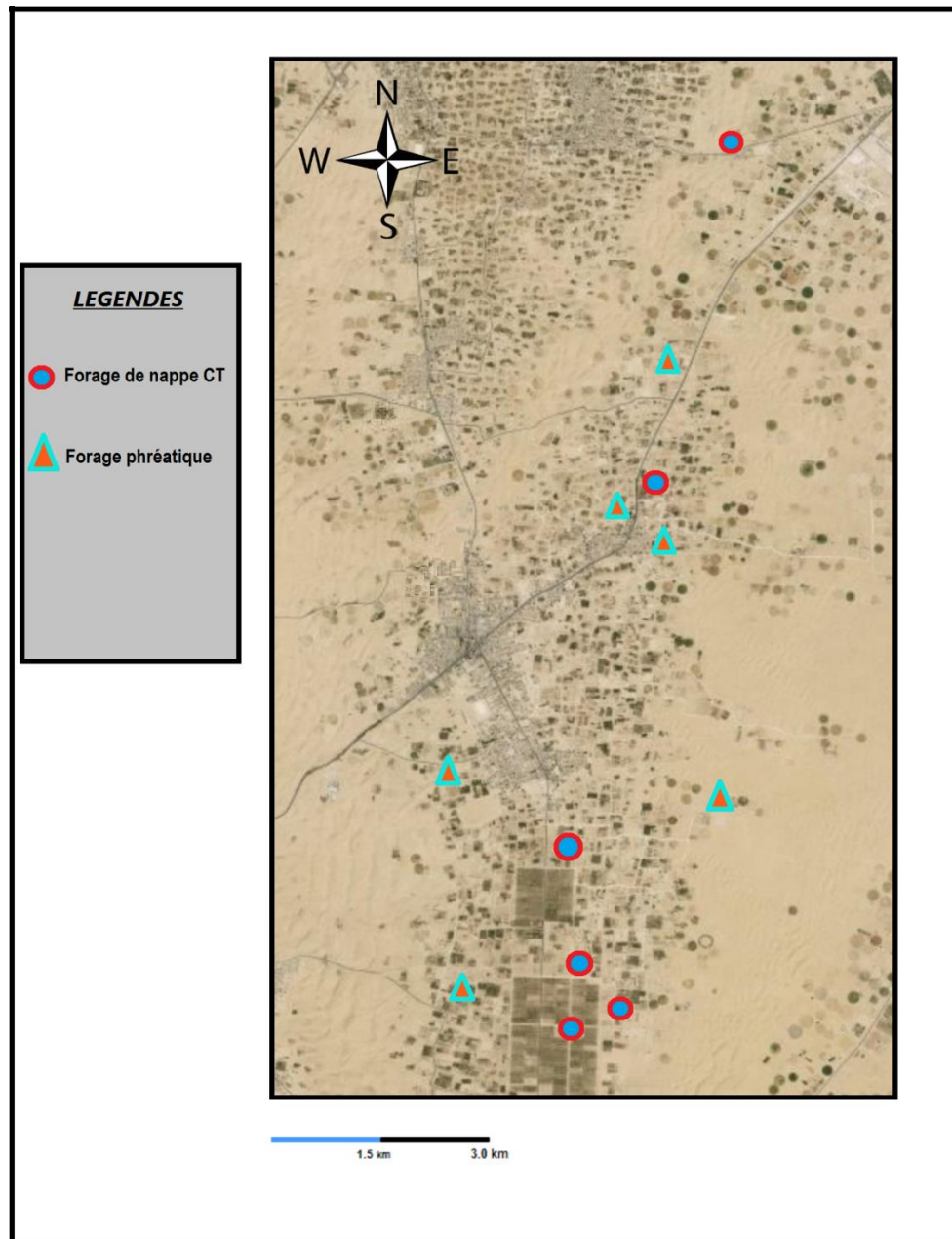


Figure.III.01 : Localisation des points d'eau échantillonnés

Tableau.III.01 : Forages de complexe terminal C.T choisis (A.D.E, 2019)

nom du forage	année de réalisation	les coordonnées			Prof (m)	Debit (l/s)	usage	Ph	Temperature (c°)
		X	Y	Z					
Akfadou N°3	1977	06°56'52"	33°28'34"	62	350	28	IRR	7,37	15,97
Akfadou N°2	1995	6° 57' 16"	33° 28' 15"	60	320	29,52	IRR	7,37	22,9
Akfadou N°1	2008	06°56'52"	33°28'13"	49	402	20	IRR	7,21	17,6
Debila East N°1	1996	6° 57' 25"	33° 31' 15"	63	362	30	Mixte	7,52	23,47
Debila East N°2	2003	6° 57' 54"	33° 33' 06"	61	392	36,5	Mixte	7,55	13,73
Akfadou N°4	2009	6° 56' 06"	33° 30' 52"	67	358	30	AEP	7.43	17,03

Nom du forage	année de réalisation	les coordonnées			prof (m)	débit (l/s)	usage	PH	Temperature (c°)
		X	Y	Z					
Akfadou west	2011	6°56'06"	33°29'38"	75	59	9	IRR	7,3	15
Akfadou est	2015	6°57'47"	33°29'21"	76	56	7	IRR	7,41	12
Debila	2011	6°57'26.1"	33°30'52"	63	52	7	IRR	7	14
Cite Ezdihar	2016	6°55'43.1"	33°31'38"	61	55,5	11	IRR	7,3	13
Akfadou	2014	6°56'08"	33°28'35"	75	57	14	IRR	7,5	15
Debila est	2017	6°57'30"	33°31'55"	63	59	9	IRR	7	12

Tableau.III.02 : Forages de la nappe phréatique choisis (D.R.E., A.D.E, 2019)

III.3. Conditions et mode d'échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).

En outre Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. L'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté ou en polyéthylène haute densité avec des bouchons en téflon lavés avec une solution détergente à chaud et rincés avec de l'eau distillée puis séchés. Ces flacons sont susceptibles de réutilisation après un lavage adéquat si l'échantillon n'est pas excessivement pollué. Les flacons destinés au prélèvement pour l'analyse des éléments minéraux seront traités à l'acide nitrique. Toutes ces étapes sont réalisés à l'aide de laboratoire d'A.D.E d'El Oued.

III.4. Appareils utilisés et mode opératoire :

III.4.1. potentiel hydrogène "PH" :

Principe de la méthode :

Détermination potentiométrique de la concentration des ions hydrogènes dans l'eau.

Réactifs :

- 1- solution tampon à PH = 4
- 2- solution tampon à H = 6,9
- 3 - solution tampon à PH = 9,2

Mode opératoire :

Après avoir étalonné le PH-mètre à l'aide des solutions tampons, on lave soigneusement les électrodes avec l'eau distillée. Ensuite, on les introduit dans la solution, agitée pour déterminer son PH.



Photo.III.01 : Appareil PH mètre.

III.4.2. Calcium :

Il pourrait se déterminer par l'utilisation de la méthode par absorption atomique basée sur la propriété qu'ont les atomes neutre d'absorber à une certaine longueur d'onde un quantum d'énergie.

On acidifie par 1 ml de HCl un échantillon de 100 ml d'eau. On porte à l'ébullition. Après refroidissement, ramené au volume initial. On dilue à l'aide de la solution de chlorure de strontium de façon à ramener les teneurs dans les limites de la courbe d'étalonnage. La lecture s'effectue à une longueur d'onde de 422.67 nm tout en se rapportant à la courbe d'étalonnage.

III.4.3. Température :

La mesure de la température est effectuée sur le terrain sur le thermomètre après son immersion dans l'eau pendant une durée de 10 minutes.



Photo.III.02 : thermomètre.

III.4.4. Magnésium :

On évapore le filtrat acétique provenant de la précipitation du calcium jusqu'à environ 150 ml. On ajoute 2 gouttes de HCl puis 20ml phosphate d'ammonium à 25%. On porte à l'ébullition. On neutralise la solution encore chaude par de l'ammoniaque puis ajouter 1/5 de volume d'ammoniaque pure. Agiter et laisser au repos 12 heures à la température ambiante. Filtrer sur filtre sans cendres et laver la précipité a l'ammoniaque au 1/2. Sécher puis calciner au rouge vif dans une capsule tarée. Peser, soit P mg de pyrophosphate de magnésium.

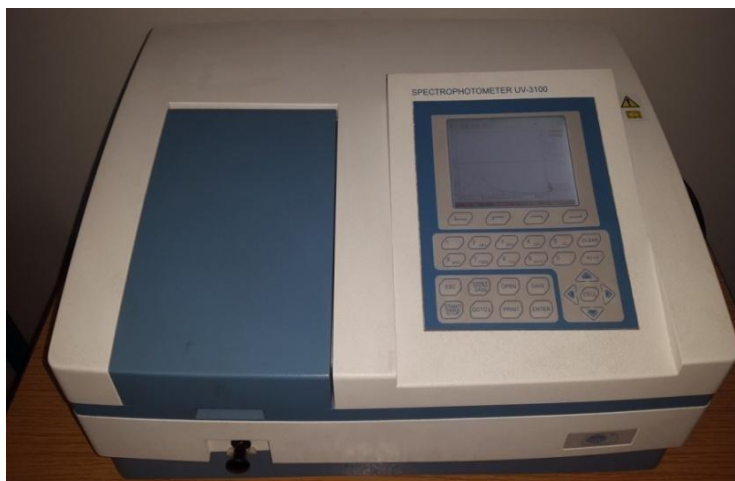


Photo.III.03 : Spectrophotomètre d'absorption atomique.

III.4.5. Conductivité électrique :

Principe de la méthode :

La conductivité électrique offerte d'une eau au passage du courant électrique est fonction directe de la concentration ionique de la solution. Sa détermination donne donc une mesure indirecte des substances dissoutes.

Mode opératoire :

On lave soigneusement les électrodes à l'eau distillée, et on les plonge dans l'échantillon. agitée. Ensuite, on lit la température de l'échantillon et on la fixe sur le compensateur du conductimètre. Enfin, on lit la conductivité sur l'échelle, le résultat est exprimé en $\mu\text{S}/\text{cm}$ et mS/cm .



Photo.III.04 : Appareil conductivimètre.

III.4.6. Sodium :Principe de la méthode :

Dans deux tubes à centrifuger conique de 15 ml. On introduit dans le premier 2 ml d'eau analysé et 11 ml de réactif ZUA et dans le second 2 ml d'eau distillée et 11ml de ZUA. On mélange avec un agitateur 2 mn et on laisse reposer pendant 15mn. On centrifuge pendant 15 mn puis on décante le liquide surnageant. On lave le précipité en le remettant en suspension dans 2 ml d'alcool acétique puis on centrifuge et laisse ce décanter.

Enfin, on effectue les lectures au spectrophotomètre à la longueur de l'onde de 420 nm. On se reporte à la courbe d'étalonnage.

III.4.7. Potassium :

On évapore au bain marie 100 ml d'eau à analyser en présence de 1 ml de solution de soude au 1/4. Porte le résidu à l'étuve à 180°C 2 heures. Reprendre par 5 à 10 ml d'eau distillée chaude acidifié par HCl. Transvaser dans un tube à centrifuger puis traiter ensuite la solution comme les tubes étalons. Enfin, on effectue les lectures au spectrophotomètre à 590 nm tout en se reportant à la courbe d'étalonnage.

III.4.8. Anhydrique carbonique :

Dans une fiole jaugée de 200 ml. On introduit 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium N/40, puis on complète avec de l'eau à analyser. On ajoute 6 à 8 gouttes de solution de phénolphtaléine.

On titre ensuite avec HCl N/10 jusqu'à décoloration. La quantité de CO₂ en ml litre est donnée par l'expression : $1.0526A \cdot 22$



Photo.III.05 : Titration.

III.4.9. Sulfates :

On introduit 100 ml d'eau à analyser dans un bécher. On ajoute 5 ml de HCl à 10%. On chauffe jusqu'à ébullition. On fait tomber goutte à goutte 20 ml de solution de chlorure de baryum à 10%. On prolonge l'ébullition et on laisse reposer. On décante sur un filtre puis on lave le précipité avec H₂O. On calcine et on refroidit dans un dessiccateur et on pèse. Soit P le poids de sulfate de baryum trouvé. La teneur en sulfates en mg/l est : $P \cdot 10 \cdot 0.416$.



Photo.III.06 : dessiccateur et balance.

III.4.10. Chlorures :

On introduit 10 ml d'eau à analyser filtrée dans un erlenmeyer de 250 ml. On ajoute 2 à 3 gouttes de HNO₃ puis une pincée de CaCO₃ et 3 gouttes de solution de chromate de K + 10%. On verse par une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre. Soit V le nombre de ml de nitrate d'argent N/10 utilisés. La teneur en mg de chlorure par litre d'eau est : $V \cdot 10 \cdot 5.85$.



Photo.III.07 : Burette

III.5.Conclution :

Dans ce chapitre nous a permet de choisir les stations d'étude et les méthodes d'analyses des paramètres physico-chimique des deux nappes d'étude "complexe terminale et phréatique" ainsi que la matériel utilisé.

Chapitre IV

Résultats et discussions

Chapitre IV : résultats et discussions

IV.1.Introduction :

Nous exposons dans ce chapitre les caractéristiques physico-chimiques de différentes nappes phréatiques et du complexe terminal (CT) dans la région d'étude et nous allons faire une interprétation des résultats des compositions chimiques.

Les éléments dosés ont été portés essentiellement sur les ions dominants sont le calcium, le magnésium, le sodium et le sulfate (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+) et les anions (Cl^- , HCO_3^- et NO_3^-).

Le principal objectif de cette étude est de donner un aperçu sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines de différents nappes (C.T et phréatique) et la comparaison entre eux d'une part, et entre les normes relatives à la qualité des eaux destinées à l'irrigation conformément à celles de l'Algérie (J.O., 2012) et de la FAO(2003) d'autre part. Grâce à l'échantillonnage suffisamment représentatif de la nature des eaux de la région, nous avons procédé aux analyses et obtenus les résultats illustrés ci-dessous :

Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques du C.T et de la phréatique sont la moyenne de trois années consécutives (2017, 2018 et 2019). Ils sont représentés dans les tableaux (IV.01) et(IV.02) ci-dessous. Tous ces résultats ont été faits avec l'A.D.E.

Tableau IV.01 : Analyses physico-chimique de la nappe C.T en (mg/l).

Paramètre	Akfadou N°4	Akfadou N°3	Debila Est N°1	Debila East N°2	Akfadou N°2	Akfadou N°1
pH	7,43	7,37	7,55	7,52	7,37	7,21
Température (T) °C	17,03	15,97	16,73	23,47	22,9	17,6
Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	3870	3830	3920	4060	4106,67	3913,33
Titre hydrotimétrique (TH) mg/l	1240	1460	1470	1190	1203,33	1070
Résidu sec (RS) mg/l	3560	3093	3020	3010	3363	3360
Le Calcium (Ca^{2+}) mg/l	283,23	313,96	315,30	264,53	265,86	273,88
Le Magnésium (Mg^{2+}) mg/l	129,63	164,46	166,06	128,01	131,25	93,98
Le Sodium (Na^+) mg/l	381	356	350	281	356	340
Le potassium (K^+) mg/l	38	36	38	15	35	37
Le Chlorures (Cl^-) mg/l	655,88	548,34	891,05	886,32	781,15	733,87
Les Sulfates (SO_4^-) mg/l	771,44	763,00	673,3965	711,163	630,25	850,995
Les Bicarbonates (HCO_3^-) mg/l	187,0667	188,69	187,4733	169,9867	163,48	168,346667
Les Nitrates (NO_3^-) mg/l	31,79	27,90	18,90	24,18	21,83	18,30
Les nitrites (NO_2^-) mg/l	0,007	0,015	0,000	0,003	0,022	0,005

Tableau IV.02 : Analyses physico-chimique de la nappe phréatique en (mg/l).

paramètre	Akfadou West	Akfadou East	Debila	Akfadou	Debila Est	Cite El-Ezdihar
pH	8,12	8,2	7,8	7,71	7,95	7,5
Température (T) °C	20,7	16	16,8	17,2	17	18,6
Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	2170	3420	3770	2720	3920	3660
Titre hydrique (TH) mg/l	1670	1610	2000	2250	2040	1800
Résidu sec (RS) mg/l	7440	7280	4020	4280	4040	3620
Le Calcium (Ca^{2+}) mg/l	589,18	549,1	641,28	625,25	601,2	464,93
Le Magnésium (Mg^{2+}) mg/l	48,61	58,33	97,22	167,7	131,2	155,55
Le Sodium (Na^{+}) mg/l	215	220	189	227	205	160
Le potassium (K^{+}) mg/l	65	50	23	49	32	30
Le Chlorures (Cl^{-}) mg/l	439,62	460,89	398,03	355,98	423,33	400
Les Sulfates (SO_4^{--}) mg/l	1600	2100	1773	1600	898	1703
Les Bicarbonates (HCO_3^{-}) mg/l	34,16	32,94	183	85,4	61	109,8
Les Nitrates (NO_3^{-}) mg/l	16,7	15,8	46,49	62,94	49,74	85,96
Les nitrites (NO_2^{-}) mg/l	0,32	0,08	0	0,16	0	0,12

IV.2. Les paramètres physico-chimiques :

D'après les analyses physico-chimiques, il apparaît que les eaux souterraines sont chargées et caractérisées par une dureté élevée, une agressivité palpable ; elles sont aussi sulfatées, calciques, magnésiennes et chlorurées etc...Elles nécessitent un traitement préalable.

Toute série de données peut donner lieu au calcul d'une moyenne (m). Pour que cette moyenne soit réellement représentative de l'ensemble de la série, il faut que les données ne s'écartent pas trop de sa valeur. La dispersion autour de la moyenne, est mesurée par le coefficient de variation (CV) qui représente le rapport de l'écart-type à la moyenne :

$$CV = \sigma/m.$$

Par convention, on estime que la série d'analyse est homogène lorsque CV inférieur à 50%.

L'analyse physico-chimique d'une eau comporte obligatoirement les éléments nécessaires à l'établissement de sa balance ionique : on vérifie alors que la somme des cations est égale à celle des anions, pour ses ions majeurs : calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations : chlorures, sulfates, nitrates et bicarbonates pour les anions. On admet qu'une différence peut exister entre la somme des anions et celle des cations dans ce cas la balance ionique de cette analyse elle est inférieure à 5 % (sommées exprimées en milliéquivalent par litre) si ces analyses sont acceptables dans ce cas.

IV.2.1. Potentiel hydrogène (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 retenue des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulant/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau, la valeur de 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 de PH égale à 7 est neutre

Les résultats obtenus de PH, pour tous les échantillons prélevés dans les nappes de la région d'étude classées dans le (tableau IV.03). On observe que le pH à dépasser légèrement les valeurs dans la nappe de C.T, et paraissent proches de la neutralité dans la phréatique. Ces

résultats peuvent convenir aux eaux d'irrigation car ils ne sont pas éloignés des normes de la F.A.O (2003) et de l'Algérie (2012).

Tableau.IV.03 : Valeurs du PH.

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	7,55	7,21	7,41	0,111	0,015
phréatique	8,2	7,5	7,88	0,239	0,030

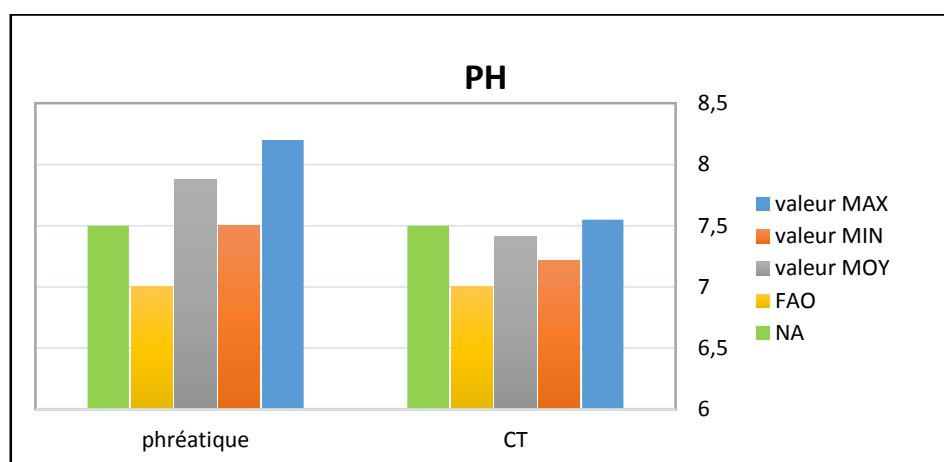


Figure.IV.01 : Valeurs du PH pour l'irrigation.

IV.2.2. Température (°C) :

La température joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz et par conséquent sur la conductibilité. Elle permet de différencier entre les eaux qui circulent en profondeur et celles qui circulent près de la surface, donc sur son origine.

Les températures (Tableau IV.04) on remarque que les deux nappes complexe terminal et phréatique de la région d'étude est thermiquement acceptable selon les normes de la F.A.O (2003) et Algérienne.

Tableau.IV.04 : Valeurs de la Température (°C).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	23,47	15,97	18,95	3,03	0,16
phréatique	20,7	16	17,71	1,54	0,08

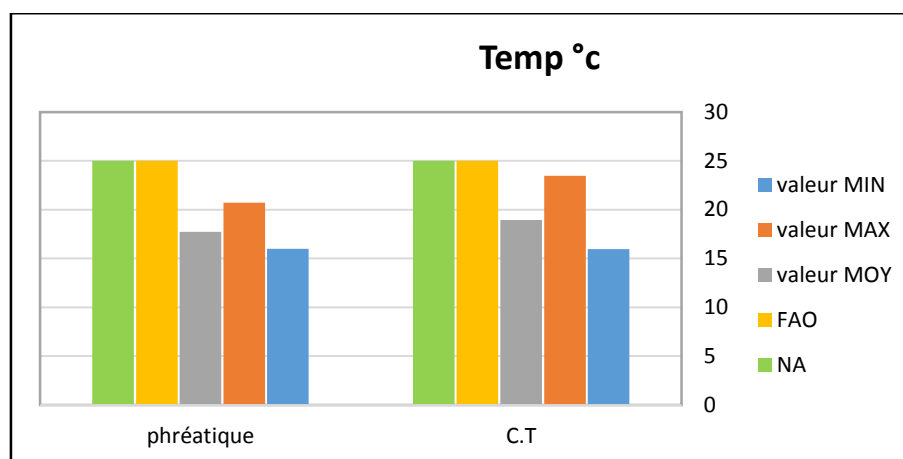


Figure.IV.02 : Valeurs de la Température (c°)

IV.2.3. Conductivité électrique CE :

La conductivité électrique d'une eau caractérise sa faculté à laisser passer le courant électrique, elle augmente avec la concentration des ions en solution et la température. Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface, séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est exprimée en $\mu\text{S} / \text{cm}$.

La conductivité, ou son inverse la résistivité, permet donc une estimation de la minéralisation d'une eau. Elle dépend de la force ionique de l'eau et augmente en fonction de teneur en ions dissous, de la nature des différentes substances dissoutes, à leurs concentrations réelles et relatives et à la température à laquelle elle est mesurée ; généralement les valeurs sont ramenées à 25°C.

Toutes Les valeurs obtenues de la conductivité indiquent une minéralisation élevée dans la nappe du C.T, et des valeurs homogène dans la nappe de phréatique

Remarquons enfin que cette salinité est avant tout d'origine géologique (salinité primaire).

Tableau.IV.05 : Valeurs de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	4106,67	3830	3950	99,74	0,03
phréatique	3920	2170	3276,67	627,07	0,19

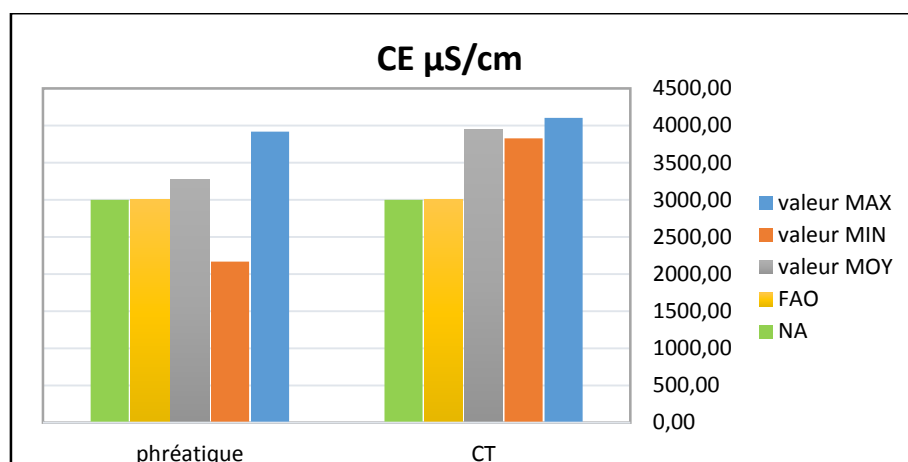


Figure.IV.03 : Valeurs de la conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour l'irrigation

IV.2.4. Résidu sec (RS) :

Exprimé en milligramme par litre (mg/l), il représente la minéralisation totale de l'eau, c'est-à-dire la totalité des sels dissous et la matière organique contenue dans l'eau, obtenue par pesées après dessiccation de l'échantillon à 105°C . Cette teneur en résidu sec est liée à la nature lithologique des formations.

D'après le (tableau IV.06), on observe que les concentrations du résidu sec ont dépassé les normes d'irrigation de la F.A.O (1500 mg/l), surtout dans la nappe de phréatique avec une valeur moyenne de (5113,33 mg/l) alors que dans le C.T la moyenne est de 3234,44 mg/l ce qui impose un traitement.

Tableau.IV.06 : Valeurs de Résidu sec (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	3560	3010	3234,44	206,01	0,064
phréatique	7440	3620	5113,33	1601,03	0,313

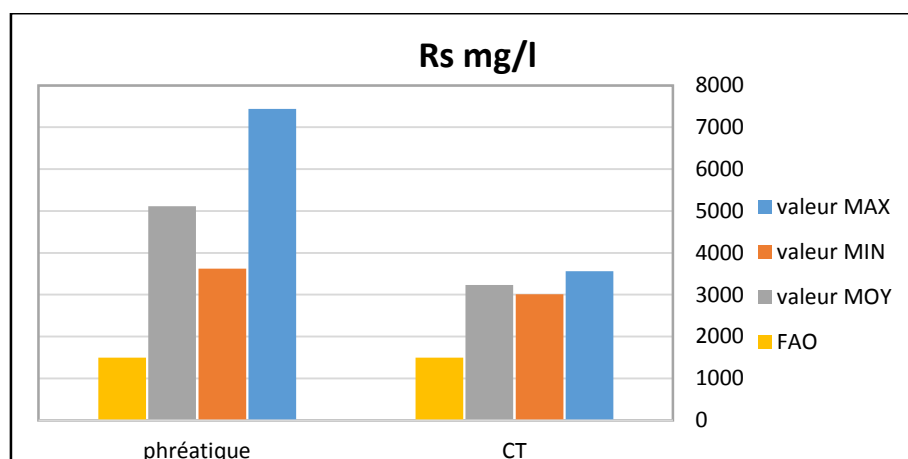


Figure.IV.04 : Valeurs du Résidu sec (mg/l)

IV.2.5. Titre Hydrotimétrique :

Le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en calcium (Ca^{++}) et en magnésium (Mg^{++}).

La dureté de l'eau influe essentiellement sur l'état des canalisations, des appareils de chauffage etc...

D'après les résultats obtenus de la dureté (Tableau.IV.07), on remarque que la dureté a affiché des valeurs très élevées que les normes d'irrigations de la F.A.O(2003) pour les deux nappes. La nappe de C.T a une valeur de (1272.22 mg/l), et la phréatique par (1895 mg/l)

Tableau.IV.07 : relatif aux duretés (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	1470	1070	1272,22	145,95	0,115
phréatique	2250	1610	1895	223,21	0,118

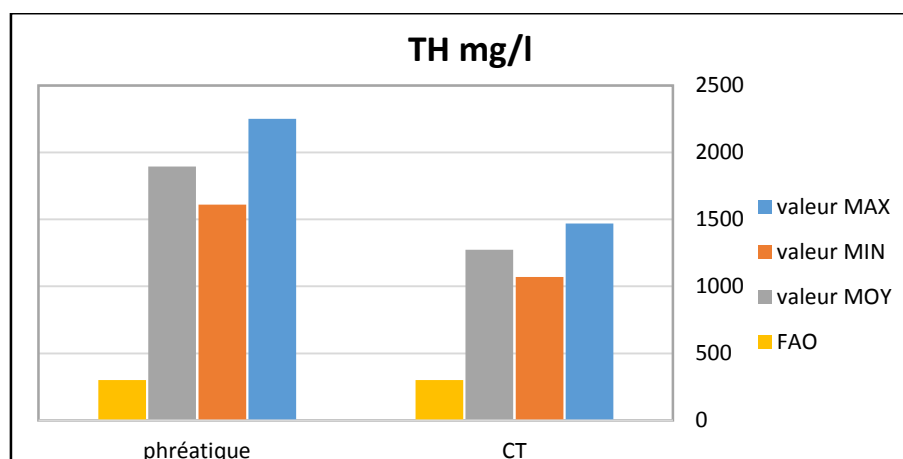


Figure.IV.05 : Valeurs de duretés en (mg/l).

IV.2.6. Calcium Ca^{2+} :

Cet élément est fréquent dans la roche sédimentaire, il provient essentiellement de la dissolution des roches carbonatées suite à la présence du gaz carbonique. Le calcium peut provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) contenus dans la géologie de cette région.

D'après les teneurs trouvés de calcium (tableau IV.08), nous observons que les valeurs de l'aquifère de C.T est dans les normes d'irrigation (286.13 mg/l). Par contre, les valeurs de la nappe phréatique ont dépassé largement celles de la F.A.O (2003) (400 mg/l).

Tableau.IV.08 : Valeurs de calcium Ca^{2+} (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	315	265	286,13	21,06	0,07
phréatique	641,28	464,93	578	58,48	0,10

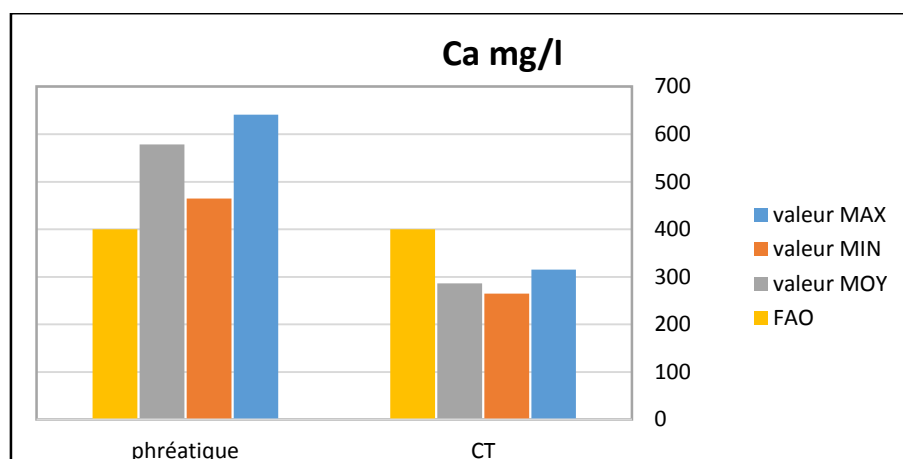


Figure.IV.06 : Valeurs de calcium Ca^{2+} (mg/l)

IV.2.7. Magnésium Mg^{2+} :

Second élément intervenant dans la dureté totale des eaux, Ces ions proviennent de la dissolution des roches magnésiennes du gypse et des minéraux ferromagnésiens et surtout de la mise en solution des dolomies et des calcaires dolomitiques. Donc les origines du magnésium sont comparables à celle du calcium.

Les teneurs trouvés de magnésium (tableau IV.09) varient entre (110mg/l) et (135.56 mg/l) comme moyenne dans la nappe phréatique et le C.T respectivement. Ces valeurs sont élevées est dépassent la norme fixé par la F.A.O qui est de l'ordre de (60 mg/l)

Tableau.IV.9 : Valeurs de Magnésium Mg^{2+} (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	166	94	135,56	24,51	0,18
phréatique	167,7	48,61	110	45,56	0,42

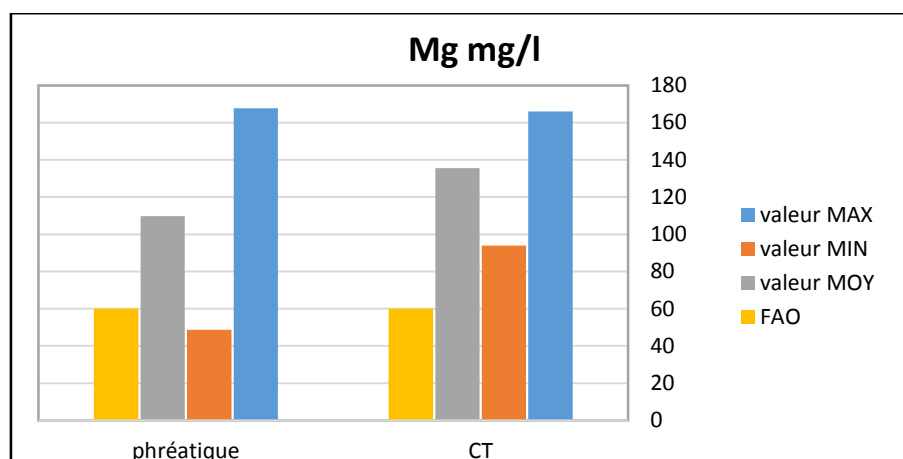


Figure.IV.07 : Valeurs de Magnésium Mg^{2+} (mg/l)

IV.2.8. Sodium Na^+ :

Le sodium est le plus abondant des éléments alcalins. Ses composés largement répandus dans la nature, représentant 26g/kg de la croûte terrestre.

Les concentrations en sodium obtenus (tableau IV.10), affichent des teneurs élevées dans les eaux de la nappe (C.T). Mais elles présentent des valeurs conformes avec les normes d'irrigation de la F.A.O (220 mg/l) ans la nappe phréatique.

Tableau.IV.10 : Valeurs de Sodium Na^+ (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	381	281	344,00	30,76	0,09
phréatique	227	160	203	22,57	0,11

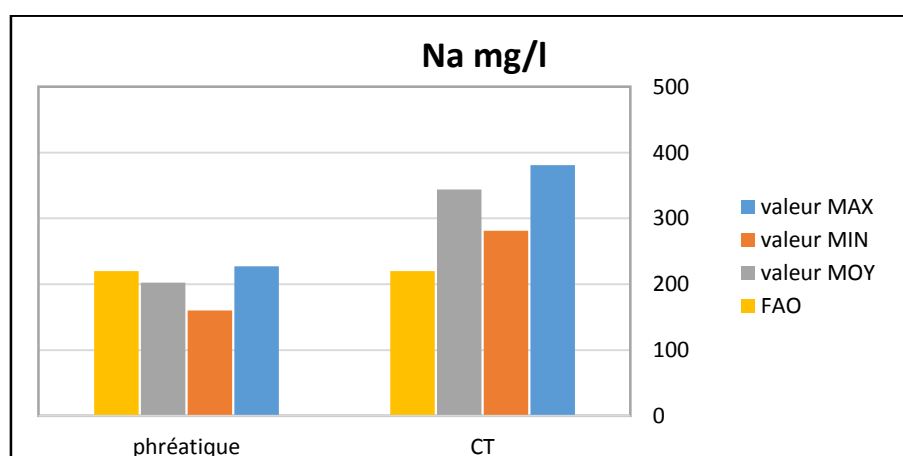


Figure.IV.08 : Valeurs de Sodium Na^+ (mg/l)

IV.2.9. Sodium Adsorption Ratio (S.A.R) :

Le S.A.R est un indice qui mesure le danger que représente l'existence d'une teneur donnée en sodium dans l'eau

Il se calcule par la formule d'U.S.S.L suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{1}{2}((Ca^{2+})+(Mg^{2+}))}}$$

Où tous les éléments sont exprimés en (méq/l). Les valeurs de SAR ont été calculées à partir des données des analyses chimiques. Nous avons fait la moyenne du SAR des 6 forages du C.T et des 6 puits de la phréatique, les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant :

Tableau.IV.11 : les analyses de SAR.

Les nappes	SAR	qualité	note
C.T	4,19	Léger à modéré	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles.
phréatique	2,02	Nul	Pas de restriction sur l'utilisation d'eau.

Selon ces résultats, il apparaît que ces eaux conviennent à l'irrigation et surtout les eaux de la nappe phréatique (peut être renfermant des composants fertilisants) ce qui confirme les dires des articulaire.

IV.2.10. Potassium K⁺ :

Il provient, essentiellement des évaporites, en l'occurrence la Sylvie (KCl), ou par suite d'altération des argiles potassiques.

Pour tous les échantillons prélevés dans les nappes de la région d'étude classées dans le (tableau IV.11), on observe que tous les valeurs sont relativement élevées en dépassant les normes d'irrigation de la F.A.O (12 mg/l).

Tableau.IV.12 : Valeurs de Potassium K⁺ (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	38	15	33,17	8,19	0,25
phréatique	65	23	42	14,41	0,35

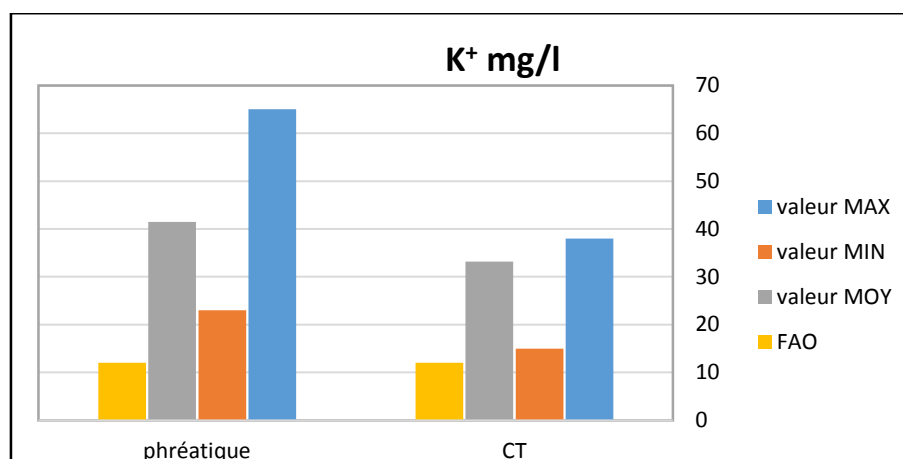


Figure.IV.09 : Valeurs de Potassium K⁺ (mg/l)

IV.2.11. Chlorures Cl⁻ :

Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl₂).

Les valeurs de chlorure trouvées (tableau IV.12) sont dans les normes de l'irrigation pour la nappe phréatique, les eaux de la nappe de C.T est très élevée et dépasser la norme algérienne (355 mg/l). On remarque que les teneurs en chlorure dans les deux cas ne dépassent pas la norme d'irrigation de la F.A.O (1065 mg/l).

Tableau.IV.13 : Valeurs de Chlorure Cl⁻ (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	891	548	749,44	121,95	0,16
phréatique	460,89	355,98	413	33,55	0,08

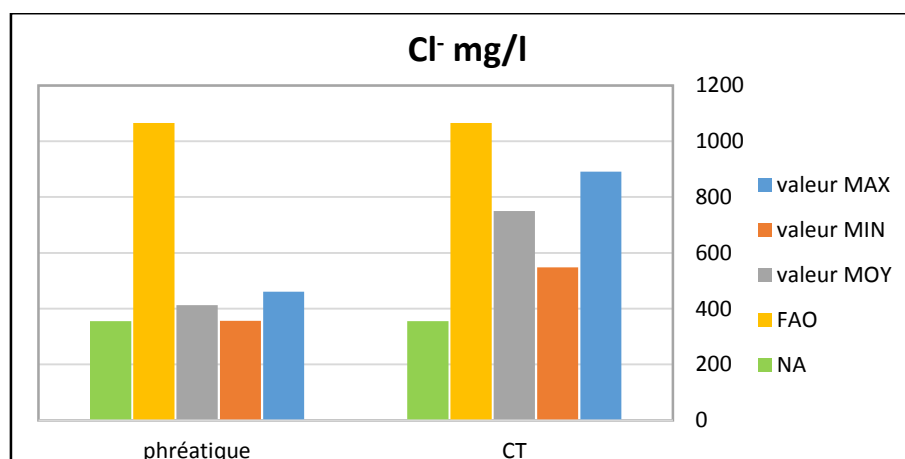


Figure.IV.10 : Valeurs de Chlorure (mg/l)

IV.2.12. Sulfate SO_4^- :

La présence des ions sulfatés dans l'eau leur présence dans l'eau provient de la dissolution des formations gypseuses.

D'après les résultats des teneurs du sulfate (Tableau.IV.13), on observe que les eaux de la nappe phréatique dépassent la norme d'agricole de l'F.A.O (960 mg/l) par l'ordre moyenne de (1612 mg/l), par contre les eaux de la nappe C.T est dans la norme par une valeur moyenne de (733.37 mg/l).

Tableau.IV.14 : Valeurs des Sulfates SO_4^- (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	851	630	733,37	71,75	0,10
phréatique	2100	898	1612	361,12	0,22

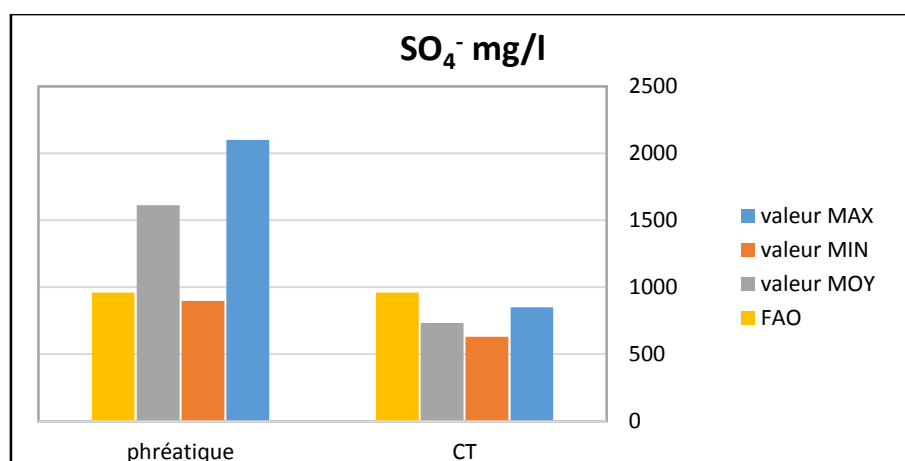


Figure.IV.11 : Valeurs des Sulfates SO_4^- (mg/l)

IV.2.13. Bicarbonates HCO_3^{-2} :

La présence de bicarbonate dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire, dolomite etc.) par des eaux chargées en gaz carbonique.

Selon les résultats du bicarbonate présenté dans le (Tableau.IV.14), on peut dire que tous les teneurs prélever du bicarbonate était dans la norme de l'irrigation de l'F.A.O, et algérienne

Tableau.IV.15 : Valeurs des bicarbonates (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	189	163	177,51	10,43	0,06
phréatique	183	32,94	84,38	51,78	0,61

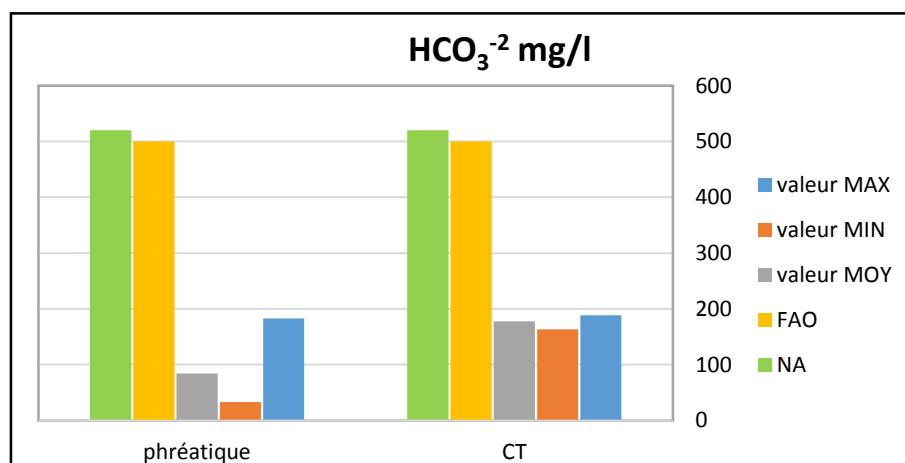


Figure.IV.12 : Valeurs des bicarbonates HCO_3^{-} (mg/l)

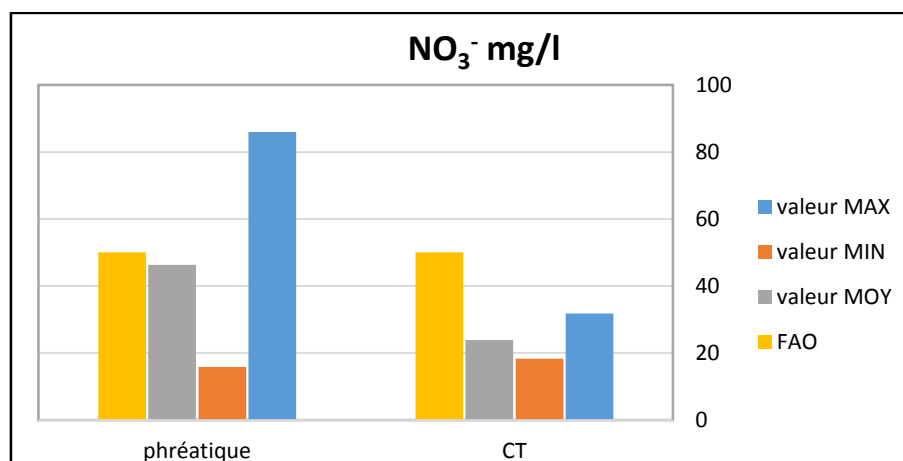
IV.2.14. Nitrates NO_3^{-} :

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, et c'est la forme la plus soluble de ce dernier.

Les teneurs en nitrates trouvées (tableau IV.15) sont faibles et conforme aux normes de l'agricole (50mg/l) pour les eaux de la nappe complexe terminale C.T. et dans le cas de les eaux de la nappe phréatique en remarque que la valeur est forte aux normes de l'F.A.O (50 mg/l).

Tableau.IV.16 : Valeurs des Nitrates NO₃⁻ (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	32	18	23,82	4,81	0,20
phréatique	85,96	15,8	46,27	24,73	0,53

**Figure.IV.13** : Valeurs des Nitrates NO₃⁻ (mg/l)**IV.2.15. Nitrites NO₂⁻ :**

Les nitrites représentent la forme la plus oxygénée et la moins stable de l'azote.

Les concentrations de nitrite trouvées (Tableau IV.16) généralement sont faibles et dans les normes de la F.A.O (1 mg/l) dans toutes les échantillons de les deux nappes de complexe terminal et la phréatique.

Tableau.IV.17 : Valeurs des Nitrites NO₂⁻ (mg/l).

les nappes	valeur MAX	valeur MIN	valeur MOY	Ecart-type	Coefficient de variation
CT	0,022	0,000	0,009	0,008	0,862
phréatique	0,160	0,000	0,447	0,774	1,732

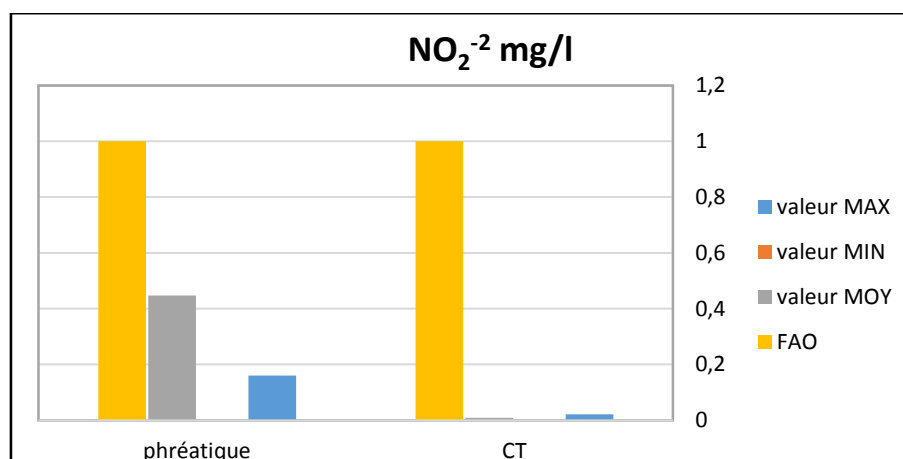


Figure.IV.14 : Valeurs des Nitrites NO₂⁻ (mg/l)

IV.3.Conclusion :

Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent que les eaux des nappes complexe terminal et phréatique de la région de Debila sont caractérisées par un PH proche de la neutralité à légèrement alcalins. Et la température nous remarque qu'il est thermiquement homogènes et dans les normes de potabilité à l'agricole de l'F.A.O et l'Algérienne pour tous les deux nappes phréatique et C.T par les valeurs (15.88 °c) et (18.45 °c) en ordre. La conductivité électrique dans les normes Algérienne et l'F.A.O pour le cas de la phréatique mais nous allons marques des valeurs plus dans le complexe terminal (3950 µS/cm).

On note, quelque éléments chimiques présente une grande concentration dans les deux nappes d'étude tel que : (Mg²⁺, K⁺) et elles dépassent les valeurs guide de l'F.A.O, et para port les éléments de (Ca²⁺, SO₄⁻) en remarque des teneurs plus que les normes de la consommation dans les eaux de la nappe phréatique, et des teneuses dans la neutralité pour les eaux de la nappe de C.T, et le contraire pour les éléments (Na⁺, Cl⁻). Nous nous sommes inscrits des concentrations moins que les normes de potabilité à l'agricoles de l'F.A.O ou (HCO₃⁻, NO₃⁻, NO₂⁻).

Du point de vue du SAR, les eaux de phréatique enregistré une valeur de (2.02) donc les restrictions d'eau ne sont pas nécessaires, et les eaux de CT enregistré une valeur de (4.19) donc en remarque une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles.

La dureté totale de l'eau (TH) est rattachée principalement aux sels du calcium et de magnésium dans l'eau. Dans les échantillons d'eaux : le TH des eaux de CT marque une

valeur min (1272.22 mg/l) et une valeur max dans les eaux de la phréatique (1895 mg/l) ; pour tous les échantillons des eaux étudiés le TH est dépassé la valeur guide de l’F.A.O.

Conclusion général

Conclusion général

La commune de Debila se situe dans le côté Est de la wilaya d'El-Oued, la distance entre elle et le chef-lieu de wilaya est 20 Km, elle a une superficie de 78 Km², sa population est estimée à 29355 habitants avec une densité de 377hab/km². Comme tout la Sahara septentrional Algérienne la région est caractérisée par un climat hyper aride, caractérisé par une irrégularité pluviométrique annuelle et interannuelle. Ce climat est caractérisé par l'existence de deux périodes différentes, l'une sèche et chaude, qui s'étale de mars à novembre et l'autre humide et froide pendant le reste de l'année

L'analyse lithostartigraphique montre que le système hydrogéologique de la région est composé de trois nappes aquifères ; la première correspondant au Continental Intercalaire d'âge Albien, la deuxième est représentée par le Complexe Terminal d'âge Mio-Pliocène et la dernière qui surplombe les deux premières et qui correspond à la nappe phréatique.

Cette étude de comparative de la qualité des eaux d'irrigation du nappes C.T et phréatique dans la région de DEBILA a été réalisée sur plusieurs mois menées à travers des prospections et des échantillonnages dans plusieurs stations. En fin de compte, nous avons constaté que cette eau est caractérisée par :

De point de vue de caractéristique chimique :

- Les eaux de la nappe phréatique caractérisées par un faciès sulfaté calcique et magnésienne.
- Les eaux de la nappe C.T caractérisées par un faciès chloruré sodique et magnésiennes.

De point de vue des analyses physico-chimiques de ces eaux sont caractérisé par un pH proche de la neutralité à légèrement alcalins. et une conductivité élevée dans les eaux du C.T et relativement élevé à la phréatique, avec une grande concentration de quelque élément chimique (Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , SO_4^-) dans les eaux d phréatique, et (Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^-) pour les eaux de C.T, et elles est dépasser les valeur guide de la F.A.O, cette augmentation est due à la géologie.

La dureté totale de l'eau est rattachée principalement à la quantité de calcium et de magnésium dans l'eau. Pour tous les points d'eaux étudiée de chaque nappe, le TH est supérieure à la valeur guide de la F.A.O.

Conclusion général

De point e vue du S.A.R il n'est a pas de restriction sur l'utilisation d'eau du nappe phréatique et para port les eaux de C.T il est Léger à modéré ce qui oblige faite attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles.

Après tout cette étude, nous n'avons constaté que l'irrigation de l'eau du phréatique est préférable que les eaux du complexe terminale.

Enfin nous suffirons au vu du temps très limité de ce travail de prendre en considération dans le cadre d'autres études les aspects liés au contrôle de la qualité notamment les caractères organoleptiques, les éléments indésirables et toxiques ainsi que les microbiologiques, tout menant des campagnes de sensibilisation en matière de préservation et de protection de ces nappes.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

1. **A.D.E., (2019).** (Algérienne Des Eaux). Résultats des analyses des eaux des années (2017, 2018, 2019)
2. **A.N.R.H, (1993).** (coupe lithologique du F1). Direction régional d'Ouargla. Algérie.
3. **Baba sy M ; (2005).** (recherche et paléo recharge du système aquifère du Sahara septentrional), thèse Doct ; université du Tuninis El Manar, Tunisé.
4. **Bel. F & CUCHE.D ; (1969).** (étude des nappes du complexe terminal du bas de Sahara. Données géologique et hydrogéologique pour la construction du modèle mathématique). DHW ; Ouargla.
5. **Besser, D. et Benine,Y.,(2016).** Etude comparative de la qualité des eaux des différentes nappes de la région d'El Oued (Souf). Mém. Master en hydraulique, univ.HAMMA lakhdar El Oued
6. **Cornet, (1964).** Introduction à l'hydrogéologie du sahara, Algérie. Revue géographie, physique et géologie dynamique.
7. **Castany G ;(1982).** (Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (algérie et Tunisie) Aquifère du complexe terminal et continental intercalaire.
8. **Cote M ; (2006).** (si le Souf m'était conté, comment fait et se défait un paysage). Edition media plus, Constantine.
9. **D.R.E.** Direction de Resource en Eaux de la wilaya d'El-Oued.
10. **Journal officielle.** No41 le 15/07/2012.
11. **O.N.M.** (office national météorologique) station de Guemar, données climatiques (2007-2017)
12. **STEWART P., (1969).** Quotient pluviothermique et la dégradation de la biosphère. Bull. Soc. Hist. Nat. Agro.
13. **Tahraoui, B et Obeidi, M (2014).** potabilité et aptitude à l'irrigation des eaux des nappes profondes cas de CT et CI de la vallée d'El-Oued, mémoire Master Hydraulique, Univ de Hama Lakhdar El-Oued.
14. **U.N.E.S.C.O., (1972).** Projet Reg 100. Etude des ressources en eau du sahara septentrional. Rapport sur les résultats du projet. Paris.
15. **U.S.S.L.** United States Salinity Laboratory.