

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université –d'El-Oued



Faculté de technologie

Département d'hydraulique et de Génie Civil

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme master Professionnel en hydraulique

Option : Conception et Diagnostique de système d'AEP et d'assainissement

**THEME: Contribution à l'étude de la Remantéede la nappe phréatique dans
la Région de Taibet**

Dirigé par

-Mr .SAYAH LEMBAREK Mohammed

Présenté par :

**- MERAD Lamine
- KADI Othmane**

Promotion : Juin 2019

Remerciements



Remerciements

Au terme de ce travail, on remercie Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous donné durant tous ces années d'étude.

Il s'est agréable de remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail et en particulier :

Mr . Sayah Lembarek Mohammed, Miloudi Abdelmonem qui a accepté de diriger ce travail, on lui exprime ici toute notre gratitude.

Tous les étudiants du université d'EL OUED

Notre Enseignants du département d'hydraulique, pour leur soutien moral et leur accueil chaleureux.

Notre collègues et amis pour leur encouragements et leur aide durant la réalisation de ce travail.



RESUME

La zone étudiée se trouve à TAIBET, elle fait partie de la wilaya de Ouargla (SE Algérie). Elle se caractérise par une large dépression allongée dans le sens nord, couvre une superficie de 14628 km² et une population de l'ordre de 53412 habitants. La zone d'étude est une région agricole, la principale activité est la culture du palmier dattier, pastèque et de la pomme de terre.

L'objectif de cette étude est de déterminer les caractéristiques hydrogéologiques dans la région de TAIBET.

Dans la région de Taibet, il existe trois systèmes aquifères ; le premier profond étendu, dit le Continentale Intercalaire (CI), constitué en grande partie par des sables et des grès d'âge Albien, le deuxième est multicouche, peu profond et moins étendu que le premier dit le Complexe Terminal (CT), constitué de deux ensembles différents (marin constitué par les calcaires d'âge Sénonien-Eocène CT3 et continentale constitué par des sables, graviers et des grès d'âge Mio-Pliocène caractérise la 1^{ère} et la 2^{ème} nappe du Complexe Terminal) et un aquifère superficiel qui surmonte ces deux ensembles dit nappe phréatique contenue dans les sables fins à moyens d'âge Quaternaire.

Mots clé: Taibet; nappe phréatique ; Carte piezométrique ;Sense d'écoulement ;Niveau d'eau

ABSTRACT

The area studied is TAIBET, it is part of the province of Ouargla (Algeria SE). It is characterized by a large elongated depression in the north direction, covers an area of 14628

km² and a population of about 53412 inhabitants. The study area is an agricultural region, the

main activity is the cultivation of the date . palm, watermelon and potatoes

The objective of this study is to determine the hydrogeological characteristics and .water quality in the region Taibet

Around Taibet, there are three aquifer systems; the first deep lying, says Continental Interleave (CI), consisting largely of sand and sandstone of Albian age, the second multilayer

is shallow and less extensive than the first said the Terminal Complex (TC), made two different sets (marine consisting of limestone age Senonian-Eocene CT3 and continental consisting of Sand, gravel and Mio-Pliocene age sandstone characterizes the 1st and the 2nd

sheet of the Terminal Complex) and a shallow aquifer overcomes these two sets said groundwater contained in the fine sand at age means Quaternary to recent.

Key words: Taibet; groundwater; Piezometric map; Sense of flow; Water level

ملخص

منطقة الدراسة هي دائرة الطيبات ولاية ورقلة وتقع في الجنوب الشرقي من الجزائر تتميز بالاكتئاب الواسع الممتد في الاتجاه الشمالي تقدر مساحتها بحوالي 14628 كم² ويبلغ عدد سكانها حوالي 53412 نسمة وتتميز بأنها منطقة زراعية ومن أهم المزروعات النخيل، والبطيخ والبطاطا والهدف من هذه الدراسة هو تحديد الخصائص الهيدروجيولوجية في منطقة الطيبات .

وتوجد في منطقة الطيبات ثلاثة أنظمة للمياه الجوفية . الطبقة الجوفية الأولى هي الطبقة المائية للمتداخل القاري وتتألف من الرمل والحجر الرملي، والطبقة الثانية هي الطبقة المائية للمركب النهائي وهو أقل مساحة من الأول والذي من مجموعتين وتتكون من الحجر الجيري CT3 سونينيا – ايوسان وتتكون من الرمل والحصى والحجر الرملي ميوبلوسان وتميز الطبقة الأولى والثانية . وطبقة المياه الجوفية الضحلة التي تغلب على هاتين المجموعتين تسمى طبقة المياه الحرة فرياتيك التي تتكون من الرمال الناعمة .

الكلمات الافتتاحية : الطيبات , طبقة المياه الجوفية , الخريطة البيزومترية , اتجاه الجريان , مستوى الماء .

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Remercîment

Résumé

Liste des figuresi

Liste des tableaux.....ii

Introduction générale01

Chapitre I:Présentation de la zone d étude.

1-1 Situation géographique et administrative.....	03
1-2 Climat et Végétation	04
1-3 Géomorphologie	04
1-4 Activités économiques.....	05
1-5 L'hydroclimatologie	05
1- 5-1 Introduction	05
1-6 Les paramètres météorologiques déterminants.....	06
1 -6-1 Etude des précipitations_	06
1-6-2 Etude de l'Humidité	07
1-6-3 Etude de la température	08
1-6-4 ETude du vent	10
1-6-5 Etude d insolation	11
1-6-6- L'évaporation.....	12
1-7 Conclusion	13

Chapitre II :Etude de la nappe phréatique et ressource de l'eau potable

2-1 Introduction	15
2-2 Les besoins en ressources en eau	16
2-3 Cadre géologique régional	17
2-3-1 Les bassins sédimentaires de l'Algérie	18
2 -3-2 Cadre géologique régional du Bas Sahara	19
2-4 Cadre géologique local.....	20
2 -4-1 Introduction	20
2-4-2 Stratigraphie	21
2-5 Tectonique	27
2-5-1 Tectonique générale	27
2-5-2 Paléogéographie	28
2-6 Hydrogéologie.....	29
2-6-1 Introduction.....	29
2-6-2 Hydrogéologie régionale.....	30
2-6-2-1 lecontinental Intercalaire.....	30
2-6-2-2-Le Complexe Terminal	32
2-6-2-3 La nappe phréatique	33
2-6-3 L'hydrogéologie locale.....	34
2-6-3-1 La nappe phréatique	34

2-6-3-2 Les nappes du complexe terminal.....	34
2-6-3-3 Nappe du Continental Intercalaire.....	36
2-7 Alimentation et exutoire	36
2-7-1 Alimentation.....	36
2-7-2 Exutoire	37
2-8 Conclusion	37

Chapitre III: Evolution et interprétation de la piezométrie

3-1 Introduction	40
3-2 Interprétation de la carte piezométrique	40
3-2-1 Généralité	40
3-2-2 Carte piezométrique (Mars 2019)	40
3-3 Phénomène de la remontée des eaux	45
3-3-1 Introduction	45
3-4 Principales causes de la remontée	45
3-5- Les Impacts	46
3- 6- Solutions préconisées	46
3-7 Conclusion	47
Conclusion Générale	49
Bibliographie	51

LISTE DES DES FIGURES

Figure I-01 : Situation géographique de la région de Taïbet.....	03
Figure I- 02 :Variation de Précipitation moyenne mensuelle en mm(2008-2018.....	06
Figure I- 03: Variation mensuelle de l'humidité relative moyenne (2008-2018)	08
Figure I- 04: Variation des température moyennes mensuelle (2008-2018).....	09
Figure I- 05: Variation des vitesses des vents moyennes mensuelle des vents en KM/H(2008-2018)	10
Figure I-06 : Variation d'insolation moyenne mensuelle en heure (2008-2018)	11
Figure I- 07 : Variation d'évaporation moyenne mensuelle en mm (2008-2018).....	12
Figure II- 01: Coupe géologique du Sahara Septentrionale d'après UNE... ..	19
Figure II- 02 : Coupe géologique synthétique du Sahara Oriental,.....	19
Figure II- 03 : Log lithostratigraphique synthétique de la région de Taïbet.....	25
Figure II- 04: coupe hydrogéologique du complexe terminal de la région de Taïbet.....	35
Figure III- 01 : Carte piézométrique 2019 de la nappe phréatique Taïbet.....	42
Figure III- 02: Senes d'écoulement de la nappe phréatique zone Taïbet	43
Figure III- 03: Carte piézométrique de la regionde Taïbet(Avril2008.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-01 : données statistiques de 2019.....	04
Tableau I-02 : Précipitations moyennes mensuelles (2008-2018).....	06
Tableau I-03: Humidité moyennes mensuelles(2008-2018).....	07
Tableau I-04: la température moyenne mensuelle. (2008-2018)	09
Tableau I-05 : Vitesse moyenne mensuelle des vents(2008-2018)	10
Tableau I-06: La durée d'insolation mensuelle(2008-2018).....	11
Tableau I-07 : Evaporation moyenne mensuelle (2008-2018).....	12
Tableau II- 01 : Récapitulatif des besoins en eau. (DHW Taïbet 2019).....	16
Tableau II- 02 : Les étapes probables de la tectonique dans le Sahara Algérien (Karpoff, 1952).....	28
Tableau II- 03: : Données générales sur la nappe du continental intercalaire	31
Tableau II- 04 : Synthèse hydrogéologique régionale des différentes aquifères (sans échelle).....	34
Tableau II- 05: les débits des différents forages dans la région de Taïbet.....	37

LISTE DES Photos

Photo 01 : Photo de la Zone de Menague	56
Photo 02 : Photo de la Zone de Taibet.....	57
Photo 03: Photo de la Zone de Ben nasseur.....	58
Photo 04: Photo de la Zone de Ben nasseur.....	59

Introduction Générale

L'eau joue un rôle essentiel et indispensable dans la subsistance de tous les organismes vivants, animaux ou végétaux de la biosphère.

Chacun sait que les besoins en eau des populations du globe terrestre vont croître avec le progrès industriel et agricole, le confort et l'hygiène des habitants, dont le nombre ne cesse également de s'accroître.

C'est la première fois qu'une étude hydrogéologique a été effectuée sur la zone de Taibet; comme toutes les autres régions, elle est également concernée par le phénomène de la remontée progressive du niveau piézométrique de la nappe phréatique.

Cette étude est basée sur le comportement hydrogéologique des eaux de la nappe phréatique, en vue de leur utilisation dans l'alimentation en eau potable (AEP).

L'étude s'appuie sur les documents existants et un complément de notre travail personnel.

Le but de ce mémoire est d'étudier l'hydrogéologie de cette nappe aquifère pour résoudre certains problèmes locaux (AEP, irrigation).

Cette étude s'articule autour des chapitres suivants :

- **Présentation de la zone d'étude:** Situation géographique et administrative Exposé des activités économiques de la région.
- **Etude de la nappe phréatique et ressource de l'eau potable:** Description de la colonne stratigraphique locale et les formations susceptibles d'être aquifères, et l'aspect agricole, les besoins en eau, et Définir les différents complexes aquifères existants dans la région, et Nous nous sommes basés sur des données climatiques de la période (2008-2018).
- **Evolution et interprétation de la Carte piézométrique:** a fin de déterminer les causes principales de la remontée, son impact sur la région et essayer de proposer quelques solutions qui pourraient être prises en considération dans le futur.

La remontée d'eau dans la région de Taibet est la cause de plusieurs problèmes.

- apparition des maladies menaçant les habitants et les animaux (Leishmaniose, Paludisme, Leptospirose, Bilharziose)
- la démolition de certaines maisons.
- la mort des meilleurs de palmiers.
- Odeurs désagréables.

chapitre I



Présentation de la zone d'etude

Chapitre I : Présentation de la Zone d'etude

1-1 Situation géographique et administrative :

Notre région est située au Nord Est du Sahara Algérien. Elle forme la limite Nord du grand Erg Oriental.

Géographiquement, la région est limitée au Nord et à l'Ouest par les chotts de l'Oued Righ, à l'Est par la région de l'Oued Souf, et au Sud par l'extension de l'Erg Oriental.

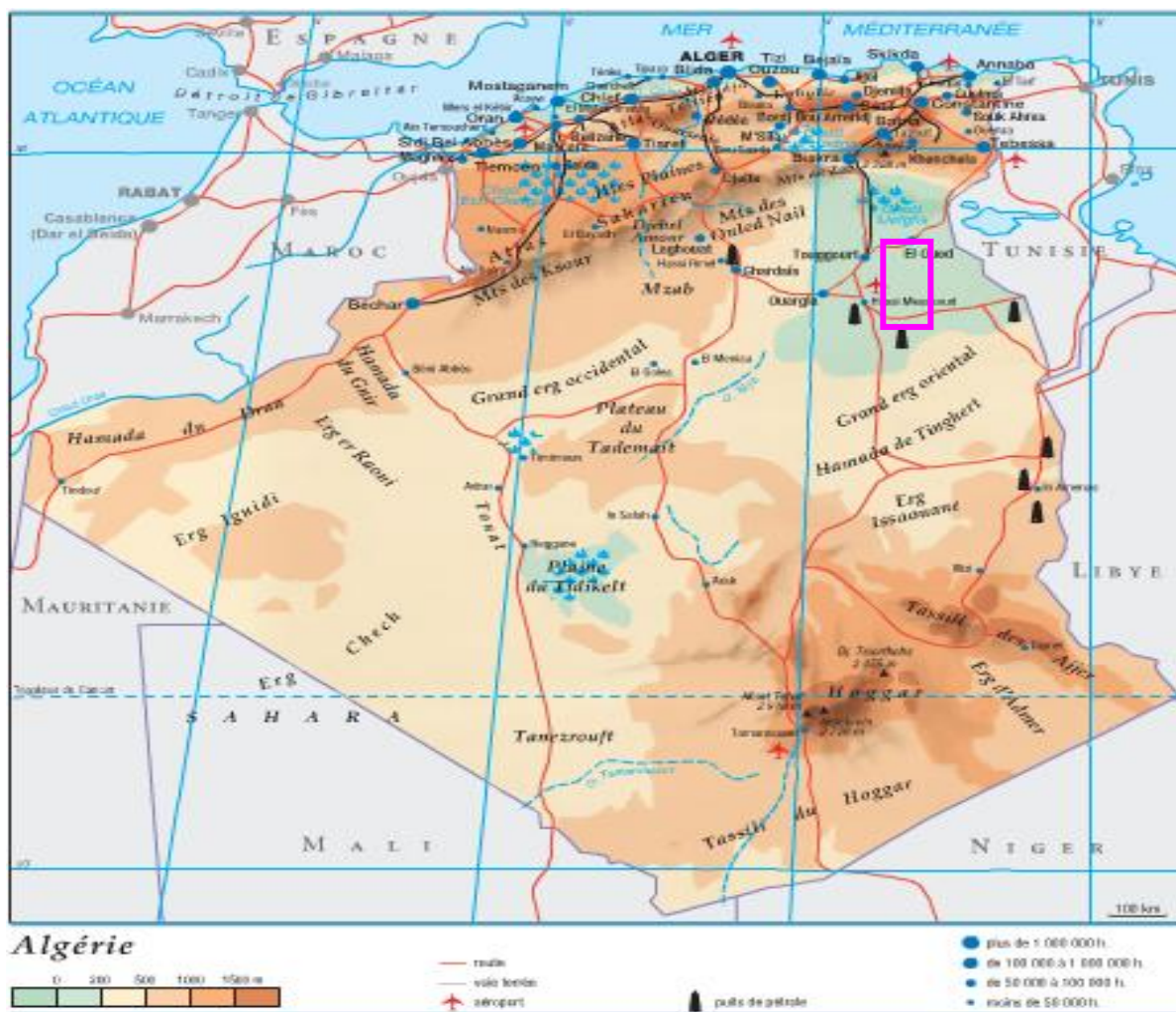


Fig I-01 : Situation géographique de la région de Taïbet par rapport l'Algérie (Internet : [www .rove .com](http://www.rove.com))

Au point de vue administratif, Taïbet appartient à la wilaya de Ouargla. Elle englobe trois communes (Ben Nasseur, Taïbet, et El'Mnagueur) limitée au Nord et à l'Est par la wilaya d'El Oued, Au Sud par les communes d'El Bourma et Hassi Messoud, à l'Ouest par la commune, Elhdjira et les communes de Touggourt.

La Région est située entre les latitudes Nord **33°,57'et32°**

et les longitudes Est **6°,2'et 7°,13'**.

Population et surface de chaque commune :

Tab I-01 : données statistiques de 2019

COMMUNES	POPULATION (habitants)	SURFACE (km2)
TAIBET	25000	4562
BEN NASSEUR	14205	1662
EL MNAGUEUR	14207	8398

source(Commune (Taïbet,Elmnaguer,Ben aceur)2019)

1-2 Climat et Végétation :

La région de Taïbet est caractérisée par un climat typiquement saharien. Les données de plusieurs années d'observations météorologiques de la Station de Touggourt montrent des précipitations faibles et aléatoires ne favorisant pas le développement de la végétation.

La température est très élevée surtout en Eté. Et L'humidité est généralement faible.

1-3 Géomorphologie :

Généralement, cette région est occupée par une véritable mer de sables et de dunes, à l'exception de petites Sebkhass telles que les Sebkhass de Taïbet et de El Mnagueur. et plusieurs marécages dus au phénomène de la remontée des eaux. Les pentes topographiques y sont faibles et les reliefs se présentent sous forme de dunes ou de sables .les zones élevées ne dépassent pas les dizaines de mètres.

Cette région appartient au domaine de la plateforme Saharienne. Elle est située dans le bas Sahara Oriental.

1-4 Activités économiques :

Taïbet regroupe un nombre important des Oasis occupant une superficie de 1124hectares (statestique 2001) le domaine agricole est considèré comme l'activité principale. surtout le palmier dattier.

Ce dernier est abandonné dû au faible rendement lié aux effets néfastes de la remontée de nappe Phréatique et le vieillissement des palmiers.

Ainsi que la présence des sociétés pétrolières attirant les habitants de la région vers des emplois rémunérés

1-5 L'hydroclimatologie:

1- 5-1 Introduction :

La connaissance des caractéristiques hydro climatologiques est nécessaire pour toute étude hydro climatologique.

Elle permet d'évaluer l'alimentation des réserves souterraines. Par définition : le climat est constitué par l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point donné de la surface terrestre.

Le climat qui caractérise la région de Taïbet est de type saharien et désertique avec des étés très chauds jusqu à (**54C°**) et des hivers doux et où les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et leur violence, le « CHIHILI » (ou sirocco) et le vent de sable.

Les données relatives aux différentes composantes qui régissent le climat (pluies, vents, températures, évaporation, insolation) ont été recueillies auprès de l'office national de la météorologie (O.N.M).

La carte ci-dessous montre les différents sous bassins versants du Sahara algérien. Ainsi que les principales stations météorologiques actuellement en activité. La zone d'étude appartient au sous bassin versant n° : 04.

1-6 Les paramètres météorologiques déterminants :

1 -6-1 Etude des précipitations :

La précipitation joue un rôle moins important dans les zones sahariennes du fait des faibles quantités d'une part et la forte température et la nature géologique d'autre part formée essentiellement de sables Mio-Plio-Quaternaires. .

A- Précipitations mensuelles :

Les moyennes mensuelles des hauteurs de pluies calculées sur une période de 11 ans (2008-2018) sont comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tab I-02: Précipitations moyennes mensuelles (2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
P (mm)	13,77	4,87	5,25	8,62	1,36	0,67	0,06	3,79	6,25	4,81	2,12	4,15

-source(ONM2019)

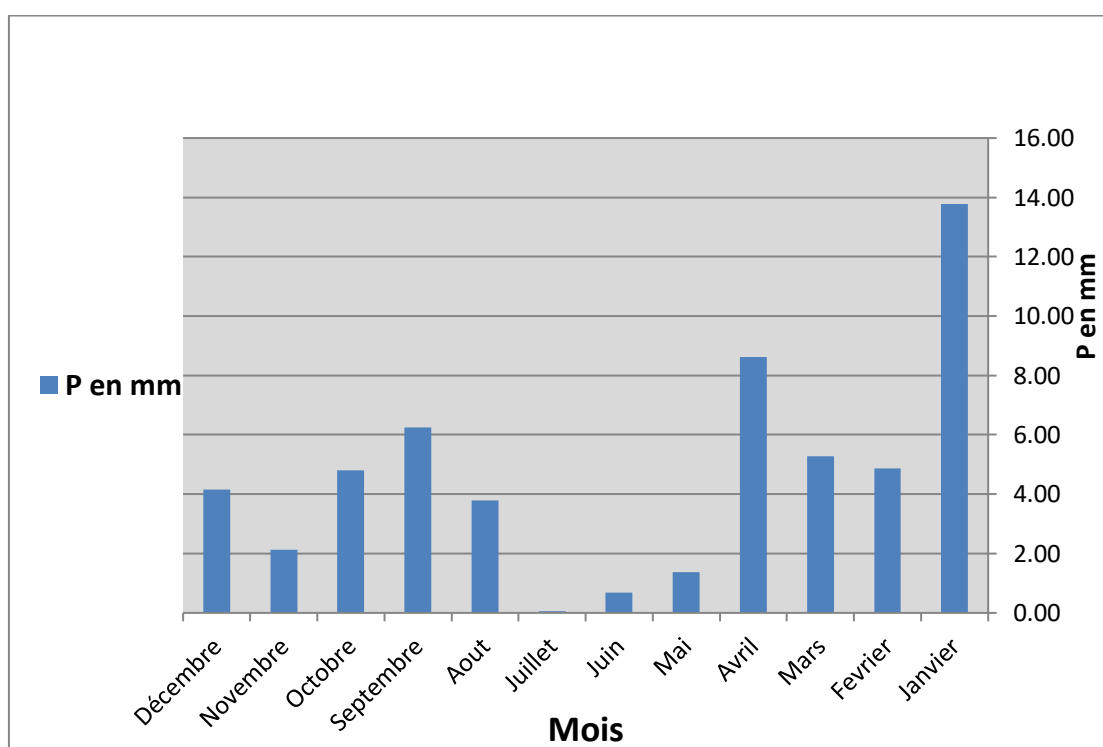


Fig. I-02:Variation de Précipitation moyenne mensuelle en mm(2008-2018)

L'histogramme de précipitations mensuelles moyennes montre :

-une période humide allant du mois de Septembre au mois de Mai, avec des maximas au mois de Janvier (**13.77mm**).

-une période sèche est observée durant le reste de l'année, avec un minima au mois de Juillet (**0.06mm**).

-une grande irrégularité de précipitations moyennes mensuelles est constatée de ces années d'observation

I-6-2 Etude de l'Humidité :

A- Humidité mensuelle :

Le tableau suivant donne les valeurs d'humidité relative moyennes observées pendant 11 ans d'observation.

Le graphe permet de distinguer les mois secs et les mois relativement humides.

Tab I-03: Humidité moyennes mensuelles(2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
H%	64,25	55,07	48,01	44,05	38,21	34,00	30,99	35,28	44,82	50,16	57,09	62,80

H moyenne =47,06 %.

-Source (ONM2019)

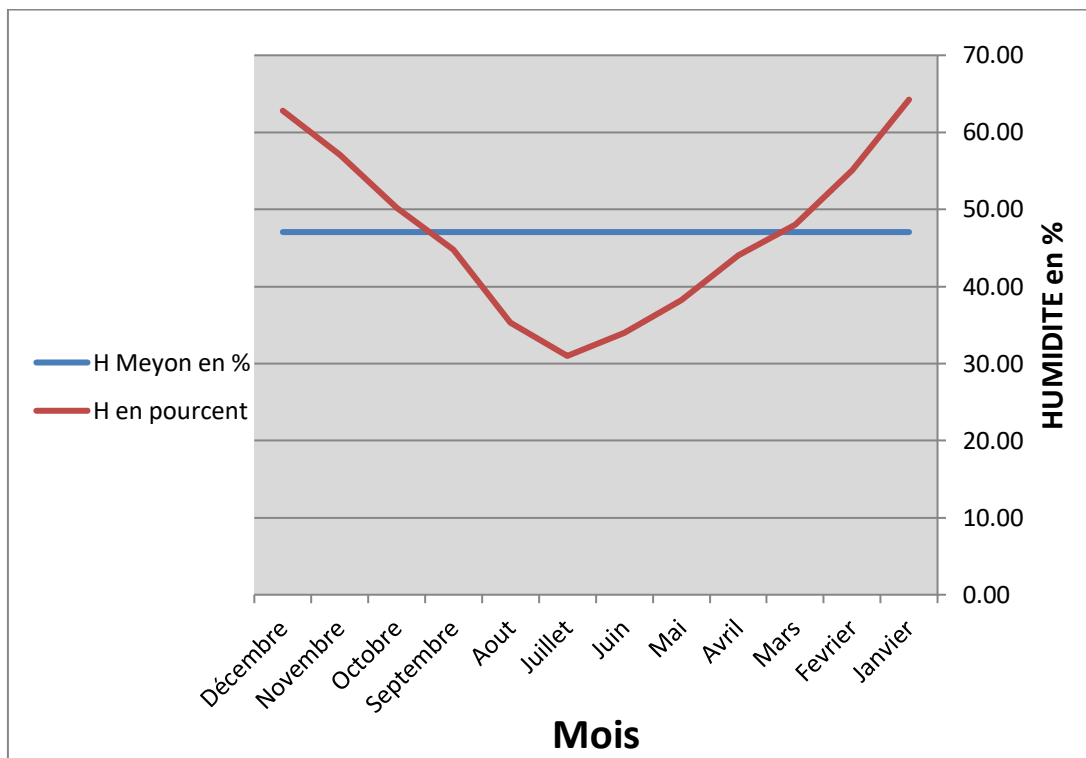


Fig. I-03: Variation mensuelle de l'humidité relative moyenne (2008-2018)

On remarque d’après le graphe que les mois « humides » sont : janvier, février, Oct, novembre et décembre. Cette humidité est due à l’existence des Oasis et des marécages à la région de Touggourt. Et le mois « secs » caractérisent le reste de l’année liés à des températures très élevées

1-6-3 Etude de la température:

Les températures sont constamment variables. Les écarts de température entre le jour et la nuit dépassent souvent les 20C° entre le premier janvier et la fin du mois de juillet où les minimas à l’ombre progressent régulièrement de +3C° à +25C°, et les maximas de +15C° à +40C° suivant la durée de l’ensoleillement.

Le facteur température est primordial dans notre zone d’étude, il influe beaucoup sur la lame d’eau précipitée.

A-la température moyenne mensuelle.

Tab I-04: la température moyenne mensuelle(2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T(C°)	18,40	19,70	24,70	29,80	34,60	39,20	42,60	41,60	36,60	31,10	23,90	18,50

T moyenne = 30,10 C°.

-Source (ONM2019)

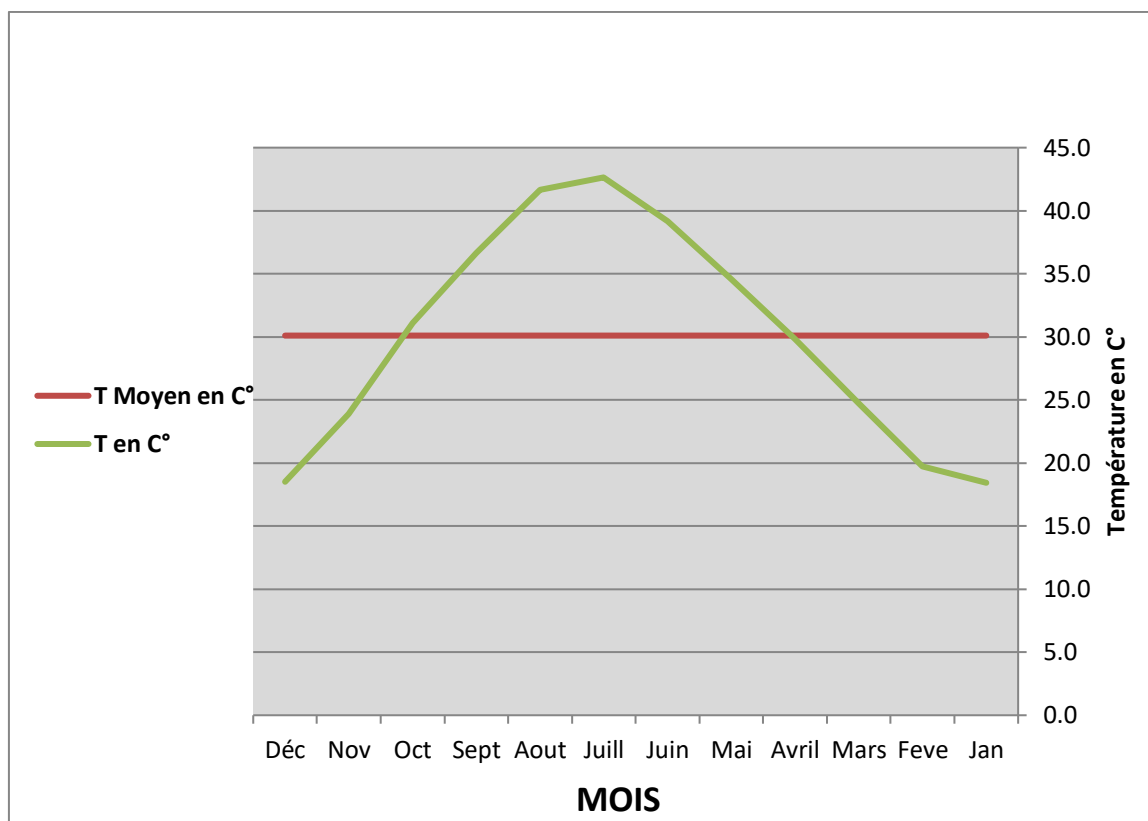


Fig. I-04 Variation des température moyennes mensuelle (2008-2018)

La courbe de ce tableau illustre la variation mensuelle de la température.

On constate que les valeurs les plus élevées s'observent entre Mai et Septembre supérieures ou égale **34C°**et les plus basses en Décembre et Janvier avec respectivement **18.50C°**

I-6-4 Etude du vent:

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. Il est déterminé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence.

Les vents soufflants de l'Est vers le Nord-Est sont les plus dominants provenant de la méditerranée, ils sont chargés d'humidité.

Les vents soufflants du Sud vers le Sud-Ouest sont moins fréquents d'une part. secs et chauds d'autre part.

Au printemps les vents sont plus forts, le vent d'Est appelé communément EL BAHRI souffle principalement pendant la période s'étalant des mois d'avril à juillet.

En été, il apporte de la fraîcheur, par contre il est peu apprécié au printemps car il donne naissance au vent de sable, donnant au ciel une couleur jaune, il peut durer jusqu'à trois jours consécutifs avec une vitesse moyenne de **50 à 60 Km/h**

Tableau I-05 : Vitesse moyenne mensuelle des vents(2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V(Km/s)	57,60	59,56	71,67	73,64	74,62	62,18	63,16	68,73	67,42	51,38	52,07	48,76

–Source (ONM2019)

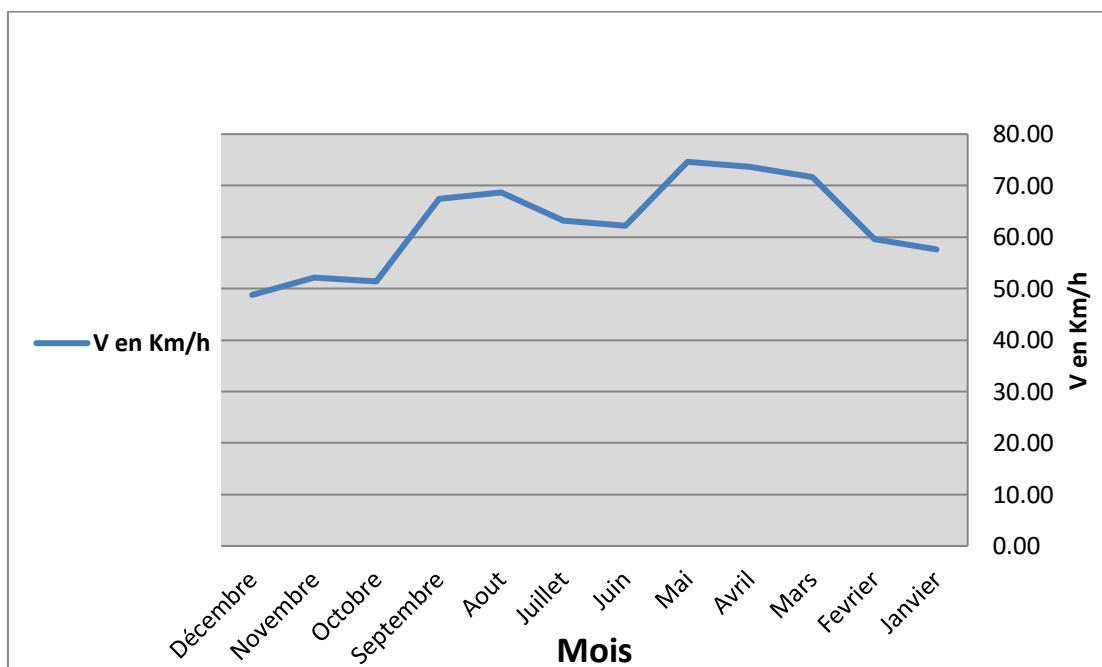


Fig I-05 : Variation des vitesses des vents moyennes mensuelle des vents en KM/H(2008-2018)

1-6-5 Etude d insolation:

L'insolation est la durée d'apparition du soleil, elle est exprimée en heure, elle varie en fonction de la latitude qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires.

Le tableau suivant donne les valeurs d'insolation moyennes mensuelles observées en 10 ans d'observation (2008-2018).

Tableau I-06: La durée d'insolation mensuelle(2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Ins (h)	247,06	237,67	265,38	284,48	328,58	324,42	336,05	271,76	271,76	272,76	255,44	240,48

–Source (ONM2019)

D'après le tableau de répartition des insolutions mensuelles (2008-2018), on remarque que les mois Avril, Mai, Juin Juillet, Août et Septembre correspondent aux mois les plus chauds, et les mois de novembre décembre et janvier sont les plus froids, avec le maximum atteignant la durée de **336,05** heures d'insolation au mois de Juillet, et le minimum au mois de Février avec une durée de **237,67** heures.

(voir tableau N°06)

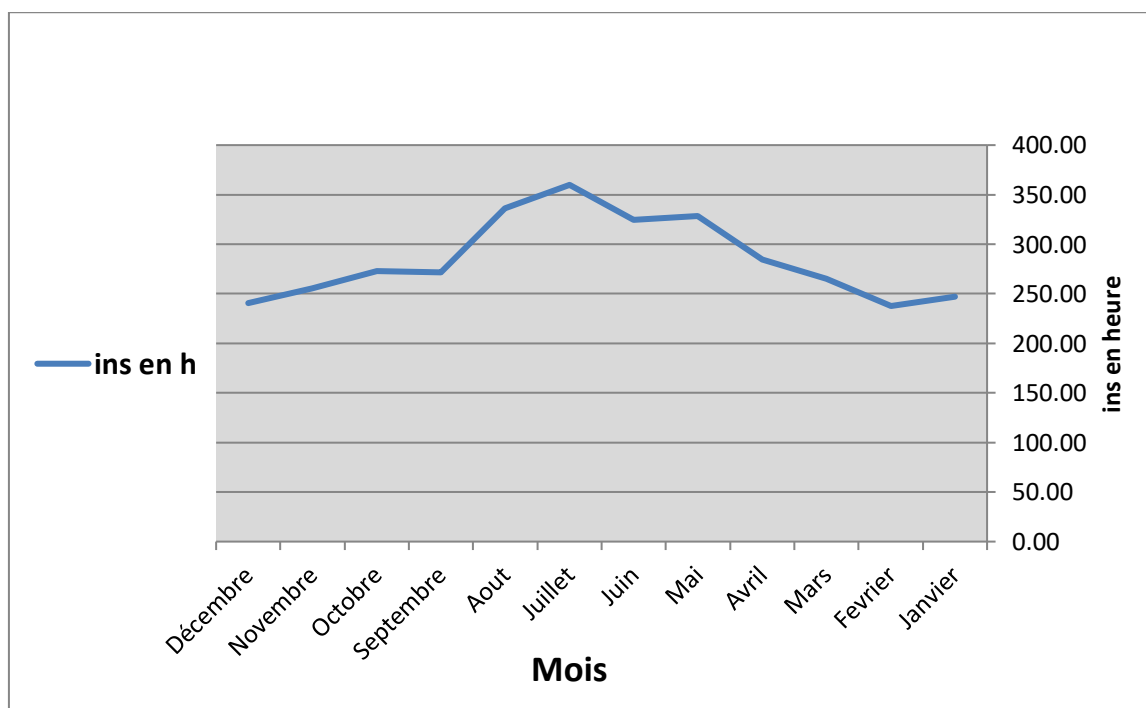


Fig I-06 : Variation d'insolation moyenne mensuelle en heure (2008-2018)

1-6-6- L'évaporation

D'après le tableau ci-dessous l'étude des phénomènes d'évaporation intervient dans le cycle de l'eau au moment où les précipitations atteignent la surface du sol.

La maximum de l'évaporation est enregistré au mois de Juillet et d'Aout avec respectivement **281,13mm** et **325,52mm** et le minimum au mois de Jan avec **79,62mm** (voir fig. N°07)

Tableau I-07: Evaporation moyenne mensuelle (2008-2018).

Mois	Jan	Fève	Mars	Avril	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
EV(mm)	79,62	115,25	151,15	197,24	229,20	268,63	325,52	281,13	211,94	170,49	124,67	84,00

-Source (ONM2019)

E V(moyenne)= 186,57mm.

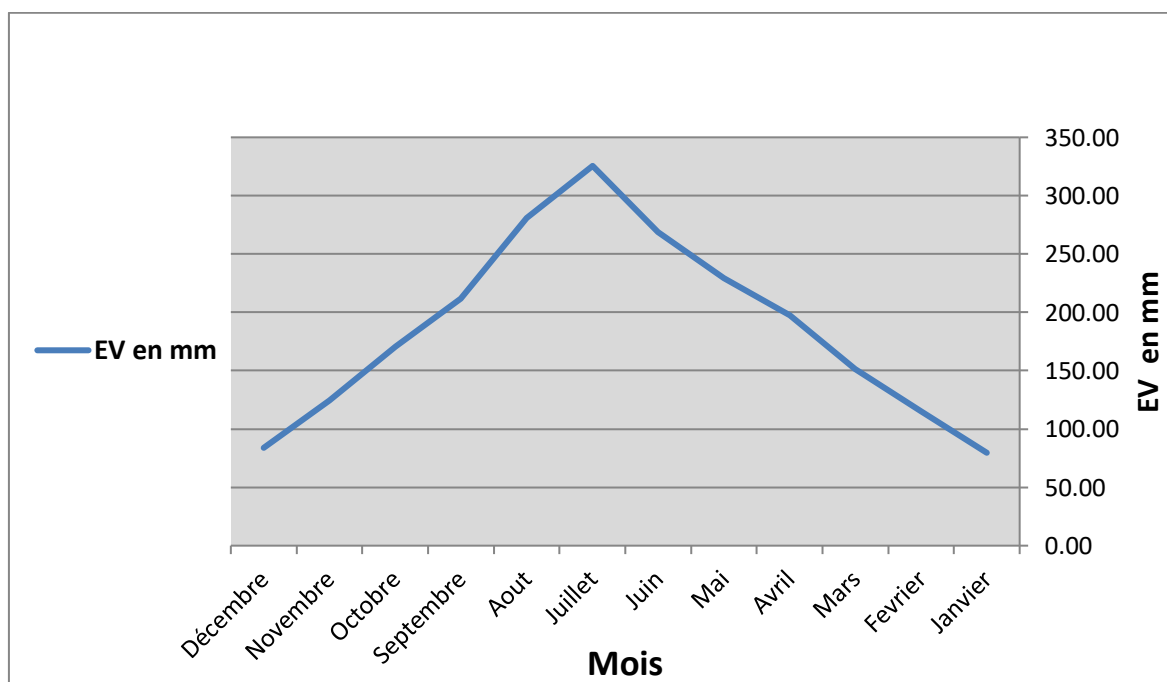


Fig I-07 : Variation d'évaporation moyenne mesuelle en mm (2008-2018)

1-7 Conclusion :

Taïbet se situe au Nord du grand Erg Oriental, c'est un ensemble très vaste de palmeraies dispersées entre les dunes de sables . Elle couvre une superficie de **14628km²**et sa population **53412 habitants** (statistique 2019).

Le climat est hyperaride dans cette région, caractérisée par une température élevée et de faibles précipitations annuelles.

L'exploitation des différents systèmes aquifères dans notre région couvrent largement les besoins en eau (domestique et agricole), en revanche les rejets des eaux domestiques posent d'énormes problèmes de pollution et peuvent affecter les eaux des nappes.

chapitre II



Etude de la nappe phréatique et ressource de l'eau potable

Chapitre II :Etude de la nappe phréatique et ressource de l'eau potable

2-1 Introduction :

L'étude géologique joue un rôle très important en hydrogéologie ; car elle permet la description litho stratigraphique des différentes formations, ainsi que l'identification des formations aquifères.

Cette étude permet de suivre la répartition géologique de ces aquifères dans le secteur du terrain d'étude.

La géologie algérienne est caractérisée par quatre grands ensembles structuraux. Nous distinguons du Nord vers le Sud :

- le domaine des massifs primaires kabyles.
- le domaine tellien.
- le domaine présaharien, qui regroupe les hauts plateaux et l'atlas saharien.
- le domaine de la plate-forme saharienne.

La région de Taïbet appartient au domaine de la plate-forme saharienne, elle est située dans le bas Sahara Oriental.

2 - 2 Les besoins en ressources en eau :

L'alimentation en eau potable et l'irrigation des cultures dans cette région dépendent du forage Albien et des 16 forages du Complexe Terminal et également des forages et des puits traditionnels captant la nappe Phréatique.

Dans la région de Taibet le débit extrait est estimé à L'AEP est supérieur aux besoins, la consommation journalière et dépasse les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) (100 à 150l/j/hab.).

Tab II-01 : Récapitulatif des besoins des ressources en eau.

COMPLEXE	CT	CT	ALBIEN	CT+ALBIEN
Usage	Irrigation	AEP	AEP	total
Nombre de forages exploités	05	09	02	16
Nombre de forages non exploités	04	06	00	10
total	09	15	02	26

(Source DRE Taibet 2019)

2-3 Cadre géologique régional :

2-3-1 Les bassins sédimentaires de l'Algérie :

A- le domaine alpin :

Le domaine Nord est constitué par des reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins .Ce domaine est constitué par les ensembles structuraux et sédimentaires suivants du Nord au Sud :

- L'Atlas Tellien est le domaine des nappes de charriages avec des bassins de type intra montagneux.
- Le Hodna est un bassin d'avant fosse dont la séquence de remplissage débute par des dépôts continentaux.

B- Plateforme saharienne :

Elle est située au Sud de l'Atlas saharien qui appartient au Craton Nord Africain et comprend un socle Précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire structurée au Paléozoïque divisée en plusieurs bassins séparés par des zones hautes :

D 'Ouest en Est on distingue :

B-1 Bassin de Tindouf et de Reggane :

Ce bassin est situé sur les bordures Nord et Nord -Est du Bouclier Reguibat où la couverture sédimentaire atteindrait **800 m**, dans le bassin de Tindouf et **6500 m** dans celui de Reggane.

B-2 Bassin de Bechar :

Il est limité au Nord par le Haut Atlas, au Sud et à l'Ouest par la chaîne de l'Ougarta, sa couverture sédimentaire serait épaisse de **8000 m** en moyenne.

B-3 Bassin de l'Ahnet-Timimoun :

Il est limité au Nord par les hauts fonds d'Oued Namous, à l'Ouest par la chaîne de l'Ouagarta, au Sud par le Bouclier Targui et à l'Est par la dorsale d'Idjrane-Mzab, sa puissance est de **4000 m**.

B-4 Bassins du Mouydir et de l'Aguemour-Oued Mya :

Ils sont limités à l'Ouest par la dorsale d'Idjrane-Mzab, à l'Est par la dorsale d'Amguid Elabioud, au Sud par les sédiments Paléozoïques affleurant dans le Mouydir au

Nord par la dépression d'Aguemour-Oued-Mya ; comblés par une puissante série Paléozoïque (**5000 m** à Oued Mya), où d'importants gisements d'hydrocarbures ont été mis en évidence.

B-5 La synclise d'Illizi-Ghadames :

Est limitée à l'Ouest par la dorsale d'Amguid el Abiod et à l'Est par le môle de Tihemboka et les confins Tuniso-libyens dans le bassin de Ghadamès, la couverture sédimentaire est supérieure à **6000 m**.

Ainsi, les épaisseurs des séries varient entre (**1000-8000m**), renfermant souvent les gisements d'hydrocarbures notamment dans le Paléozoïque et le Trias ; leur nature, les déformations tectoniques et la subsidence ont modelé la plate forme Saharienne en Bassins repartis dans la province occidentale, la province orientale et La province Triasique.

C'est la province Triasique qui englobe le bas Sahara, et nous intéresse dans cette étude, située dans la partie septentrionale de la plate-forme Saharienne .la province Triasique est un anticlinorium de direction Est-ouest, où les éléments majeurs suivants ont été individualisés :

- La voûte de Tilrient et le haut fond de Telemzane.
- Le système structural de Djamaa Touggourt.
- Le système de dislocation d'El Agreb-Messaoud.
- Le môle de Dahar.

Ces éléments sont séparés par des dépressions (Oued Mya), où l'on rencontre les séries types de la province triasique. Les dépôts Paléozoïques sont souvent très érodés, profondément telsques l'Ordovicien et le Cambrien.

Le Mésozoïque repose en discordance sur le Paléozoïque.

Le Cénozoïque est représenté par une série détritique du Mio- Pliocène.

La série sédimentaire du bassin triasique dépasse **4500 m** d'épaisseur dans sa partie septentrionale, et caractérisée par une importante formation évaporitique.

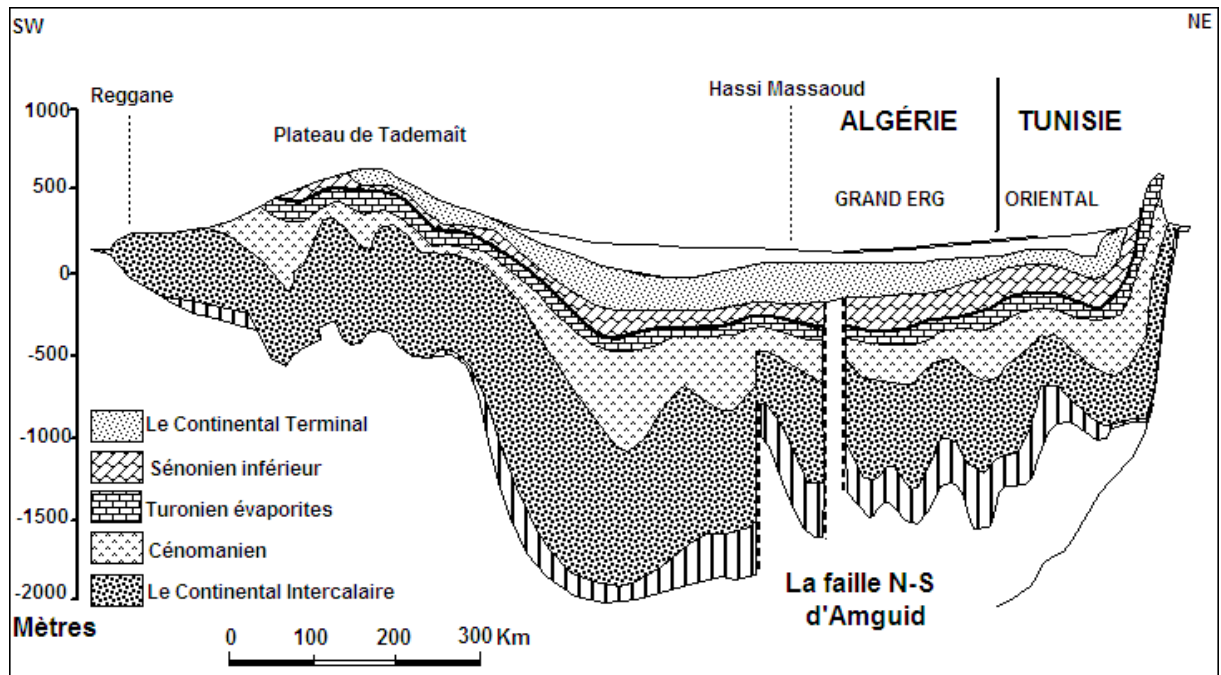


Fig II-01 : Coupe géologique du Sahara Septentrionale d'après UNE

II -3-2 Cadre géologique régional du Bas Sahara :

Notre région d'étude fait partie du Bas Sahara limitée :

- **Au Nord** : par l'accident Sud Atlasique et les premiers contreforts des monts des Aurès.
- **Au Sud** : par la falaise méridionale de Tihert.
- **A l'Est** : par les affleurements crétacés de Dahar Tunisie
- **A l'Ouest** : par la dorsale de M'Zab.

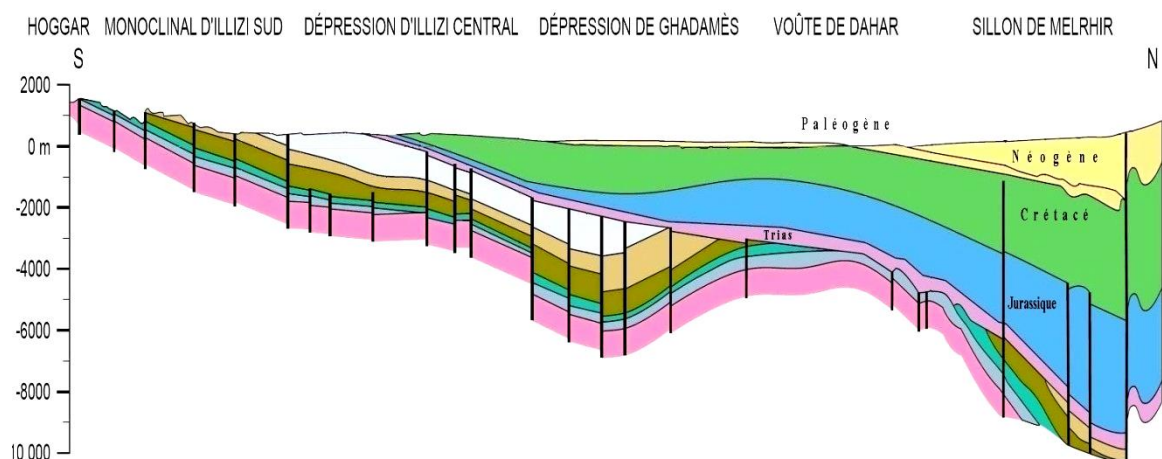


Fig II-02 : Coupe géologique synthétique du Sahara Oriental, d'après Sonatrach

C'est donc entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas Saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas Sahara, avec plus de **600 km** de diamètre, il couvre **72000 km²** de superficie, il s'étend des piémonts des Aurès au Nord jusqu'aux Tassilis au Sud. Une grande partie du bassin est recouverte par le Grand Erg Oriental, soit **125000 km²**, notre région d'étude fait partie de cet ensemble.

Le Bas Sahara est présenté par un vaste synclinal.. Mis à part le côté Nord, les autres bordures sont de hauteur modeste et s'inclinent en pente douce vers la partie déprimée, matérialisée par l'axe SSW-NNE et parcouru par des oueds Mya et Righ, vers le Nord au contraire se dresse une haute barrière composée des monts des Ouled Nail des Aurès et des Nemamcha .bordant une dépression longitudinale occupée par des chotts et dont le fond est inférieur au niveau de la mer.

Tous les terrains, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire sont dissimulés en grande partie par le Grand Erg Oriental, cependant, quelques affleurements sont observés sur les bordures

2-4 Cadre géologique local :

2 -4-1 Introduction :

Pour étudier la géologie de la zone d'étude, nous étendrons le champ d'investigation à tout le Bas Sahara, en raison de l'ampleur des phénomènes géologiques (stratigraphiques et tectoniques) caractérisant la région.

Nous distinguons de bas en haut trois **(03)** ensembles :

- Les terrains Paléozoïques affleurent au Sud entre les plateaux de Tadmaït et Tinghert et le massif du Hoggar.
- Les terrains du Mésozoïque et du Cénozoïque constituent l'essentiel des affleurements des bordures du Bas Sahara.
- Des dépôts continentaux de la fin du Tertiaire et du Quaternaire, occupent le centre de la cuvette.

La prospection et les sondages pétroliers ont précisé la profondeur du socle Précambrien (**Furon, 1968**) se situant entre **3000** et **5000 m.** et les dépôts sédimentaires font environ **4500 m** d'épaisseur.

Dans cette étude nous nous intéressons surtout à la couverture sédimentaire Post-Paléozoïque, qui renferme les principaux aquifères du Sahara.

2-4-2 Stratigraphie :

Les formations géologiques sont décrites de la plus ancienne au la plus récente :

A\ Mésozoïque :

A-1 Le Crétacé :

Cette époque géologique est intéressante pour deux raisons : D'une part, le Crétacé affleure sur les bords du Bas Sahara (**Karpoff, 1952**) repose sur le socle primaire composé des roches variées : schistes, grès et calcaires. D'autre part, l'étendue des affleurements crétacés est très importante en Algérie Orientale.

Le Crétacé est une série en grande partie continentale formée d'une alternance de couches gréseuses et argileuses.

A-1-1 Néocomien :

Se subdivise en deux séries :

☞ La série inférieure :

A prédominance argileuse, elle est représentée par des argiles grises et vertes, plus au moins pélitiques. dans ces argiles, avec intercalation de dolomies microcristallines et cristallines.

☞ La série supérieure :

On distingue deux ensembles :

L'ensemble supérieur est constitué des dolomies et des calcaires microcristallins avec des intercalations d'argiles, de pélites et de marnes blanches et grises.

L'ensemble inférieur, surtout anhydritique avec intercalations d'argiles plus au moins anhydritiques, grises, vertes et rouges. Ces argiles passent à des marnes avec lits dolomitiques.

L'épaisseur du Néocomien est de **350 m.**

A-1-2 Le Barrémien :

Son épaisseur varie entre **150-200 m**. le Barrémien est constitué des grès fins à moyens à ciment argileux avec des passées de dragées de quartz blanc laiteux, des intercalations de sables et de grès arkosiques plus au moins grossiers.

Cette épaisse série détritique poreuse du Barrémien constitue un important aquifère du Complexe Intercalaire.

A-1-3 L'Aptien :

L'Aptien est constitué de dolomies microcristallines à cristallines, parfois blanches, crayeuses et tendres, contenant des débris de mollusques et entrecoupé de marnes grises dolomitiques.

L'Aptien présente les caractéristiques d'un terrain semi-perméable, son épaisseur varie de **28 à 31 m**.

A-1-4 L'Albien :

Il est essentiellement constitué de grès friables à ciment argileux et d'argiles sableuses. Les grès et les sables sont fins à très fins passant parfois à des pélites, les argiles souvent pélitiques sont de couleur grise ou verdâtre. Cette formation albienne présente les caractéristiques suivantes :

- ♦ Épaisseur croissante d'Est en Ouest,
- ♦ Teneurs élevées en éléments clastiques,
- ♦ Les teneurs en carbonates décroissent d'Est en Ouest avec les valeurs supérieures à **10 %** à des valeurs proches du **0 zéro**.
- ♦ l'Albien se présente comme une série très épaisse (**200-300m**).

A-1-5 Le Vraconien :

Il est constitué d'une alternance irrégulière de niveaux argileux et dolomitiques, d'argiles sableuses et rarement de passées de grès à ciment calcaire. Le Vraconien est imperméable. Son épaisseur est de **110 m** environ.

A-1-6 Le Cénomaniien :

Le Cénomaniien est constitué par une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites et même de sels son épaisseur est de l'ordre de **200-250 m** (formations imperméables).

A-1-7 Le Turonien :

Au Turonien le régime marin persiste dans le Bas Sahara, et la mer présente le maximum d'extension. Dans l'ensemble, le Turonien est calcaro-dolomitique, marneux à la base, et dolomitique, ou calcaire au sommet. Il est de l'ordre de **90-100 m**.

A-1-8 Le Sénonien :

Dans tout le Bas Sahara, le sénonien est formé de deux ensembles très différents du point de vue lithologique :

- ♦ Le Sénonien lagunaire à la base.
- ♦ Le Sénonien carbonaté au sommet.

❖ **Le Sénonien lagunaire :**

La limite inférieure du sénonien lagunaire est généralement nette. En effet les évaporites et argiles Sénoniennes sont aisément différenciables des calcaires et dolomies du Turonien. Le passage est beaucoup moins net entre Sénonien lagunaire et Sénonien carbonaté,

Du point de vue lithologique le Sénonien lagunaire est constitué par une alternance de bancs d'anhydrites, de dolomies, d'argiles et de sels.

Le Sénonien lagunaire est imperméable. Du point de vue hydrogéologique, ce niveau joue le rôle d'imperméable de base

❖ **Le Sénonien carbonaté :**

Le Sénonien supérieur est carbonaté. Il est essentiellement constitué de dolomies et de calcaires micro-fissurés avec des intercalations de marnes, d'argiles et plus rarement d'anhydrites.

La limite supérieure de ce niveau est encore moins nette, en effet, il y a pratiquement continuité lithologique entre le Sénonien et l'Eocène carbonaté. Les deux niveaux sont formés de calcaires dolomitiques, avec des intercalations de marnes et d'argiles, plus rarement d'anhydrites

L'ensemble a une puissance de **800-900m**

B\Cénozoïque :

B-1 L'Eocène :

Comme pour le Sénonien, on distingue dans l'Eocène deux ensembles lithologiques :

- ⇒ L'Eocène carbonaté à la base.
- ⇒ L'Eocène évaporitique au sommet.

• **L'Eocène inférieur (carbonaté) :**

Il est composé de bancs de dolomies, de calcaires dolomitiques, de calcaires à Nummulites et à rognons de silex. Il garde le même caractère lithologique dans la région de Taïbet.

Avant la fin de l'Eocène carbonaté, la mer se retire définitivement et le Sahara et ne connaîtra un régime continental, puis désertique jusqu'à nos jours.

• **L'Eocène moyen (évaporitique) :**

Au dessus de l'Eocène carbonaté, on rencontre une formation constituée par une alternance de calcaires, d'argiles, de marnes et d'anhydrites. Elle renferme une faune d'âge Eocène à Nummulites et Globigérines. C'est cette formation que l'on désigne dans le bas Sahara sous le nom d'Eocène évaporitique. Elle existe dans la région de Taïbet, son épaisseur est de l'ordre de **100 m**.

. Les bancs carbonatés sont suffisamment importants pour constituer des niveaux aquifères.

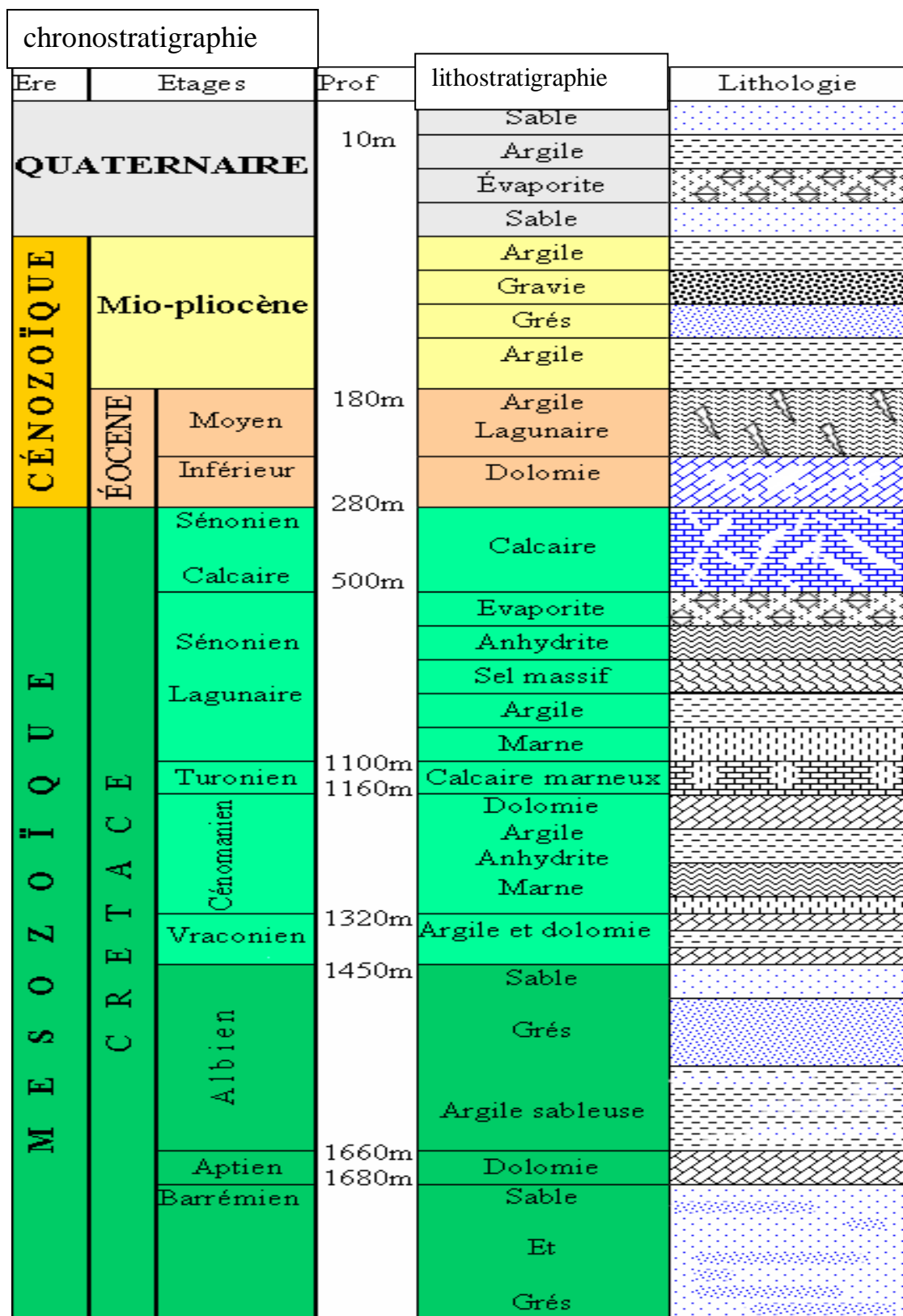


Fig II-03 : Log lithostratigraphique synthétique de la région de Taïbet, (sans chelle).

B-2 L'Oligocène :

Cet étage n'est pas connu dans la zone Saharienne, à l'Oligocène, le Sahara était un plateau sur lequel s'effectuait une sédimentation continentale, ce qui rend impossible la séparation des différentes étages.

B-3 Le Mio- Pliocène :

Il correspond au Complexe Terminal. C'est un puissant ensemble de sable et d'argiles qui s'étend sur tout le Sahara et qui repose en discordance, indifféremment sur le Primaire, et le Crétacé inférieur: le Turonien, Cénomaniens, Sénonien et l'Eocène.

Son épaisseur varie entre **140 m** au Sud et **280 m** au Nord.

♦ **Bel et Demargne (1966)** distinguent de bas en haut quatre niveaux dans ces dépôts lenticulaires :

➤ **Niveau 01** : argileux, peu épais, il existe uniquement dans la zone centrale du Sahara Oriental suivant une bande Nord-Sud.

Ces argiles constituent une barrière très peu perméable entre la nappe du Sénonien et de l'Eocène carbonaté et celle des sables de niveau **02**.

➤ **Niveau 02** : grés-sableux, c'est le niveau le plus épais et le plus constant à sa base on trouve parfois des graviers, alors que le sommet se charge progressivement en argiles pour passer au niveau **03**. Il atteint **400 m** au Sud de Gassi Touil. Le niveau **02** est le principal horizon aquifère du Mio-Pliocène.

➤ **Niveau 03** : C'est une formation argilo sableuse dont les limites inférieures et supérieures sont assez mal définies. Cette couche imperméable n'existe que dans certaines zones ; elle est épaisse et constante que dans la région des chotts.

➤ **Niveau 04** : C'est le deuxième niveau sableux du Mio-Pliocène. Parfois en continuité avec le niveau **02**. Le sommet de niveau **04** affleurant sur de grandes surfaces et souvent constitué par une croûte de calcaire gréseux (croûte hamadienne). L'épaisseur de cet horizon est de l'ordre de **300 m**.

C\Le Quaternaire :

Le Quaternaire est constitué de sables éoliens et sables argileux, résultant de la destruction de la falaise Mio-Pliocène, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Ces sables forment d'énormes accumulations dans le Grand Erg Oriental. C'est dans ce niveau que l'on rencontre la nappe phréatique. Son épaisseur est variable et peut atteindre localement une dizaine de mètres

2-5 Tectonique :

2-5-1 Tectonique générale :

Le Sahara Algérien occupe la partie occidentale de la dalle précambrienne du Continent Africain.

Cette plate-forme saharienne est limitée au Sud par les bordures et boucliers Targui et Réguibat et au Nord par la région alpine au Sud de l'Atlas.

La géométrie actuelle des formations du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal du Sahara est caractérisée par l'absence de déformations tectoniques importantes.

La chaîne des Maghrébides qui a subi plusieurs phases orogéniques au Tertiaire, va avoir des contre coups sur la Plate forme saharienne :

- ❖ Les mouvements de l'Eocène Moyen à Supérieur, sont bien nets, la phase du Miocène Inférieur lui succède et donne naissance au Tell et aux Aurès.
- ❖ Enfin, la phase Plio-Quaternaire qui s'insère entre les précédentes dans la phase Alpine, d'où l'apparition des fractures de direction Est-Ouest forment la surrection du massif des Aurès et l'affaissement de la partie Sud « Sillon Sud Aurésien ». La flexure Sud Atlasique de direction Est-Ouest sépare deux domaines distincts, c'est ainsi qu'on peut avoir au Nord des points culminants « Monts des Aurès » et au Sud les points les plus affaissés.
- ◆ Nous présentons un tableau récapitulatif des étapes probables des tectoniques dans le Sahara Algérien (d'après **R.Karpoff 1952**).

TabII-02: Les étapes probables de la tectonique dans le Sahara Algérien (Karpoff, 1952).

Age	Style
1-Antecambrien	Plis très aigus, failles.
2-Paléozoïque	Mouvements amples d'axes Est-Ouest Formations de chaînes orientées N-S, NNE-SSW ou NW-SE sur des axes antécambriens
3-Post Eocène et Ante Miocène	Rejeu des structures hercyniennes avec leur orientation Ancienne
4-Post-Miocène	Premiers plis d'axe NW-SE
5-Post Pliocène	Mouvements peut être dans la région Nord seule Plis en Genoux de l' Aurès d'axe E-W
6-Fini Quaternaire Ancien	Plis affectant le Mio Pliocène seul ou accompagné du Quaternaire ancien, suivant deux axes orthogonaux Dont l'axe NW-SE est le principal.
7-Neolithique	Mouvements de grande amplitude à plis faibles et Localisés.

2-5-2 Paléogéographie :

Le Cénomaniens est caractérisé par l'influence marine importante traduit par un milieu marin, tantôt franc, tantôt lagunaire (le Turonien Supérieur et le Sénonien Inférieur paraissent régressifs) Réf: (MemoireMessaoudi redha et Mssai ahmed laid (2007/2008)

Au cours de cette époque, un affaissement marque l'effondrement progressif de la partie centrale de la zone saharienne avec un dépôt lagunaire .suivi d'une période d'arrêt au cours du Sénonien Supérieur et l'Eocène Inférieur.

Une réapparition d'un dépôt lagunaire qui remplissait la dépression de la cuvette saharienne.

L' élévation de l'ensemble, suivi d'un nouveau mouvement de descente selon l'axe de l'Oued Righ, cette surélévation permet d'expliquer l'absence de l'Oligocène dans le Sahara.

❖ Les caractéristiques paléogéographiques du Sahara Oriental, du mésozoïque à l'actuel sont :

- ✚ l'existence d'une plateforme très régulière, sur laquelle les variations du niveau de la mer, provoquent des changements remarquables dans la sédimentation.
- ✚ l'existence d'une mer peu profonde à partir de laquelle se produisent plusieurs transgressions dont l'une des plus importantes est celle du Cénomaniens.
- ✚ la régression définitive de la mer à la fin de l'Eocène s'accompagne de l'érosion d'une partie des calcaires de l'Eocène et du régime continental qui a remplacé le régime marin.

2-6 Hydrogéologie :

2-6-1 Introduction :

La zone étudiée appartient au Bas Sahara. Elle se situe dans un contexte climatique de type désertique hyperaride. Les précipitations sont très faibles et irrégulières ne jouent qu'un rôle minime. dans la recharge des nappes.

L'établissement de la carte piézométrique est une étape importante dans l'étude hydrogéologique .Elle permet d'étudier la nappe d'eau souterraine en tenant compte de ses paramètres hydrodynamiques. Elle indique la transmissivité et le coefficient d'emménagement et renseigne sur le sens l'écoulement souterrain, le gradient hydraulique et l'axe de drainage .Cet aspect constitue l'un des objectifs de cette étude.

Par ailleurs, les problèmes techniques posés actuellement par l'exploitation de la nappe de l'Albien à Taïbet font partie aussi des objectifs de ce travail .

Dans la région étudiée ,il existe deux systèmes aquifères séparés par une épaisse série argileuse et évaporitique à la base du Crétacé Supérieur. Il s'agit du :

*Continental Intercalaire (CI) ; aquifère profond composé de sables gréseux ou gréseux argileux

*Complexe Terminal (CT) ; composé de trois nappes superposées :

-La première dans les sables et argiles du Pliocène (CT1)

-La seconde dans les sables grossiers à graviers du Miocène Supérieur (CT2).

-La troisième dans les calcaires fissurés ; plus au moins Karstiques de l'Eocène Inférieur(CT3).

Au dessus ; existe un aquifère superficiel dite la nappe Phréatique (nappe libre).

2-6-2 Hydrogéologie régionale :

2-6-2-1 Le Continental Intercalaire :

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins (l'Algérie, la Tunisie et la Libye). La partie Algérienne du Continental Intercalaire couvre **600000 km²**. Elle renferme un volume d'eau considérable, estimé à **3,5x10⁹** milliards m³ environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination d' «Albien ». Le terme Continental Intercalaire, par contre désigner l'ensemble des couches détritiques qui se sont déposées au Mésozoïque Inférieur au Sahara entre deux cycles marins, c'est le plus puissant aquifère du Sahara (**250 -1000 m** épaisseur).

A\ Limites et morphologie du continental intercalaire :

Il est limité au Nord par l'Atlas Saharien, à l'Ouest par l'axe Bechar Reggan et au Sud par l'axe Reggane- Ain Amenas ; à l'Est il se prolonge au delà des frontières Algéro-Libyenne et Algéro-Tunisienne. Il est partagé par la dorsale du M'Zab en deux bassins :

- Le bassin Occidental.
- Le bassin Oriental qui englobe le Bas Sahara.

B\Toit du réservoir :

Le toit du CI débute presque toujours au toit du Albien (**+2000m**) par rapport au sol, le mur de CI coïncide avec la discordance hercynienne sous les plateaux du Tademaït et du Tinhert.

C\Alimentation :

Cette nappe s'est chargée au cours des périodes pluviales du Quaternaire actuellement elle reçoit une faible recharge , surtout à partir du piémont de l'Atlas Saharien ; la quantité d'eau qui tombe annuellement sur les affleurements du Crétacé inférieur continental est estimée en **2,5** milliards m³/an. Mais, il est difficile d'appliquer à ces formations un coefficient d'infiltration, les conditions climatiques (hauteur de pluies faibles et évaporation intense), étant très différentes de celles des régions où ces coefficients ont pu être expérimentées :

Le volume d'eau emmagasiné dans le CI, évalué à **3.5** milliards m³ ,ce qui se signifie qu'il faudrait un débit continu de **1000m³/s** pendant **1000 ans** pour le remplir

D\Les exutoires :

Ils sont constitués par :

- **Les foggaras** : longues galeries drainantes fonctionnant sous un faible rabattement et utilisant la topographie locale pour permettre l'écoulement libre de l'eau vers des points bas (cas du bassin occidental).
- **Les puits artésiens** (bassin oriental).
- **Les sebkhas** : vastes étendues humides et salines, surfaces évaporantes dont le débit total n'est pas négligeable.

E\Épaisseur du réservoir :

Son épaisseur utile est souvent déterminée à partir de la diagraphie, cette épaisseur utile correspond à l'ensemble des horizons perméables gréseux et des couches calcaires dolomitiques de l'Aptien émergeant au sein de cette série gréso-sableuse.

Les plus fortes épaisseurs sont localisées à l'Est d'El Goléa où elles sont comprises entre **750m** et **1000m**.

Tableau II-03 : Données générales sur la nappe du continental intercalaire

Etendue	600 000 km²
Épaisseur totale (m)	50 à 100
Profondeur (m)	60 à 2400
Profondeur au toit (m)	20 à 2000
Épaisseur de la couche utile productrice (m)	150 à 200
Débit (l/s)	50 à 400
Niveau statique par rapport au sol (m) (Menaia)	Artésien (25 bars)
Rabattement par rapport au N.S (m) (toute la région)	Artésien
Transmissivité ($10^{-3} m^2 / s$)	10 à 30
Coefficient d'emmagasinement (10^{-4})	6 à 1200
Alimentation moyenne ($h.m^3 / an$)	270
Réserve théorique calculée (m^3)	50000×10^9
Température (°c)	25 à 70
Salinité des eaux	0,5 à 6g/l

2-6-2-2-Le Complexe Terminal :

Le système aquifère du Complexe Terminal est moins étendu que le CI néanmoins, il couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara Septentrional, sur environ **350.000 km²** ; sa profondeur oscille entre **100** et plus de **500m** et son épaisseur est en moyenne de **220 m** .Sont désignées sous le nom du Complexe Terminal (**CT**) les formations les plus récentes, déposées au Bas Sahara. Il se compose de deux ensembles aquifères principaux d'âge et lithologie différents, séparés par des formations semi-perméables ou imperméables ce sont :

Au sommet, des sables du Mio-Pliocène, couvrant en discordance pratiquement la totalité de l'Erg Oriental depuis la dorsale de M'zab à l'Ouest jusqu'au Dahar Tunisien à l'Est, l'épaisseur de l'aquifère des sables **50-100m** en moyenne, minimale dans la région de Hassi Messaoud **30m**, augmente vers le Sud **400 m**, et le Nord où elle peut atteindre **600 m**. Les formations carbonatées du Sénonien Supérieur, s'étendent sur l'ensemble du Bassin Oriental. L'Eocène Inférieur ne couvre que la zone située au Nord de la ligne de Djamaa – Tozeur.

Les calcaires et les dolomies du Turonien sont reliés hydrauliquement aux formations carbonatées précédentes par l'aquifère des sables du Mio-Pliocène. L'épaisseur moyenne du réservoir carbonaté est de **100 à 200 m** augmentent vers le Nord atteint **500 m** sous le chott Melghir et **600 m** dans la fosse Atlasique.

- Le complexe terminal d'après l'**ERESS (1972)** comprend les formations les plus récentes déposées au bas Sahara est limité à l'Ouest par la dorsale de M'zab, au Nord par l'accident majeur de l'Atlas saharien, à l'Est par le Dahar, au Sud par une ligne passant au Nord de l'axe In Saleh-Zarzaitine sous l'Erg oriental.

Le substratum du complexe aquifère est d'une manière générale, constitué par la formation lagunaire du Sénonien. La couverture est formée par les argiles plus au moins sableuses du sommet du Mio-Pliocène et les marnes et évaporites de l'Eocène moyen pour l'aquifère Eocène.

- La couverture est constituée par des argiles plus au moins sableuses du sommet du Mio Pliocène et marnes et évaporites de l'Eocène moyen pour l'aquifère Eocène.

- La nappe est en charge au Nord et libre dans sa partie Sud sa porosité dépend de la lithologie, elle est estimée à **30%** dans les sables du Mio-Pliocene et à **20%** dans les calcaires du Sénonien et de l'Eocène supérieur.
- Les études réalisées montrent que l'écoulement se fait :
Du Sud vers le Nord (dans le bassin oriental), il converge des zones d'alimentation vers les chotts Merouane et Melghir ainsi que vers l'exutoire souterrain du Golf de Gabès.
- L'alimentation de la nappe du complexe terminal se fait sur les affleurements perméables, par infiltration des eaux de ruissellement apportées par les oueds qui
- descendent des reliefs et des bordures. Un apport non négligeable se fait par l'impluvium propre du grand Erg Oriental.

2-6-2-3 La nappe phréatique :

Elle se prolonge dans les niveaux sableux et argilo-évaporitiques du Quaternaire. Elle se présente sous forme pelliculaire par rapport à la nappe des sables qui lui succède en profondeur et dont elle est généralement séparée par un niveau semi-perméable du Mio-Pliocène.

Dans cette région ,on assiste au phénomène de la remontée du niveau hydrostatique de la nappe phréatique lié au développement de l'irrigation (prélèvement excessive dans les nappes profondes CT et CI)et l'insuffisance de drainage .

Tab II-04: Synthèse hydrogéologique régionale des différentes aquifères (sans échelle).

ERE	Etage		Lithologie	Nature Hydrogéologique
Quaternaire			Sables.	Nappe superficielle (la nappe phréatique)
			Argiles, évaporites.	Substratum (imperméable)
Tertiaire	Mio-Pliocène		Sables.	1 ^{ère} nappe des sables (Complexe Terminal).
			Argiles gypseuses	(semi-perméable)
	Pontien	Sables, graviers et grès	2 ^{ème} nappe des sables (Complexe terminal).	
	Eocène	Moyen	Argiles lagunaires	Substratum
		Inférieur		Nappe des calcaires (Complexe Terminal).
Secondaire	Crétacé	Sénonien calcaire	Dolomies et calcaires	
		Sénonien lagunaire	Evaporites, argiles	Substratum
		Cénomaniens	Argiles, marnes	Substratum
		Albien Barrémien	Sables et grès	Nappe albienne (Continental Intercalaire).

2-6-3 L'hydrogéologie locale

2-6-3-1 La nappe phréatique :

Elle est contenue dans les sables fins à moyens d'âge Quaternaire, sa puissance moyenne est d'une vingtaine de mètres.

Elle est caractérisée par des eaux de fortes salinités ; les analyses des eaux de cette nappe montrent qu'elles sont très salées, la conductivité électrique est de l'ordre de **3ms/cm** à **17 ms/cm**.

La nappe phréatique est « gonflée » par l'excès de l'eau d'irrigation et des pompages du **CI** et du **CT**.

2-6-3-2 Les nappes du complexe terminal :

Le complexe terminal est constitué de deux grands ensembles, l'un continental au sommet, l'autre marin à la base.

A\La première nappe des sables CT1 :

Hormis, La nappe phréatique, cette nappe est la moins profonde, sa puissance varie entre **50 à 100 m**.

Elle est constituée de sables fins à moyens, sable argileux et grès, d'âge Mio-Pliocene.

B\La deuxième nappe CT2 :

Les formations contenant cette nappe sont également d'âge Mio-Pliocene .comme la première nappe, elle est formée essentiellement de grès, de graviers et de sables avec la présence de quelques lentilles argileuses. Son épaisseur est de **20 à 36m**.

C\La nappes des calcaires du Sénonien Eocène CT3 :

Ces deux étages géologiques ont été regroupés parce qu'ils forment un ensemble lithologique et hydrogéologique homogène. Essentiellement carbonaté, il est formé de calcaires, calcaires dolomitiques ou marneux, d'anhydrite et gypse,

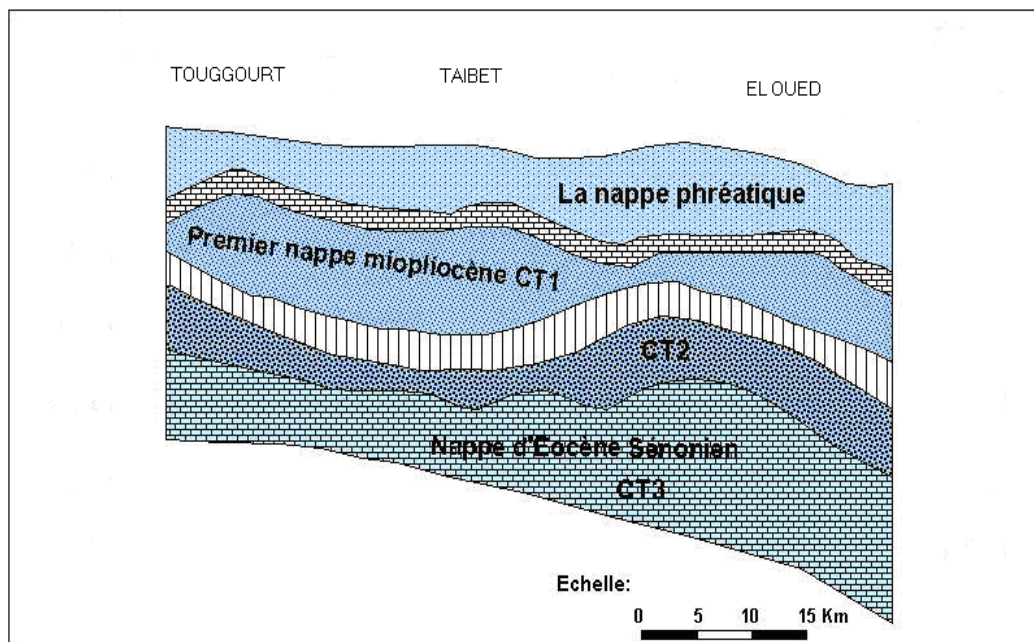


Fig II-04 : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Taïbet

2-6-3-3 Nappe du Continental Intercalaire :

C'est un aquifère profond, composé de sables gréseux ou argileux. Son épaisseur utile est proche de **400m** le réservoir du Continental Intercalaire est contenue dans les formations continentales du Crétacé inférieur (Barrémo-Albien).

La nappe du Continental Intercalaire (CI) dans la région de Taïbet est caractérisé par :

- Sa grande profondeur ,plus de **1600m**.
- Un fort artésianisme(**15à20bars**).
- Une température de l'eau élevée(**50à65c°**).
- Une charge en CO2qui lui donne un caractère corrosif ou agressif.
- Un résidu sec des eaux variant entre **3et5g/l**.

2-7 Alimentation et exutoire :

2-7-1 Alimentation :

La nappe phréatique de Taïbet contenue dans le sables dunaires, est caractérisée par une salinité très importante alimentée par le différentes sources d'eau telles que :

- Les eaux d'irrigation provenant par pompage des forages captant les nappes profondes (Complexe Terminal).
- Le rejet des eaux usées dans les puits abandonnés.
- En fin la nappe phréatique peut être alimentée exceptionnellement par les pluies torrentielles.

Pour estimer la quantité d'eau alimentant la nappe phréatique .La subdivision de l'hydraulique de Taïbet (wilaya de Ouargla)a effectué en 2019 une campagne d'inventaire des forages exploités dans la région et une enquête sur les débits , les résultats sont reportés dans le tableau N° 05

Tab II-05: les débits des différents forages dans la région de Taïbet.

DESIGNATION	DEBIT L/S	USAGE
Taïbet-Taïbet	15	AEP
Dlilia-Taïbet	15	AEP
Bir lassel-Taïbet(Albien)	70	AEP
Ben naceur (Albien)	120	AEP
Khobna-Ben Nasseur	41	AEP
El Amel- Ben Nasseur	20	AEP
Limane-Ben Nasseur	20	AEP
El'Mor	20	AEP
Oum Z'bed -Mnagueur	15	AEP
Mouih ben Ali-Mnagueur	15	AEP
Mnagueur- Centre	15	AEP
Bir lassel-Taïbet	17	Irrigation
Haoud- Etime I	20	Irrigation
Mouih –Rebeh Mnagueur	22	Irrigation
El'Mor	40	Irrigation
Maamri Ben Nasseur	30	Irrigation

2-7-2 Exutoire :

La morphologie, la forme et la structure de la nappe phréatique montrent un écoulement insignifiant à l'échelle régionale. Il faut noter que la région est dépourvue d'un exutoire naturel.

Par contre l'évaporation constitue une véritable sortie, l'eau s'évapore des espaces irrigués, des surfaces libres de la nappe phréatique affleurant dans les dépressions

2-8 Conclusion :

Le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT) représentent deux systèmes aquifères multi couches , renfermant des réserves en eau considérables à plus de **600000** milliards de m³.

- Le Continental Intercalaire est constitué par des sédiments déposés entre le Trias à l'Albien et représentés par une alternance des couches sableuses et argileuses.

-Le Complexe Terminal (CT) est constitué par deux ensembles différents l'un marin carbonaté d'âge Sénonien-Eocène, l'autre Continental détritique d'âge Mio Pliocène.

La carte piézométrique est le document de base de l'analyse du comportement hydrodynamique de l'aquifère étudié, et la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique, pour l'établissement de la carte.

L'analyse de cette carte nous a surtout renseigné sur les sens d'écoulement principaux des eaux de cette nappe. la zone d'appel provoquée par le pompage effectué entre Ben Nasseur et El Mnagueur a influence le sens d'écoulement .

On observe une convergence des écoulements du Sud –Ouest vers cette zone .

De ce fait ,la ligne reliant El Mnagueur et El Khobna se comporte comme la ligne de partage des eaux .

L'autre écoulement se fait vers le Sud-Ouest à partir de la ligne El Mnagueur et El Khobna. ainsi que les variations du gradient hydraulique le long de toute la région affectée par la remontée considérable des eaux.

La région de Taïbet se présente comme une cuvette synclinale du Bas Sahara qui fait partie d'une large fosse de direction N-S.

Tous les terrains, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire sont dissimulés en grande partie sous le Grand Erg Oriental. Excepté quelques affleurements observés, sur les bordures.

La prospection géophysique et les sondages pétroliers ont défini la profondeur du socle précambrien, se situant entre **3000** et **5000 m**, et les dépôts sédimentaires ont environ **4000 m** d'épaisseur.

- Les terrains du **Paléozoïque** affleurent au Sud, entre les plateaux de Tadmaït et Tinhert et le massif du Hoggar.

- Les terrains du **Mésozoïque** et du début du Cénozoïque constituent l'essentiel des affleurements des bordures.

- les dépôts continentaux **tertiaires** et **Quaternaires** occupent le centre de la cuvette.

La série géologique permet de distinguer deux ensembles hydrogéologiques, Post-Paléozoïques importants : **le Continental Intercalaire** et **le Complexe Terminal**.

chapitre III



Evolution et interprétation de la Carte piezométrique

3-Evolution et interprétation de la piézométrique.

3-1 Introduction :

Aucune carte piézométrique de la nappe phréatique n'a été établie ; ceci dû soit à un manque de moyens, soit à l'absence d'un réseau de surveillance (piézomètres).

Ce genre de carte est d'une grande importance pour la détermination de sens d'écoulement des eaux souterraines et de leur vitesse. pour le problème traité une campagne de mesures piézométriques a été effectuée sur tout le réseau de surveillance préalablement choisi durant le mois de Mars 2019

3-2 Interprétation de la carte piézométrique :

3-2-1 Généralité :

L'examen d'une carte piézométrique (Fig III-01) Repose sur l'analyse de plusieurs ces composantes et plus particulièrement :

-la forme et le groupement des courbes isopièzes

-l'espacement des courbes

-Les éventuelles anomalies

3-2-2 Carte piézométrique (Mars 2019) :

Cette carte permet de mettre en évidence les directions principales de l'écoulement des eaux de la nappe, dont il est question .la zone d'appel provoquée par le pompage effectué entre Ben Nasseur et El Mnagueur a influence le sens d'écoulement .

On observe une convergence des écoulements La Première Partié du Nord –Est vers Chotte Melghigh.

Chapitre III Evolution et interprétation de la Carte piezométrique

L'autre écoulement se fait vers le Sud-Ouest à partir de la ligne Oum zebed Vers Canal Oued Righe.

L'espacement des courbes isopiezes évolue en fonction du gradient hydraulique, il est beaucoup plus large à l'Est (Est de Ben Nasseur) et au Sud Ouest (Ouest de Taibet et Mnagueur), et commence à se retrecir vers le centre (ElKhobna) où il est beaucoup plus étroit.(voir Fig III-01)

Ici la vitesse d'écoulement devient très importante, tout ce la ne peut être expliqué que par l'allure de la pente.provoquée par l'exploitation des puits et forages

C-Le Gradient hydraulique .

Nous déterminons le gradient hydraulique sur la carte piezometrique à l'aide de la formule suivante : $I=(H1-H2)/L=H/L$

H= différence du niveau piezometrique exprimée en (m)

L= distance réelle séparant deux courbes isopiezes en (m)

Notre zone d'étude se caractérise par d'importantes variations du gradient hydraulique qui est de l'ordre $12,5 \times 10^{-4}$, 18.75×10^{-4} , 25×10^{-4} respectivement aux environs de Ben Nasseur ,El Mnagueur ,Taibet. Ceci indique que l'accroissement en allant vers le centre et permettant à la vitesse d'écoulement d'augmenter également .

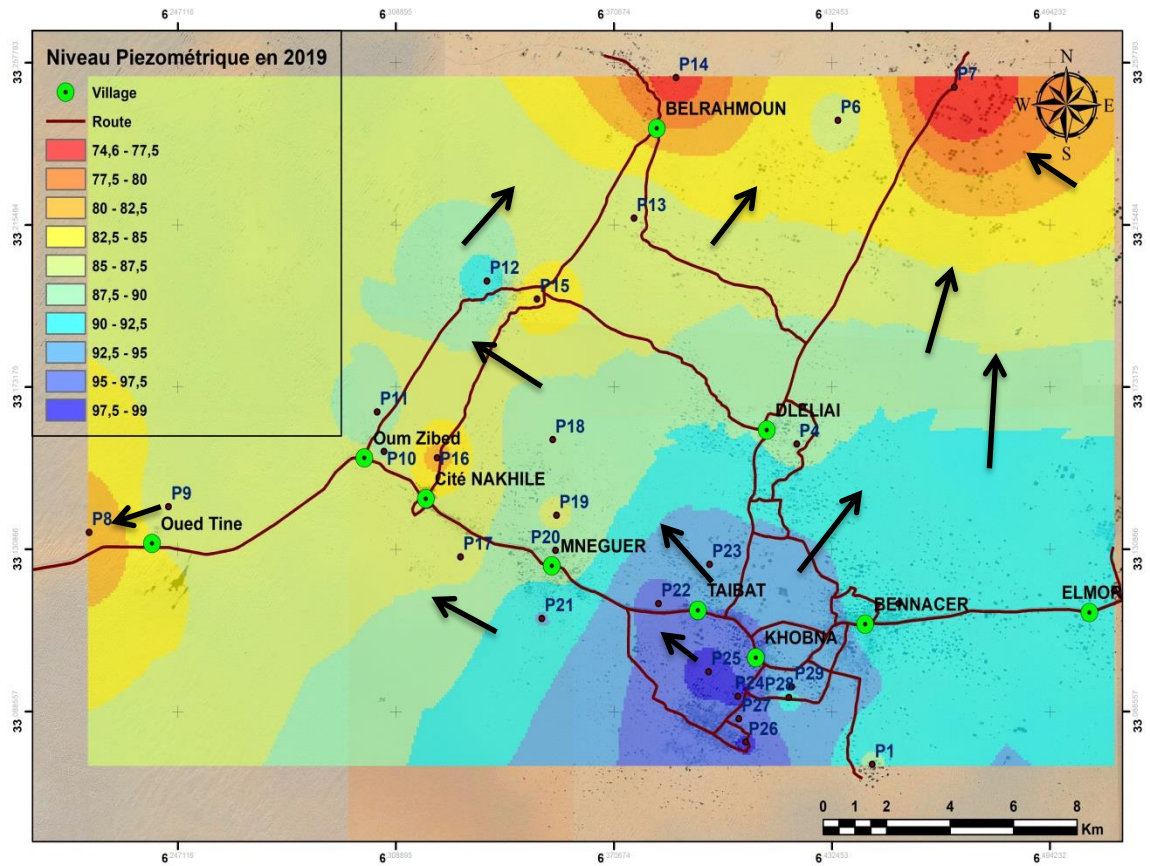


Fig III-01: Carte piézométrique en 2019 de la nappe phréatique Taibet

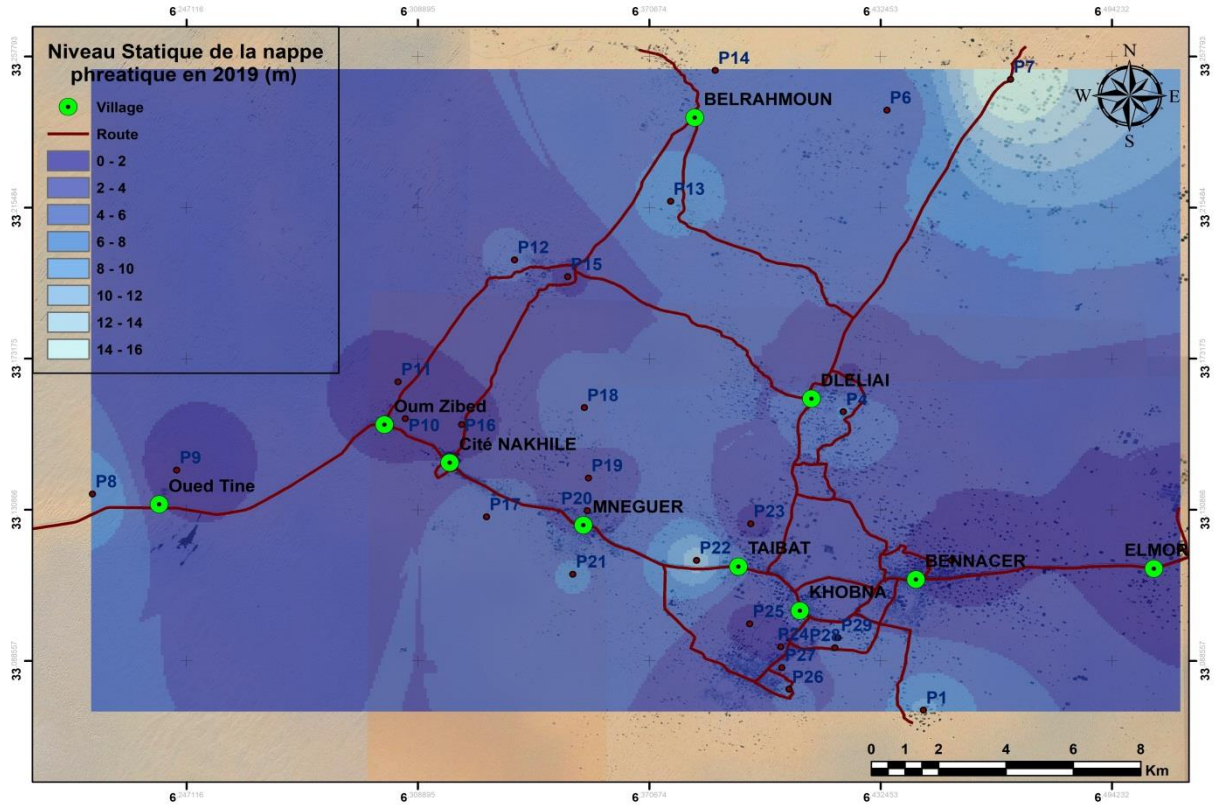


Fig III-02: Carte de niveau Statique en 2019 de la nappe Phreatique de Taibat.

Carte piézométrique de la région de Taibet (Avril 2008)

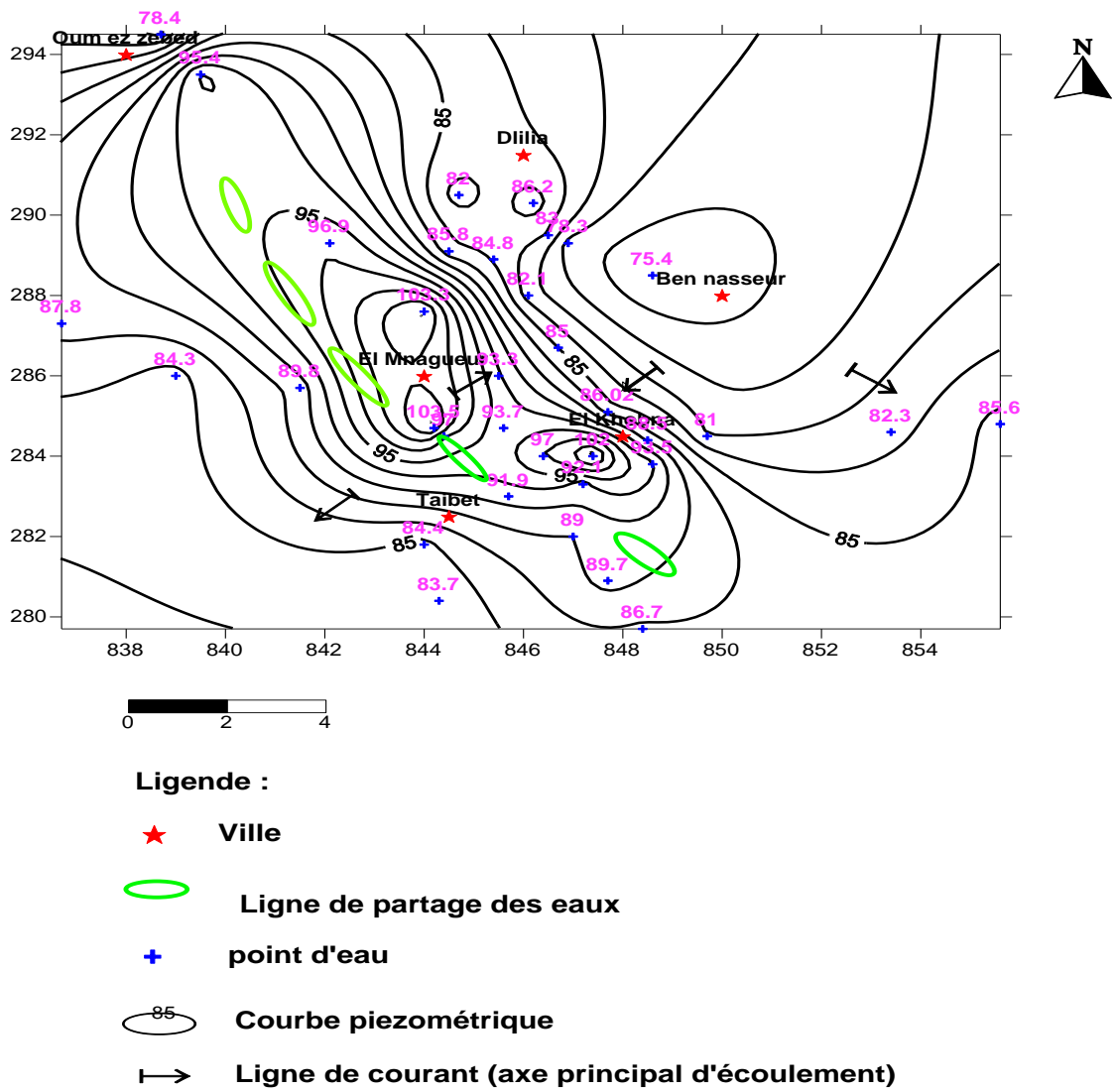


Fig III-03: Carte piézométrique de la région de Taibet (Avril 2008)

3-3 Phénomène de la remontée des eaux :

3-3-1 Introduction :

La nappe phréatique de la région de Taïbet subit une remontée progressive de son niveau piézométrique et qui semble s'aggraver avec les années, l'apport d'eau devient de plus en plus important (irrigation, eaux usées, forage...). Ce qui se traduit par une alimentation excessive de la nappe étudiée, de nombreux secteurs sont inondés en hiver, les palmeraies également, entraînant la baisse de rendement des palmiers puis la mort pure et simple par asphyxie.

3-4 Principales causes de la remontée :

Plusieurs paramètres ont contribué à la remontée des eaux de la nappe phréatique de Taïbet.

A- Transfert des nappes profondes :

L'apport d'eau à partir des nappes profondes a contribué énormément à la remontée de la nappe phréatique.

En effet, un important volume sur les **7000 m³** pompée journalièrement vient s'ajouter à celui de la nappe phréatique. les fuites provenant de conduites vétustes (réseau d'AEP détérioré), des rejets , de drainage et généralement l'utilisation irrationnelle de l'eau (gaspillage).

B- Mauvaise gestion des eaux :

L'ensemble des forages exploités à l'alimentation des agglomérations produisent d'énormes débits, se traduit par une consommation excessive, l'absence des compteurs sur les branchements particuliers, résultent de la mauvaise gestion des ressources en eau .

C- Plus de rejet et moins de prélèvements :

La cause la plus importante du phénomène de la remontée est en effet d'exutoire naturel, permettant aux eaux de toute nature citée plus haut à alimenter la

nappe étudiée, dont l'eau de cette dernière n'est plus utilisée en raison de la pollution ; ce ci montre clairement la cause de l'équilibre naturel qui est existé avant la détérioration de la quantité des eaux de la nappe étudiée.

D-L'absence d'un réseau d'assainissement :

A ce jour le réseau d'assainissement de la région de Taïbet est inexistant malgré les efforts des autorités pour réaliser l'opération et les habitants utilisent toujours les puits abandonnés comme point de rejet des eaux usées, influant directement sur la nappe phréatique et détériore la qualité d'eau.

E-L'absence d'exutoire :

La ville de Taïbet ainsi que les agglomérations environnantes touchées par le phénomène sont situées dans une région où aucun exutoire n'existe.

F- Structure du substratum argileux :

La géométrie de la nappe ainsi que la géologie du substratum imposent le sens d'écoulement des eaux de cet aquifère et facilité l'ascension des eaux en surface.

3-5- Les Impacts :

La remontée d'eau dans la région de Taïbet est la cause de plusieurs problèmes.

- apparition des maladies menaçant les habitants et les animaux (Leishmaniose, Paludisme, Leptospirose, Bilharziose)
- la démolition de certaines maisons.
- la mort des meilleurs de palmiers.
- Odeurs désagréables.

3- 6- Solutions préconisées :

Afin de mettre un terme à la remontée de la nappe phréatique, nous proposons de prendre les mesures suivantes :

A- La réalisation d'un réseau d'assainissement dans les plus brefs délais, et ce sur la base d'une étude approfondie détaillée.

B- la mise en place d'un réseau de distribution adéquat, dimensionné sur la base de calcul.

C- le contrôle sévère du débit d'exploitation des forages destinés à l'AEP et l'irrigation.

D- l'installation des compteurs sur des branchements particuliers ainsi que la sensibilisation des habitants et révision des tarifs de l'eau à la hausse.

E- l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation (goutte à goutte, aspersion, capillarité...).

F- fermeture impérative des vieux forages et particulièrement ceux non utilisés.

G- la mise en place d'une méthodologie de gestion des ressources en eau.

H- mener des campagnes de vulgarisation et de sensibilisation des citoyens sur les conséquences pouvant entraîner le gaspillage de l'eau.

I- la plantation des espèces d'arbres, résistant au climat aride et la forte évapotranspiration, afin de ralentir le phénomène de la remontée ; telles que :

* **L'EUCALYPTUS** dite aussi **POMPE D'EAU** dont on distingue deux espèces (Australie et Cameldilensis)

* **TAMARIX AFRICANA.**

* **L'ACACIA SIANOPHILA** (très abondante en Algérie).

* **LE CASUARIMA.**

J-L- l'évacuation des eaux collectées après un traitement vers une zone de rejet préalablement étudiée (chott Melghir ou Meraouane) par le biais d'une conduite dans le tracé fera l'objet d'une étude topographique ou encore vers le canal principal d'El oued Righ.

K- L'observation de la fluctuation de la nappe étudiée par la mise en place des liminigraphes sur les piézomètres et puits. Cette observation permettra de vérifier l'efficacité des recommandations après leur mise en application.

III-7 Conclusion :

L'évacuation des eaux de la nappe phréatique vers les chotts n'est qu'une solution alternative car elle peut créer un déséquilibre de l'écosystème. Les recommandations précédentes peuvent être obligatoirement mises en application afin d'écartier le danger qui guette la région de Taïbet.

Notant par ailleurs que d'autres régions sahariennes sont confrontées au même phénomène et par conséquent, il est impératif de se pencher sérieusement sur ce problème qui risque de se généraliser. à travers les autres villes du Sud.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La région de notre étude est située dans une zone aride, est caractérisée par une sécheresse excessive dont la température moyenne annuelle de **21.6C°** (période de 1975-2007), les précipitations moyennes annuelles (**82.68mm**) (période de 1975-2007) et une évaporation très importante.

Du point de vue hydrogéologique les formations aquifères rencontrées de bas en haut. sont les suivantes :

-Le Continental intercalaire :

Contenu dans les sables, grés, son épaisseur varie d'une région à autre, c'est un aquifère profond d'âge Crétacé Inférieur (Barremien, Albien).

-Le Complexe Terminal : Est multicouches peu profond :

1-Nappe des calcaires (CT3) : carbonatée constituée par des calcaires, calcaires dolomitiques ou marneux d'âge Sénonien –Eocène, sa profondeur est de **160m**.

2- nappe des sables (CT2) : constitue par des grés, sables, graviers, et quelques intercalations gréseuses d'âge Pliocène, sa puissance est de **10à 50 m**.

3- nappe des sables (CT1) : présentée par des sables à granulométrie plus au moins fines d'âge Mio –Pliocène sa puissance varie de **10 à 50 m**.

Le Mio –Pliocène est surmonté par une formation sableuse correspondant à la nappe phréatique dont la profondeur oscille entre **2 et 15 m**.

La carte piézométrique établie dans la nappe phréatique de Taïbet montre :

-Une zone d'appel provoquée par le pompage effectué entre Ben Nasseur et El Mnagueur a influence le sens d'écoulement.

- Une convergence des écoulements du Sud –Ouest vers cette zone.

- L'autre écoulement se fait vers le Sud –Ouest à partir de la ligne El Mnagueur et El Khobna.

- Le gradient hydraulique est variable, en relation avec la structure du substratum, et la pente de la nappe.

L'absence d'exutoire naturel, la mauvaise gestion, . . . ont à conduit la surcharge de nappe phréatique par les eaux résiduaires, et à perturbation de l'équilibre du système superficiel

En fin il faut dire que la présente étude apporte plusieurs informations et peut proposer une solution adéquate et économique aux problèmes posés telles que :

- la réalisation d'un réseau d'assainissement général .
- la mise en place de distribution adéquat d'un reseau .
- l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation.
- l'évacuation des eaux collectées vers une zone de rejet préalablement étudiée.

BIBLIOGRAPHIE

- * **ANRH** : Agence nationale des ressources hydriques (Touggourt) archive.
- * **Amoria** yacine et **Amoria** nabil (2005-2007): Réalisation des forage dans la nappe albienne dans la région de Oued Righ Nord. Aspect technique et qualité des eaux souterraines.
- * **Benabdessadok** djahida et **Guetiche** saliha (2005-2006): Contribution à l'étude de la Possibilité de réutilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation dans la région de l'Oued Righ.
- * **Bouredjoul** adlene (2004-2005) : Contribution à l'étude hydrogéologique de la plane alluviale de Oued Nail. wilaya de Jijel.
- * **Messaoudi** redha et **Mssai** ahmed laid (2007/2008) Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Taïbet.
- * **DHW** : Direction de l'hydraulique deTouggourt.
- * **DHW** : Direction de l'hydraulique de Taïbet.
- * **Commune de Taïbet.**
- * **Commune de Ben Nasseur.**
- * **Commune de Mnagueur**
- * **Nezli** imadeddine et **Ghouma** salim (1992-1993): Etude de la remontée des eaux dans la région de Souf.
- * **ONM** : Office national de la météorologie.
- * **SONATRACH 2019**

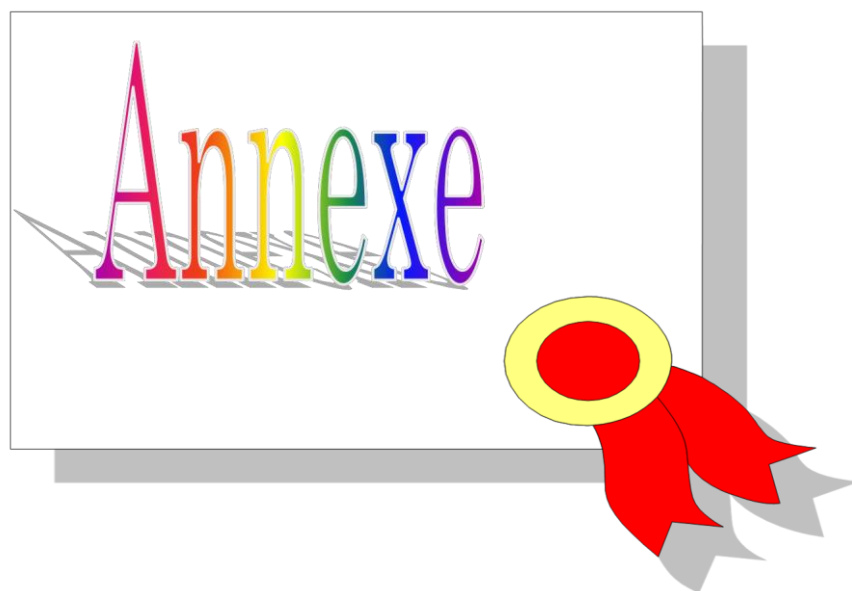


Tableau de cordonnée de puits d'eau En 2019

Commune	Puits	CTN (m)	Niveau D'eau (m)	Cote Piézométrie (m)	X	Y
Ben naceur	P1	98.00	8.30	98.70	33°04'29	06°26'38
	P2	91.00	0.00	91.00	33°06'72	06°30'45
	P3	90.00	0.00	90.00	33°07'00	06°26'65
Menagueur	P8	88.00	8.00	80.00	33°07'67	06°13'19
	P9	86.00	0.00	86.00	33°07'91	06°14'40
	P10	89.00	1.43	87.57	33°09'23	06°17'80
	P11	90.00	1.50	88.50	33°09'60	06°18'13
	P12	96.00	4.50	91.50	33°11'63	06°19'65
	P13	93.00	7.00	86.00	33°13'02	06°21'95
	P14	82.00	5.50	76.50	33°15'14	06°22'78
	P15	84.00	1.50	82.50	33°11'46	06°20'56
	P16	81.50	0.00	81.50	33°08'77	06°19'14
	P17	93.00	6.00	87.00	33°07'44	06°18'98
	P18	96.00	6.00	90.00	33°08'94	06°21'12
	P19	90.00	3.00	87.00	33°07'83	06°21'16
Taibet	P20	91.00	2.80	88.20	33°07'50	06°21'15
	P21	99.00	6.40	92.60	33°06'46	06°21'01
	P4	96.00	6.20	89.80	33°08'90	06°24'81
	P5	90.00	1.60	88.40	33°09'65	06°24'87
	P6	90.00	4.50	85.50	33°13'94	06°25'63
	P7	91.00	16.40	74.60	33°15'05	06°28'02
	P22	107.00	11.00	96.00	33°07'00	06°22'60
	P23	94.00	1.30	92.70	33°06'97	06°23'52
	P24	99.00	0.00	99.00	33°05'33	06°23'81
	P25	100.00	1.00	99.00	33°05'56	06°23'51
P26	103.00	5.00	98.00	33°04'50	06°23'89	
P27	98.00	2.30	95.70	33°04'72	06°24'22	
P28	96.00	5.00	91.00	33°05'32	06°24'73	
P29	98.00	4.00	94.00	33°05'42	06°25'16	

Tableau de cordonnée de puits d'eau En 2019

Commune	PUITS	X (m)	Y (m)	CTN (m)	Niveau D'eau (m)	Cote Piézométrie (m)
Ben naceur	P1	261387.975	3662476.561	98.7	8.3	90.4
	P2	267913.581	3667344.08	91	0	91
	P3	262201.35	3667111.433	90	0	90
Menagueur	P8	240841.201	3669719.944	88	8	80
	P9	242960.292	3670403.908	86	3	83
	P10	248703.72	3671857.595	89	1.43	87.57
	P11	248551.684	3673002.202	90	1.5	88.5
	P12	251550.315	3676717.349	96	4.5	91.5
	P13	255481.087	3678436.792	93	7	86
	P14	256696.282	3682475.626	82	5.5	76.5
	P15	252857.994	3676160.018	84	1.5	82.5
	P16	250098.371	3671636.823	81.5	0	81.5
	P17	250647.202	3668755.71	93	6	87
	P18	253169.558	3672082.781	96	6	90
	P19	253217.941	3669892.756	90	3	87
	P20	253166.341	3668876.732	91	2.8	88.2
P21	252753.574	3666914.165	99	6.4	92.6	
Taibet	P4	259618.852	3671798.541	96	6.2	89.8
	P5	259800.865	3672872.989	90	1.6	88.4
	P6	260937.009	3681137.412	90	4.5	85.5
	P7	264040.824	3682017.263	91	16.4	74.6
	P22	255849.644	3667267.962	107	11	96
	P23	257226.081	3668374.289	94	1.3	92.7
	P24	257883.285	3664535.474	99	0	99
	P25	257122.895	3665263.331	100	1	99
	P26	258058.008	3663205.612	103	5	98
	P27	257893.216	3663887.869	98	2.3	95.7
	P28	259231.017	3664471.4	96	5	91
	P29	259316.391	3664777.563	98	4	94

Tableau de cordonnée de puits d'eau En 2008

Commune	Puits	Cote Piézométrie (m)	X	Y
Menagueur	P18	97.00	844.20	284.90
	P25	87.80	836.00	287.40
	P26	78.40	838.40	294.50
	P27	95.40	839.90	293.80
	P28	84.30	838.40	286.00
	P29	89.80	841.90	285.80
	P30	96.90	842.90	289.00
	P31	103.50	844.00	283.90
	P32	103.30	844.00	287.80
	P33	93.70	845.60	284.90
	P34	93.30	845.60	286.20
Ben naceur	P4	93.50	848.40	284.00
	P5	85.60	856.00	284.50
	P6	82.30	853.80	284.40
	P7	81.00	849.80	284.40
	P8	88.50	848.20	285.00
	P9	86.02	847.60	285.10
	P24	85.40	848.90	288.90
Taibet	P1	89.00	847.10	282.10
	P2	92.30	847.00	283.20
	P3	86.70	848.20	279.80
	P10	82.20	846.10	288.10
	P11	84.80	845.20	289.00
	P12	83.00	846.90	289.10
	P13	78.30	847.10	289.00
	P14	86.20	846.40	290.20
	P15	82.00	844.80	290.40
	P16	85.80	844.40	291.10
	P17	84.80	845.20	289.00
	P19	81.90	845.80	283.00
	P20	93.70	845.80	284.90
	P21	89.70	847.90	280.90
	P22	83.70	844.40	280.20
P23	84.40	844.00	281.90	
P35	103.50	844.20	284.90	

Photo 01 de la Zone de Menagueur



Photo 02 de la Zone de Taibet



Photo 03 de la Zone de Ben nasseur



Photo 04 de la Zone de Ben nasseur

