

N° d'ordre :

N° de série :



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

THEME

Étude hydrogéologique de la vallée d'oued righ Nord
(établissement de la coupe hydrogéologique)

Présenté par : **Mr : Kermadi Abd El Djabbar**

Membres du jury :

Nom et prénom

Grade Université

Président : Mr. Mega Nabil

M.A.A, Université d'El Oued.

Examineur : M^{me} Meguellati Soumia

M.A.A, Université d'El Oued.

Promoteur : M^{me} .BOUSBIA BRAHIM. A

M.A.A, Université d'El Oued

Année universitaire 2016/2017

Remerciements

A l'issue de ce travail, je remercie avant tout Allah, le tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage et patience pour atteindre à mon but.

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à **Mme .BOUSBIA. B. Aida**, mon encadreur, pour avoir accepté de me diriger avec beaucoup d'attention et de soin mon mémoire.*

Je lui suis très reconnaissante pour sa bienveillance, ses précieux conseils, et surtout sa patience et sa disponibilité pour moi. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury :

-MEGA Nabil

-MEGULATI Soumaia

Mes plus profonds remerciements vont à ma famille Mon père, ma mère et mes frères, qui m'offert soutien psychique, moral et matériel ils ont suivie a vécu avec ardeur toutes les étapes de la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements à mes amis en particulier ceux de ma promotion.

En fin, mes remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de cette thèse.

Dédicace

*Je m'incline devant Dieu Tout - Puissant qui m'a ouvert
la porte du savoir et m'a aidé à la franchir.*

Je dédie ce modeste travail :

*A ma chère et tendre mère **Naima**, source d'affectation
de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me
voir atteindre ce jour.*

*A mon père **Bobaker**, source de respect, en témoignage
de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et le
soutien incessant qui m'a toujours apporté.*

*A mon frères **Mossab* Aimen* Sasi* Ibrahim* Ahmed****

*A mes soeurs **Meriem* khawthar***

*Au frère du défunt **Salah al-Din**, pitié de Dieu*

*A toute la famille de **KERMADI** et **ABID***

Une spéciale dédicace à mes collègues :

Hicham* Ahmed* Lokmane* Said* EL-

Arbi* Aziz* Salim* Abdenor

*A mes amis : **Abdo****

walid* Ali* Faouzi* Lamine* kamal* Ali* Yahya

**** Ilyas* Mida* Nacer-edin****

*A tous mes ami(e) s du département biologie, ainsi ceux
de la cité universitaire.*

A tous ceux que je porte dans mon coeur.

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure01	situation administrative d'oued Righ Nord	02
Figure02	Précipitations moyennes mensuelles interannuelles (mm)	05
Figure 03	Humidité moyenne mensuelle interannuelle (%)	06
Figure 04	Vitesse moyenne mensuelle interannuelle du vent (m/s)	07
Figure 05	Durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle (heure)	08
Figure 06	Températures moyennes mensuelles interannuelles (°C)	9
Figure 07	Diagramme de GAUSSEN	10
Figure 08	carte géologique d'Oued Righ	13
Figure 09	Carte des ressources en eau souterraines (Continental Intercalaire et Complexe Terminal), 2002.	14
Figure10	Coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du CI	15
Figure11	Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara septentrionale (UNESCO 1972).	22
Figure 12	carte représentant les points de mesure a Djamaa	29
Figure13	carte représentant les points de mesure à El Meghaier	30
Figure14	Coupe en phase de réalisation	33
Figure15	Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ	34
Figure16	forage de nappe phréatique de DRAA ETTIN	37
Figure17	forage de nappe phréatique de F06 EL-MEGHAIER	38
Figure 18	forage de nappe phréatique de AIN MESSAOUDI BELKACEM 11	39
Figure19	forage de nappe phréatique de AIN ECHEIKH	40
Figure 20	forage de nappe phréatique de AIN RACHA	41
Figure 21	forage de nappe phréatique de TAMRANA JEDIDA	42
Figure 22	Carte piézométrique de la nappe phréatique Avril 2006 (Oued Righ).	44

Figure 23	La remontée des eaux de la nappe phréatique (Merjaja)	46
Figure 24	La remontée de la nappe phréatique dans la région de Touggourt (Tatawine)	47
Figure 25	Un puits arabe (Degaga)	48

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 01	précipitations moyennes mensuelles, interannuelles Période (1975-2013).	04
Tableau 02	Humidité moyenne mensuelle, interannuelle Période (1975-2013).	05
Tableau 03	Les vitesses du vent moyennes mensuelles, interannuelles Période (1975-20013).	06
Tableau 04	Durée d'insolation moyenne mensuelle, interannuelle Période (1975-2013).	07
Tableau 05	Températures moyennes mensuelles, interannuelles Période (1975-2013).	08
Tableau 06	Températures moyennes mensuelles, interannuelles Absolues (Min et Max) Période (1975-2013).	09
Tableau 07	Classification des climats en fonction de la valeur de l'indice de DEMARTONNE	11
Tableau 08	Indice d'Aridité de DEMARTONNE.	11
Tableaux09	Données générales sur la nappe du continentale intercalaire	18
Tableaux10	Synthèse hydrogéologique régionale des différentes aquifères (sans échelle)	21
Tableaux 11	Valeur de gradient hydraulique.	45

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

I.1. Généralités	01
I.2. Situation de la zone d'étude	01
I.3. Présentation géographique et morphologique	03
I.4. Etude climatique de la région de l'Oued Righ	03
I.4.1. Les précipitations	04
I.4.2. Humidité relative de l'air	05
I.4.3. Les vents	06
I.4.4. Durée d'insolation.....	07
I.4.5. Températures	08
I.4.6. Relation Températures -Précipitations	19
I.4.6.1. Diagramme OMBROTHERMIQUE de GAUSSEN	10
I.5. Géologie.....	12
I.5.1. Quaternaire.....	12
I.5.2. Tertiaire.....	12
I.5.2.a)-Mio-pliocène.....	12
I.5.2.b)- Eocène inférieur.....	12
I.5.3. Secondaire.....	12
I.5.3.a)- Sénonien.....	12
I.5.3.b)- Turonien.....	12
I.5.3.c)- Cénomanién.....	12
I.5.3.d)- L'albien.....	12
I.6. Topographie.....	13

Chapitre II : Hydrogéologie régionale

II.1. Hydrogéologie régionale.....	14
------------------------------------	----

II.1.1.Le Continentale Intercalaire	14
A\ Limites et morphologie du continental intercalaire.....	14
B\ Toit du réservoir.....	16
C\ Alimentation	16
D\ Les exutoires	16
E\ Epaisseur du réservoir	17
II.1.2.Le Complexe Terminal	18
II.1.3.Lanappé phréatique	20

Chapitre III: Materielle et Méthode

III.1.Objectif	23
III.2.Materielle.....	24
III.3.Méthode de travaille	25
III.4.PIEZOMETRIE.....	27

Chapitre III : Resultat et Discussion

III.1.Introduction	28
III.2. Résultat	31
III.3.L'hydrogéologie locale (de l'Oued Righ)	31
III.3.1. La nappe phréatique	31
III.3.2.Les nappes du complexe terminal	32
A\ La premières nappe des sables CT1	32
B\ La deuxième nappe CT2	32
C\ La nappes des calcaires du Sénonien Eocène CT3	33
III.3.3.Nappe du Continental Intercalaire	34
III.4..Caractéristiques essentielles des nappes	35
III.5.Des problèmes actuels	45
A\ La remontée des eaux	46
B\La chute de l'artesianisme	48
III.6.Conclusion	49

Conclusion générale

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION GENERALE

Avec près d'un million de km² de superficie, le Sahara septentrional, qui s'étend d'Ouest en Est entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, est l'un des plus grands déserts au monde. Les hydrogéologues ayant mené des investigations dans les régions désertiques reconnaissent qu'elles recèlent d'énormes réserves d'eaux souterraines, mais deux principales thèses émergent quant à l'alimentation des nappes sahariennes. Certains s'accordent à dire que leurs eaux sont héritées de périodes plus humides ; alors que pour d'autres, ces nappes peuvent encore être actuellement alimentées lorsque certaines conditions sont réunies.

La région d'Oued Righ est l'une des régions les plus anciennement cultivées et l'une des mieux connues du Sahara septentrional algérien. Elle est constituée d'une cinquantaine d'oasis qui compte totalement environ 16000 ha cultivés et plus d'un million et demi de palmiers dattiers produisant des dattes d'excellente qualité (SAYAH, 2008). L'irrigation dans la vallée de l'oued Righ est pratiquée depuis des millénaires. A l'origine, les nappes superficielles représentaient les seules ressources en eau, puis l'exploitation des nappes souterraines par des puits jaillissants permit l'extension des cultures irriguées (BENLAMNOUAR, 2008). L'accroissement des débits fournis s'est traduit par un engorgement des terrains, une salure croissante des sols par remontée capillaire et la présence d'eaux stagnantes dans les bas fonds. La conséquence a été directe sur les palmeraies. Le Bas Oued Righ dans la région de Mghaïer, initialement favorisé par l'artésianisme, a été le plus touché par ces faits d'hydromorphie. (MARC CÔTE, 1998). Ces menaces sur la première région dattière du Sahara algérien ont amené les pouvoirs publics à prendre deux mesures à partir des années 70 ; une campagne de rebouchage des vieux puits et la réalisation d'un grand drain de 150 km, déversant les eaux usées dans le chott Marouane. Achievé en 1984 ; il évacue 171 /s. Ces mesures se sont révélées relativement efficaces mais la prolifération des forages captant le continental intermédiaire et l'apparition des problèmes liés à l'entretien des drains n'a fait qu'accentuer le phénomène de remontée et l'apparition de nouveaux lacs d'eau.

Vu l'absence d'étude détaillée sur notre région d'étude nous avons décidé de contribuer à mieux connaître notre site d'étude sur le plan hydrogéologique ce qui est le but de notre présente mémoire nous avons suivi le plan de travail suivant :

- La première partie représente la situation géographique ; géologique ; hydroclimatologique et pédologique de la zone d'étude.
- La deuxième partie récapitule les méthodes et le matériel utilisé pour la réalisation de la coupe hydrogéologique de la vallée d'Oued Righ Nord.
- La troisième et dernière partie est consacrée à la lecture et analyse de la coupe réalisée en la comparant avec la coupe synthétique du Sahara Algérien élaboré par l'UNESCO en 1972.

I.1. Généralités

La région dite « Oued-Righ » dans le Sahara algérien septentrional, est connue par le développement considérable de ses oasis qui produisent des dattes de bonne qualité.

Ces oasis sont alignées du Nord au Sud, en partant de l'importante Oasis d'Ourir jusqu'à celle de Témacine, sur une longueur de 150 Km environ. La largeur de la zone varie entre 20 et 30 Km (HAFOUA ,2005).

I.2. Situation de la zone d'étude

La zone d'étude regroupe les communes de djamaa, Tendla, Sidi amrane, El Mghair, Sidi Khelil et oum Tiour, elle couvre une superficie de 679 800 ha.

Du point de vue administrative (figure n°1) ; la zone d'étude fait partie de la Wilaya d'El oued. Elle est limitée au nord par la commune de Still, au Sud par la Wilaya de Ourgla , à l'est par les communes de Hamaraia, Reguiba et Kouinine , à l'ouest par la Wilaya de Biskra et au sud ouest par la commune de M'rara.

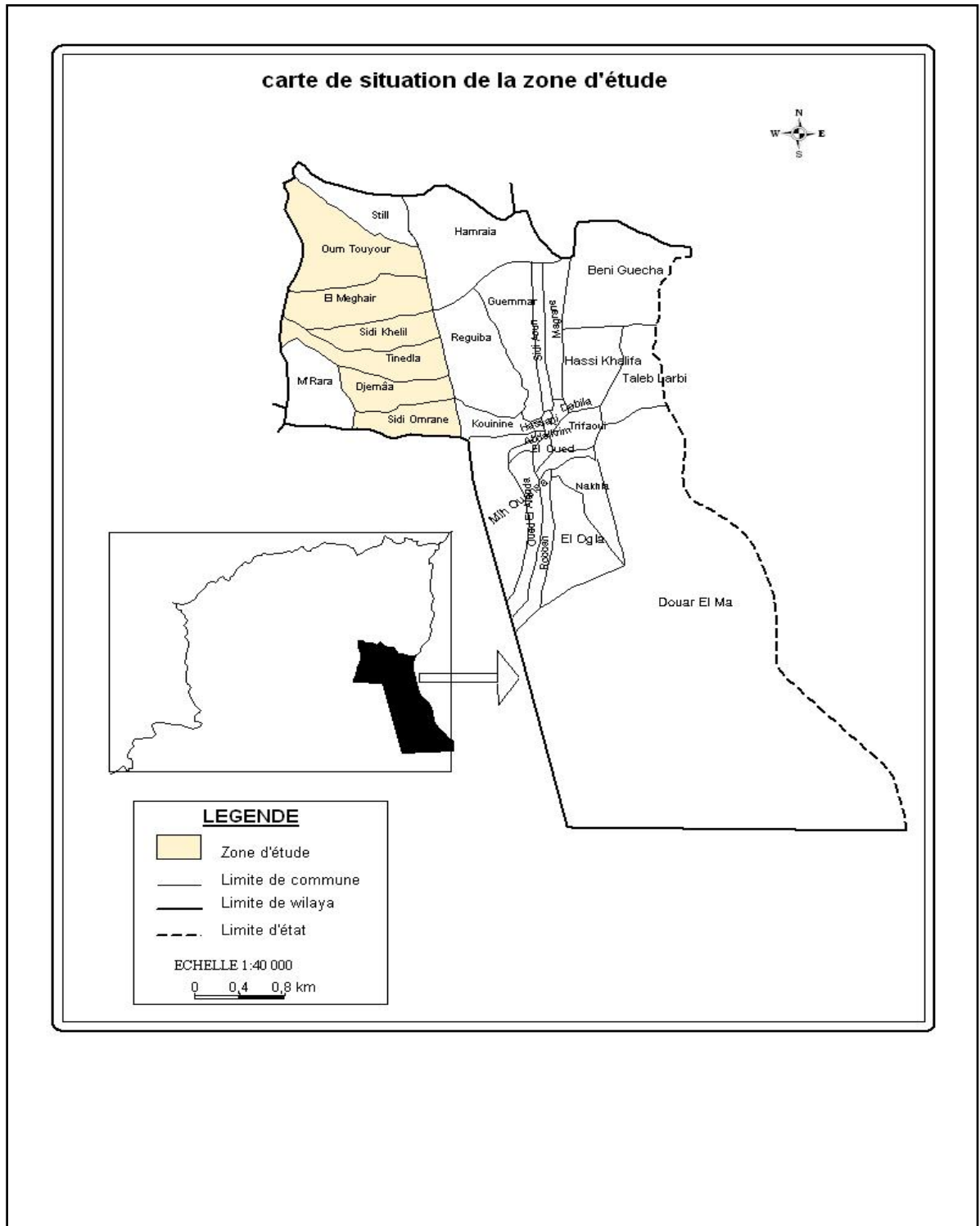


Figure01 : situation administrative d'oued Righ Nord

I.3. Présentation géographique et morphologique

La vallée de l'Oued Righ est une entité géographique située dans le Sud-est Algérien entre la latitude $32^{\circ}54'$ et une longitude $34^{\circ}09'$. Elle s'étale sur 150 km de longueur et 20 à 30 km de largeur, à cheval sur les Wilayas, d'El-Oued et d'Ouargla.

La vallée d'Oued Righ allongée selon la direction nord sud, Correspond à la partie nord du grand bassin sédimentaire du grand Erg oriental. Elle est circonscrite au nord par chott Merouane et au sud par le prolongement nord-ouest des dunes du grand Erg Oriental.

Administrativement, elle est située au Nord-Ouest de la d'El oued à travers les communes suivantes : Sidi Amrane, Djamaa, Tinedla, Sidi khalil, Mghier et Oum Thiour . Elle s'etend sur une superficie de 6506 km² .Elle est limite au nord et nord-est par la Wilaya de Biskra, à l'est par la région du Souf et au sud et Sud-Ouest par la Wilaya d'Ourgla .

La topographie de la région est légèrement tabulaire avec des altitudes qui varient entre 0 et 130 mètres. Elle est subdivisée en quatre sous-ensembles géomorphologiques.

- La zone de plateau à L'ouest, ou affleurent le Moi-Pliocène et le pliocène continental avec des sables à lentilles de calcaire. Elle comprend Bled Lebrag au Sud-ouest (150 mètres) et Bled lakhdar au Nord –ouest (100 à 120 mètres) .
- Les formations sableuse (dunes et cordons d'erg) avec un altitude qui varie entre 60 et 100 mètres.
- Les zones alluvionnaires occupent de larges étendues le long de L'Oued Righ et s'étend du sud (Touggourt) vers le nord (chott Merouane) avec une très faible pente. L'altitude varie entre 90 et 10 mètres.

Les chotts occupant le fond des dépressions et des dayas, le plus important est chott Merouana au nord-est de la vallée d'Oued righ. L'altitude sur les bordures de chott Merouana est de -25 mètres par rapport au niveau de la mer.

I.3. Etude climatique de la région de l'Oued Righ

L'établissement d'un bilan hydrique nécessite une étude précise des différents paramètres du climat, tels que les précipitations, les températures et l'évapotranspiration...etc, pour cela, on va étudier les paramètres climatiques de la station de Touggourt. Dans notre région d'étude, on dispose d'une seule station, celle de Touggourt dont les coordonnées sont les suivantes : Latitude : 33.11°N

Longitude : $06^{\circ}13^{\circ}\text{E}$

Altitude : 85 m.

Le climat de la vallée de Oued Righ est typiquement saharien qui se caractérise par des précipitations très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible (PLABORDE J.,2003.)

En absence de station météorologique dans notre zone d'étude nous avons fait recours a la station de Touggourt ; vue qu'elle fait partie de l'entité Oued Righ car elle se situe dans la partie sud la vallée ; de plus les caractéristiques climatiques et végétale sont presque le même donc nous avons considéré que cette station représente le climat de notre région d'étude.

Nous n'avons pas pris la station de Guemmar a elle oued comme repère car elle se localise loin de notre zone et elle fait partie d'une autre vallée qui est la vallée d'oued Souf et qui a des caractéristiques déférentes que celle d'Oued Righ

Remarque :

L'étude climatique que nous avons adoptée s'étale sur 38 ans ce qui fait d'elle une étude représentatif du climat de la région et de l'effet de la remontée qui datte de plus d'un demi siècle.

L'étude est effectuée sur toute la région d'Oued Righ (Nord +Sud).

I.4.1. Les précipitations

La vallée subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du Nord vers le Sud ; dans les régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoires. ($1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}^3$ par hectare).

D'après le tableau 01 et la figure 03, on remarque que le mois le plus pluvieux est Janvier, juillet étant le mois le plus sec.

Tableau 01 : précipitations moyennes mensuelles, interannuelles Période

(1975-2013).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Précipitations (mm)	5.4	5.98	9.27	6.04	15.02	5.98	10.46	6.05	4.47	1.62	1.05	1.61

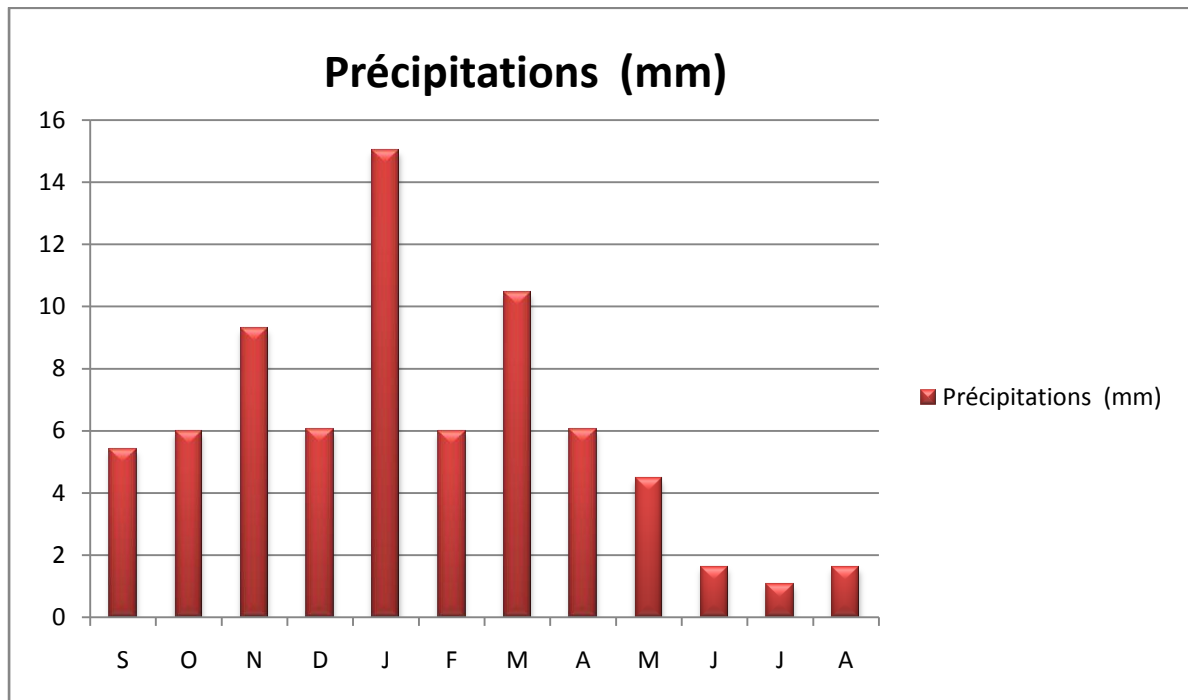


Figure2 : précipitations moyennes mensuelles, interannuelles(mm)

I.4.2. Humidité relative de l'air

Les valeurs de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 33 % et 65 %, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 48%.

Juillet est le plus le mois sec étant janvier est le mois le plus humide, selon le tableau 02 et la figure 04.

Tableau 02 : Humidité moyenne mensuelle, interannuelle Période (1975-2013).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité (%)	43.8	52	61.17	65.48	64.07	54.83	48.96	43.83	40.41	35.03	33.14	65.48

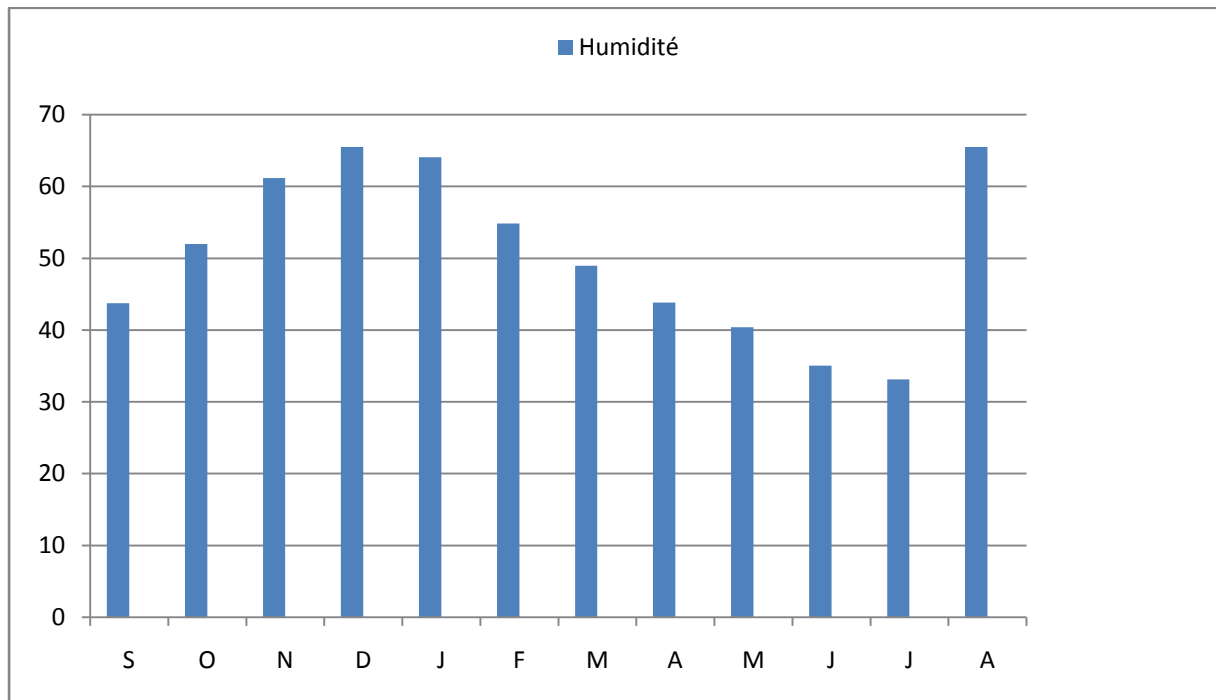


Figure3 : Humidité moyenne mensuelle, interannuelle(%)

I.4.3. Les vents

D'après le tableau 03 et la figure 05, le maximum de vent est enregistré au mois de Mai avec une vitesse de 4.18 m/s et le minimum en Décembre de est 2.54 m/s .Ces vents soufflent suivant des directions différentes.

Tableau 03 : Les vitesses du vent moyennes mensuelles, interannuelles

Période (1975-20013).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Le vent (m/s)	2.97	2.79	2.76	2.54	2.73	2.89	3.44	4.12	4.18	3.81	3.4	3.04

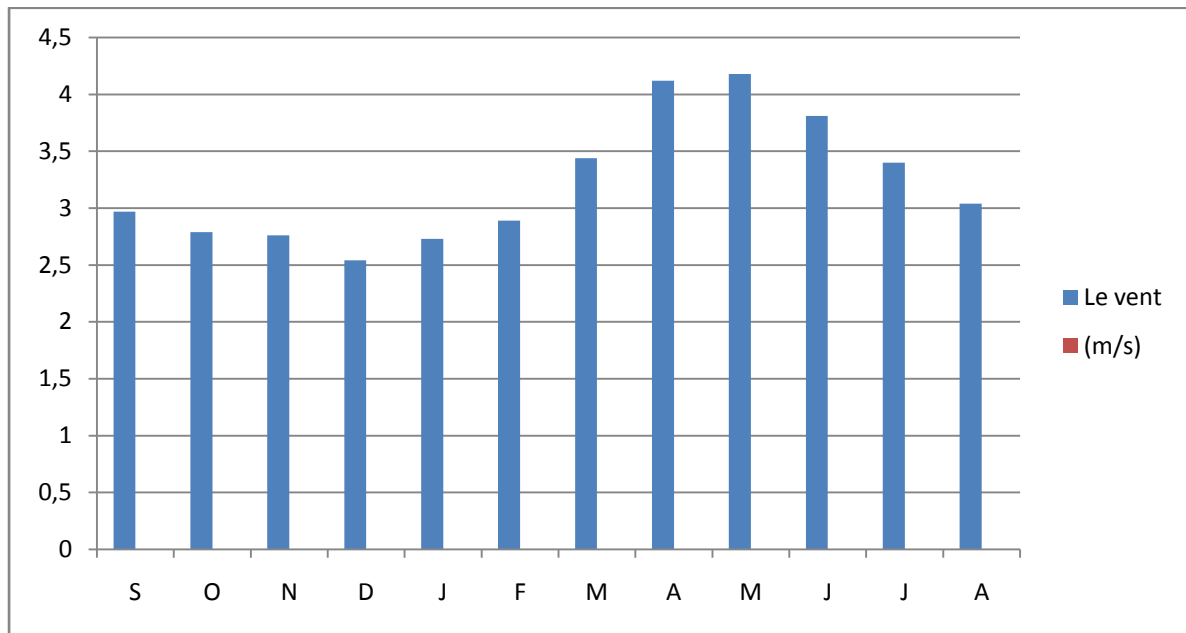


Figure 04 : Vitesse moyenne mensuelle interannuelle du vent (m/s)

I.4.4. Durée d'insolation

La vallée de l'Oued Righ reçoit une quantité de la lumière solaire relativement très forte, le maximum est atteint au mois de Juillet avec une durée de 358 heures d'insolation et le minimum au mois de Janvier avec une durée de 228 heures. Tableau 04 et figure 06.

Tableau 04 : Durée d'insolation moyenne mensuelle, interannuelle Période (1975-2013).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
L'insolation (h)	281	263	238	236	228	273	272	287	313	331	358	336

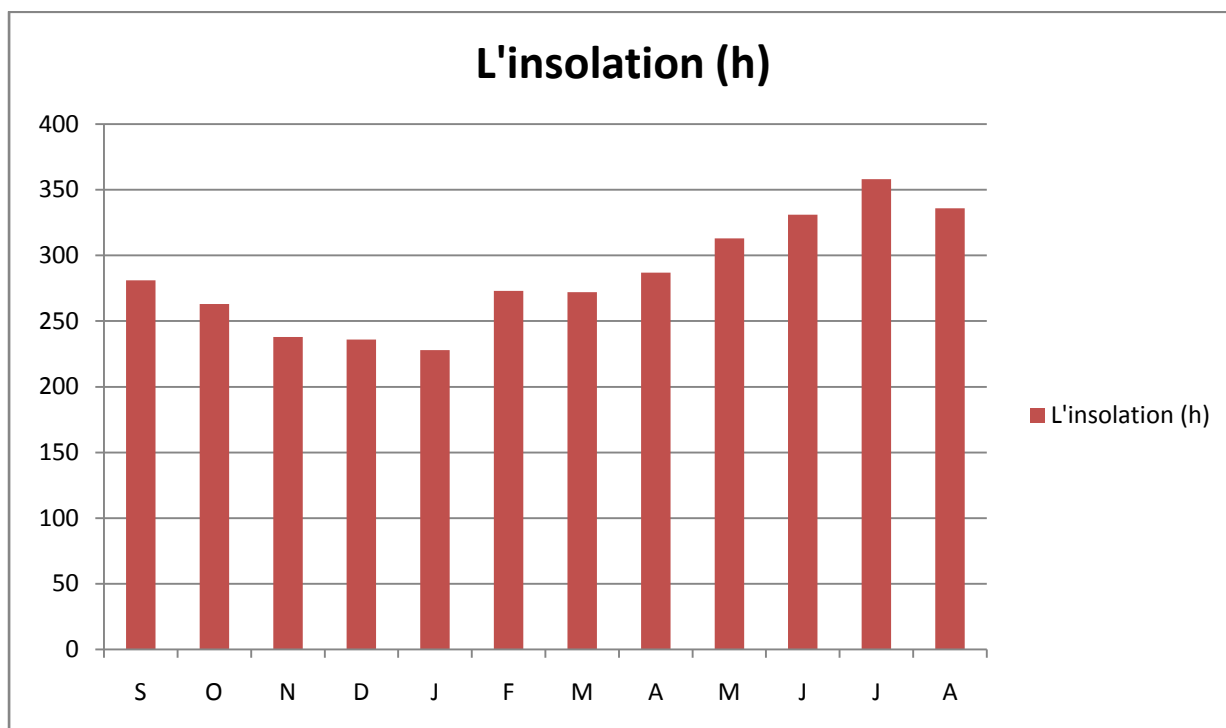


Figure 05 Durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle (heure)

I.4.5. Températures

Selon le tableau 05 et la figure 07 le maximum des moyennes mensuelles est atteint au mois de Juillet 33.27 °C et le minimum au mois de Janvier 10.16 °C. D'après les moyennes annuelles, les années 1999 et 2001 sont les années les plus chaudes durant la période (1975-2003). 1976 est l'année la plus froide durant cette période.

Tableau 05 : Températures moyennes mensuelles, interannuelles Période (1975-2013).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Temperature (°C)	28.9	22.21	15.5	11.22	10.2	12.7	16.11	20.3	24.5	30.78	33.27	32.93

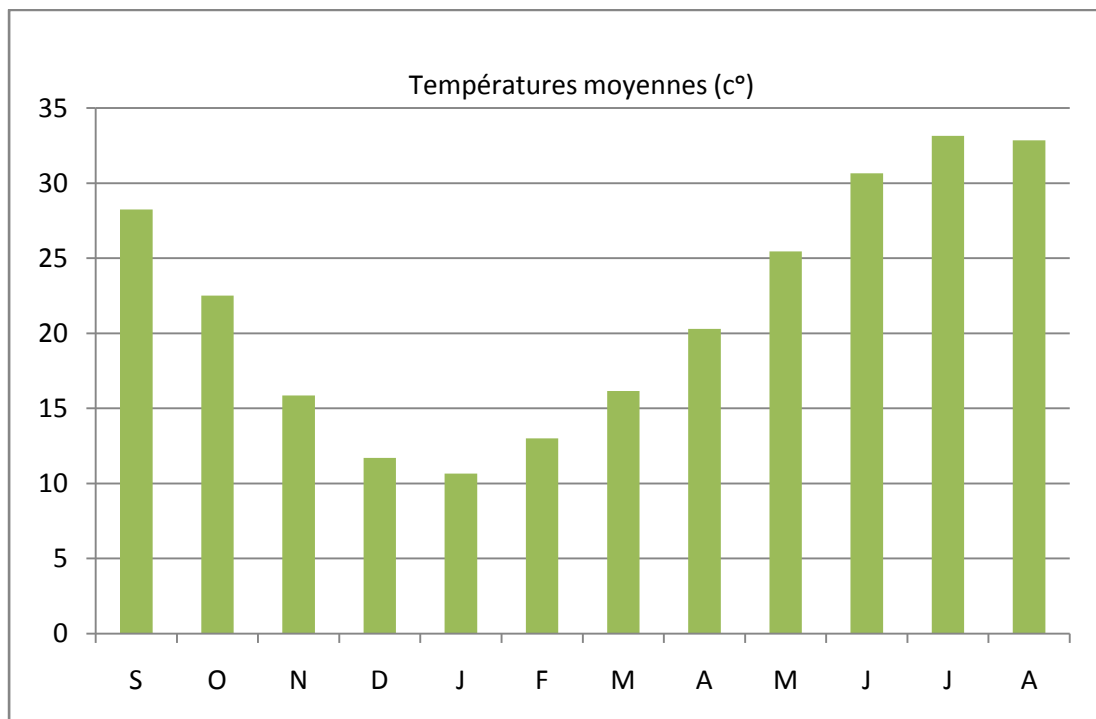
La température moyenne maximale absolue est atteinte en mois de Juillet avec 40.70°C, et le minimum absolu au mois de Janvier 4.5 °C. (Tableau 06)

Tableau 06 : Températures moyennes mensuelles, interannuelles Absolues**(Min et Max) Période (1975-2013).**

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tmin absolue	35.2	29	22.1	17.9	16.8	19.6	22.7	27.2	32.4	37.9	40.7	40.7
Tmax absolue	21.9	16	9.6	5.5	4.5	6.4	9.6	13.4	18.5	23.4	25.6	25.4
(Tmin+Tmax)/2	28.25	22.5	15.85	11.7	10.65	13	16.15	20.3	25.45	30.65	33.15	32.85

I.4.6. Relation Températures -Précipitations

Les températures constituent avec les précipitations les éléments majeurs qui régissent le climat d'une région.

**Figure 06 : Températures moyennes mensuelles interannuelles (°C)**

I.4.6.1. Diagramme OMBROTHERMIQUE de GAUSSEN

Un mois est dit sec si le quotient des précipitations mensuelles P exprimées en (mm) par la température moyenne T exprime en (°C) est inférieur à 2.

Ce diagramme montre que pour un climat saharien il n'y a pas de période humide, et que toute l'année est déficitaire figure 08.

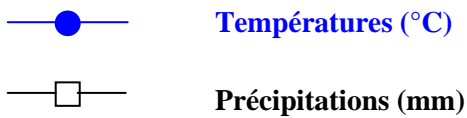
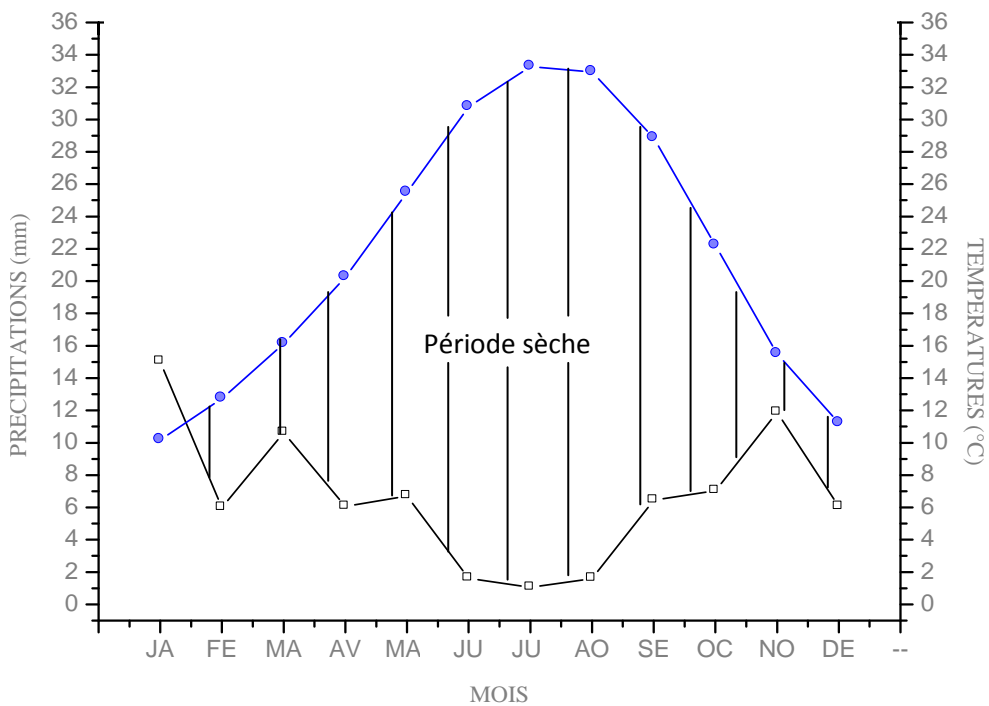


Figure 07: Diagramme de GAUSSEN

I.4.6.2. Indice d'Aridité de DEMARTONNE

D'après DEMARTONNE l'indice de l'aridité est exprimé comme suit :

$$I = \frac{P}{(T + 10)} \tag{1}$$

Avec :

P : les précipitations moyennes annuelles.

T : la température moyenne annuelle.

Pour les valeurs de **I** comprises entre 0 et 5 se trouve le milieu est considéré comme Hyper-arid.

$$I = \frac{6.46}{21.62 + 10} = 0.20$$

Tableau 07 : Classification des climats en fonction de la valeur de l'indice de

DEMARTONNE

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

Les calculs des indices de DEMARTONNE de la région d'étude ont donné les résultats dans le tableau 08

Tableau 08 : Indice d'Aridité de DEMARTONNE.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P mm	5.4	4.93	9.27	6.04	15.02	5.98	10.64	6.05	4.74	1.16	1.05	1.61
T C°	28.86	22.21	15.49	11.22	10.16	12.74	16.11	20.25	25.47	30.78	33.27	32.93
I = P/T+10	0.16	0.15	0.37	0.3	0.75	0.24	0.43	0.18	0.13	0.03	0.02	0.03

En comparant les valeurs calculées de l'indice d'aridité avec la classification, les valeurs varient entre 0.02 et 0.75 d'où le type de climat de notre région est Hyper-aride.

I.5.Géologie

Les formations géologiques de la zone d'étude seront décrites du plus récent au plus ancien.

I.5.1. Quaternaire

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméables le séparent de la pliocène supérieure.

Cette formation quaternaire renferme une nappe phréatique alimentée principalement par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation et en faible quantité par la précipitation. (A.B.H.S).

I.5.2. Tertiaire

I.5.2.a)-Mio-pliocène

- Miopliocène supérieur : de formation sablo gréseuses, renferme la première nappe (CT1) ;
- Miopliocène inférieure : sable de la deuxième nappe (CT2) ;

I.5.2.b)- Eocène inférieur

Calcaire de la troisième nappe (CT3) ces différents aquifères sont séparés par des niveaux imperméables à dominance argileuse (HELAL, 2004).

I.5.3. Secondaire

I.5.3.a)- Sénonien

Constitué de calcaires blanc et une alternance de calcaire, de marne et des couches de gypse.

I.5.3.b)- Turonien

Représenté par un dépôt marin, calcaire-marneux, l'épaisseur du turonien reste à peu près constante.

I.5.3.c)- Cénomaniens

Il est composé essentiellement de dépôts lagunaires marneux où prédominance des couches d'anhydrite et parfois même du sel.

I.5.3.d)- L'albien

Se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses (HELAL, 2004).

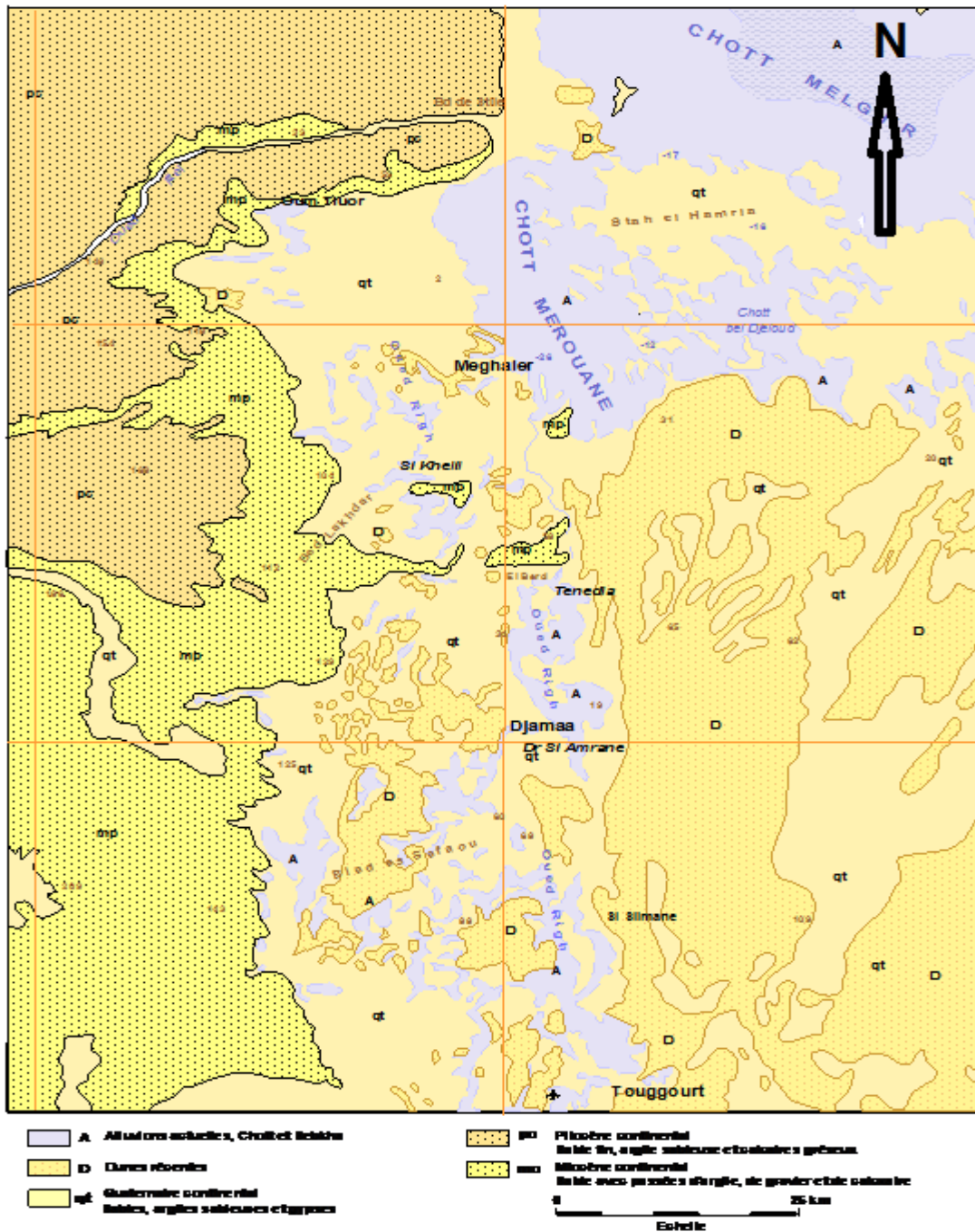


Figure 08 : carte géologique d'Oued Righ

I.6. Topographie

La caractéristique principale de cet ensemble est son inclinaison vers le Nord ou plus particulièrement vers les grands chotts. L'altitude passe très progressivement de plus de 100 m à EL Goug à moins 27 m au milieu de Chott Mérouane (+70 m à Touggourt, +30 m à Djamaa, 0 m à EL Meghier). Cette pente permet aux eaux excédentaires de s'écouler vers le nord(DUBOST,2002)

II.1. Hydrogéologie régionale :

Le bassin sédimentaire du Sahara Septentrional constitue un vaste bassin hydrogéologique d'une superficie de **780000 km²**. On distingue deux grands ensembles Post-Paléozoïques, constituant deux systèmes aquifères séparés par d'épaisses séries argileuses ou évaporitiques de la base du Crétacé Sud.

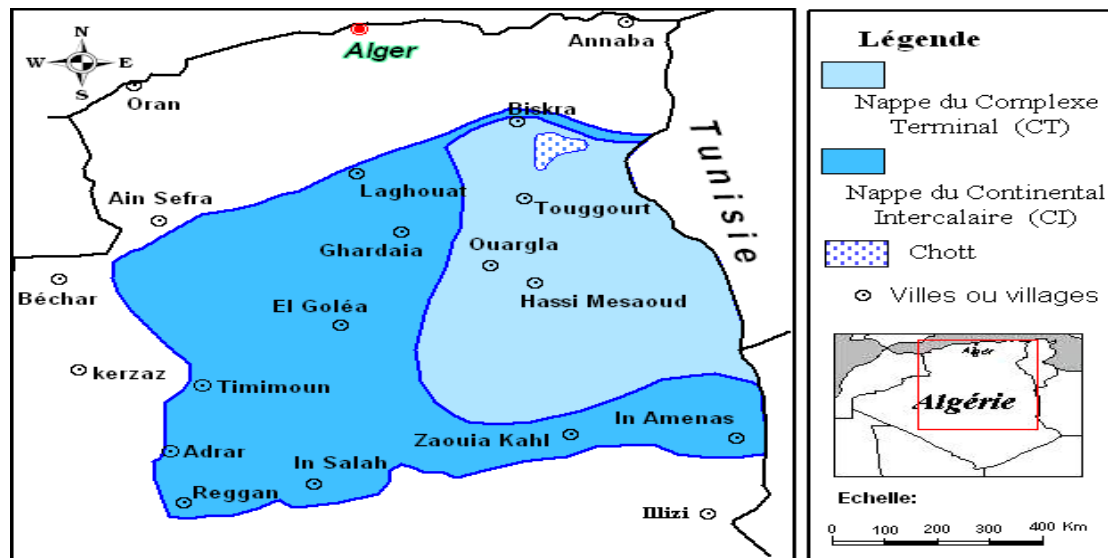


Figure 9 : Carte des ressources en eau souterraines (Continental Intercalaire et Complexe Terminal), 2002.

II.1.1. 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 stock 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 désigne 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 :

Est limité au Nord par l'Atlas Saharien, à l'Ouest par l'axe Béchar Réggan et au Sud par l'axe Reggan- 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 Oriental.
- Le bassin Oriental qui englobe le Bas Sahara.

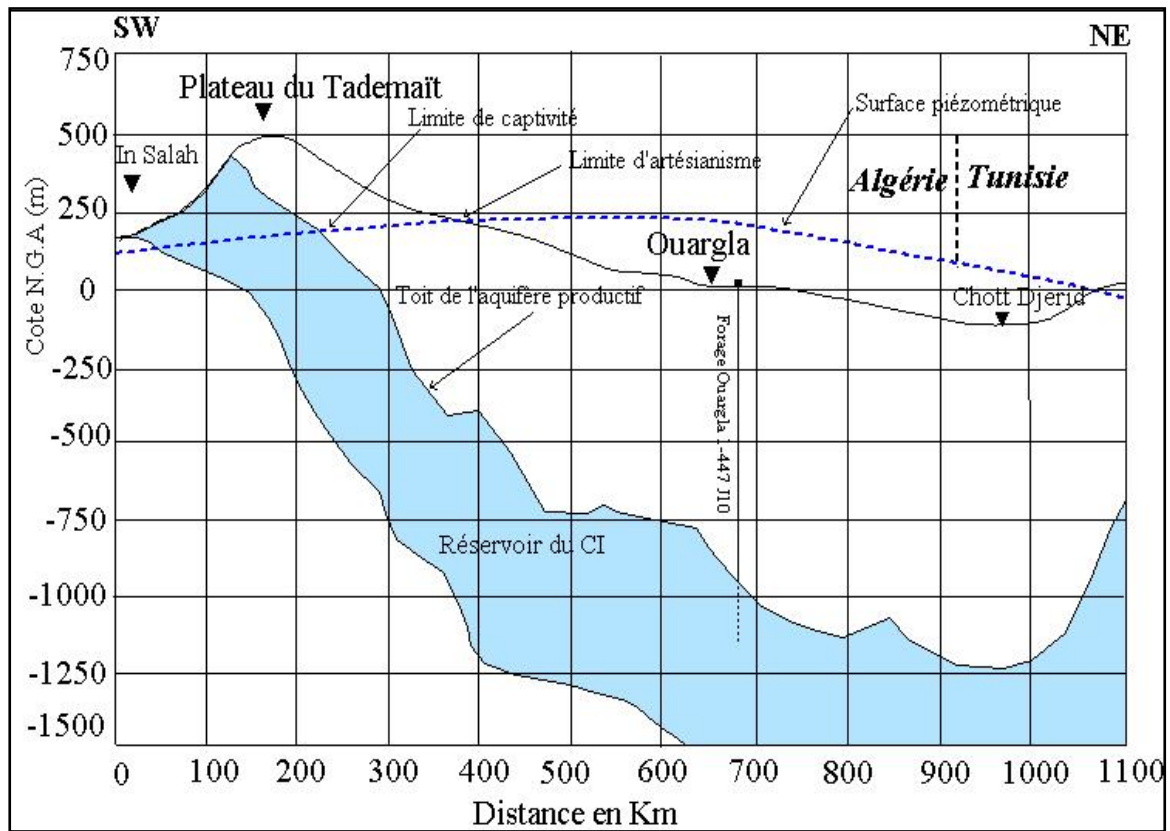


Figure 10: Coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du CI.

La transgression Cénomaniennne donne au Continentale Intercalaire une limite supérieure beaucoup plus uniforme que sa limite inférieure.

AU périphérique, le Continentale Intercalaire, se termine évidemment en biseau sur les anciens reliefs hercyniens, mais il atteint très vite une grande puissance dans les anciennes cuvettes d'accumulation.

Au sens large, le Continentale Intercalaire recoupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du Trias et le sommet de l'Albien [la définition donnée par l'UNESCO dans « l'étude sur les ressources en eau du Sahara Septentrional »].

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 Tadmait et du Tinhert.

Le toit de cette nappe varie selon les régions : à l'Ouest (Gourara-Touat), il est en surface et l'aquifère forme une nappe libre captée par les foggaras. à l'Est, le toit plonge progressivement sous d'épais terrains, jusqu'à atteindre son maximum de profondeur dans la dépression de l'Oued Righ.

Une même morphologie du substratum est observée dans le sens méridien, qui atteint son maximum au Nord, en bordure de l'Atlas Saharien.

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 m^3 /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 expérimentés :

Le volume d'eau emmagasiné dans le CI, évalué à **3.5×10^9 milliards m^3** , ce qui se signifie qu'il faudrait un débit continu de **$1000m^3/s$ 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 sébkhas** : 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 des diagraphies, cette épaisseur utile correspond à la sommation des horizons perméables gréseux et des couches calcaires dolomitiques de l'Aptien immergées au sein de cette série gréseux-sableuse.

Les plus fortes épaisseurs sont localisées de l'Est d'El Goléa où elles sont comprises entre **750m** et **1000m**. La vallée de l'Oued Righ et les Zibans sont un peu moins bien lotis avec des valeurs inférieures à **350 m**.

D'après **BRL**, les caractéristiques du réservoir montrent que les niveaux argileux ne constituent jamais des horizons continus de grandes extensions qui permettraient la formation d'un système aquifère multicouche.

- ❖ L'écoulement des eaux de cette nappe se fait dans la partie occidentale du Nord vers le Sud et dans sa partie orientale de l'Ouest vers l'Est (Tunisie).

Le Continental Intercalaire proprement dit nappe d'eau douce comprise dans les grès Albo-Barremiens.

Etendue	600 000 km²
Epaisseur total (m)	50 à 100
Profondeur (m)	60 à 2400
Profondeur au toit (m)	20 à 2000
Epaisseur de la couche utile productrice (m)	150 à 200
Débit (l/s)	50 à 400
Niveau statique par apport au sol (m) (Menaia)	Artésien (25 bars)
Rabatement par apport 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 × 10⁹
Température (°c)	25 à 70
Salinité des eaux	0,5 à 6g/l

Tableaux09 : Données générales sur la nappe du continentale intercalaire

II.1.2.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, en moyenne de **220 m**.

Sont désignées sous le nom de Complexe Terminal (CT) les formations les plus récentes, déposées au Bas-Sahara. Il se compose de deux ensembles aquifères

principaux d'âge et lithologie différentes, séparées 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 d'une 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 de réservoir carbonaté est de **100** à **200 m** augmentant 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 ou 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 ou 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-Pliocène et à **20%** dans les calcaires du Sénonien et de l'Eocène supérieur.

- Les études consultées montrent que l'écoulement se fait :
Du Sud vers le Nord (dans le bassin oriental), il converge des zones d'alimentations vers les chotts Merouane et Melghir ainsi que vers l'exutoire souterraine du Golg de Gabes.
- Dans la partie de la Chébkha de direction Ouest est un vidage de la nappe vers la ligne de sébkhas de l'Oued Mya et chott Melghir.
- Dans le bassin occidental, une partie importante de l'écoulement rejoint les séries sous-jacentes du **continental intercalaires** et contribué à l'infero-flux de l'oued Saoura.
- L'alimentation de la nappe du complexe terminal se fait sur les affleurements perméables, par infiltration des eaux de ruissellements apportées par les oueds qui descendent les reliefs des bordures. Un apport non négligeable se fait par l'impluvium propre de grand erg oriental.

II.1.3. La nappe phréatique :

Elle est continue 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.

Tableau 10 : Synthèse hydrogéologique régionale des différentes aquifères (sans échelle)

ER E	Etage		Lithologie	Nature Hydrogéologique
Q u a t e r n a i r e			Sables.	Nappe superficielle (la nappe phréatique)
			Argiles, évaporites.	Substratum (imperméable)
T e r t i a i r e	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	Dolomies et calcaires	Nappe des calcaires (Complexe Terminal).
S e c o n d a i r e	Crétacé	Sénonien calcaire	calcaires	
		Sénonien lagunaire	Evaporites, argiles	Substratum
		Cénomaniens	Argiles, marnes	Substratum
		Albien		Nappe albienne
		Barrémien	Sables et grès	(Continental Intercalaire).

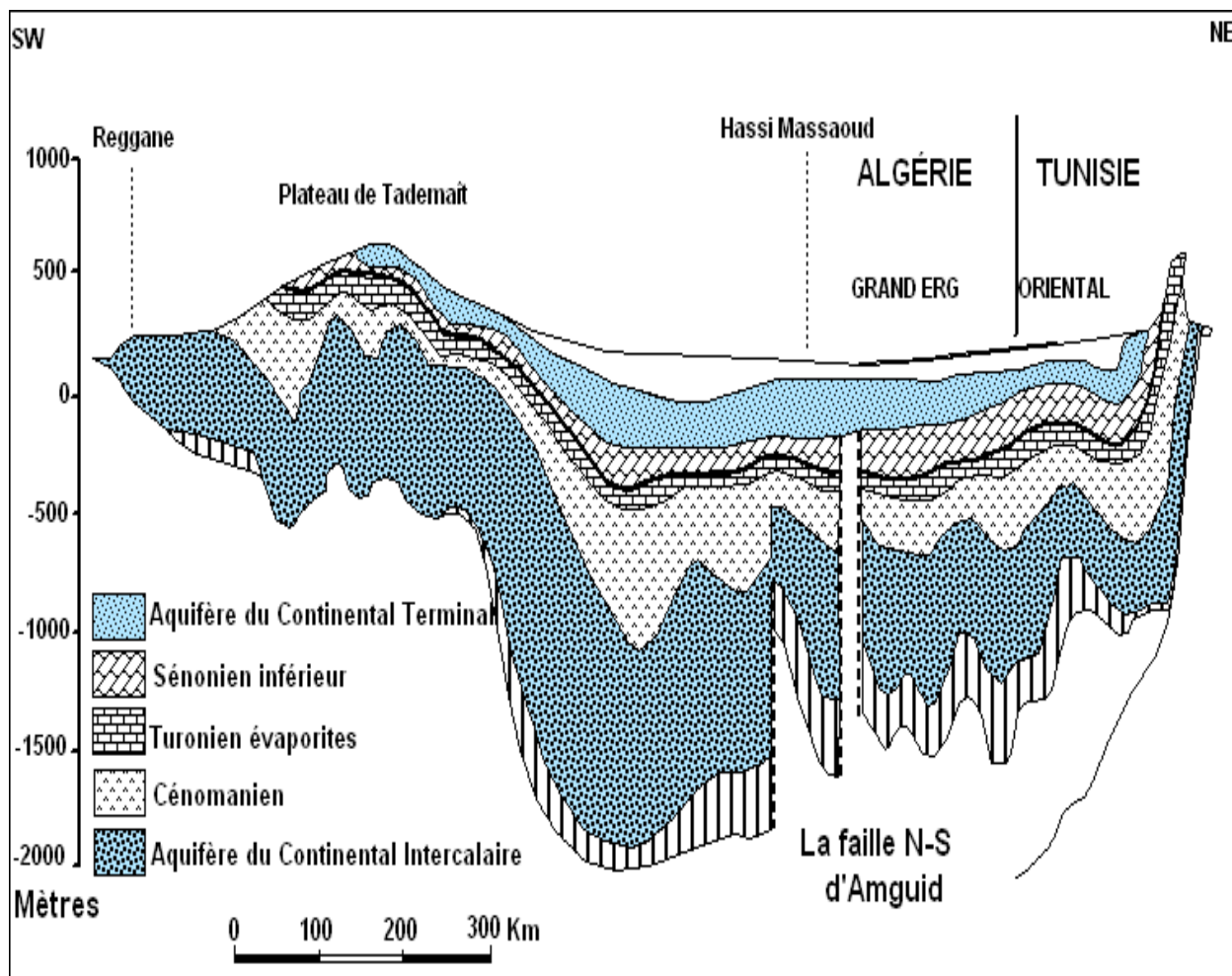










Figure 11 : Coupe hydrogéologique synthétique de Sahara septentrionale (UNESCO 1972).

III.1.Objectif :

Notre objective est de réaliser une étude hydrogéologique a la partie Nord de l'Oued Righ car nous avons remarqué que pour le Sahara algérien il n'existe pas d'étude hydrogéologique spécifique pour chaque région.

III.2.Materielle

Materielle	Objective	Photo
Véhicule de transport tout terrain 4*4	pour la mobilité	
Guide de terrain	Il nous indique les points de mesure	Mr Charadid Med Lazhar Mr Lamri Bouguasba
Téléphone portable	Pour les contacts & Comme GPS	
Carte topographique	Localisation	
GPS	Pour connaître les Coordonnées des forages	
Sonde électrique	Pour mesurer le niveau piézométrique des forages et piézomètres	
Carnet de terrain	Pour écrire tous les informations et notes de terrain	
Appareil photo	Pour photographier les points de mesure	
Sac a dos	Pour transporter les outils.	

III.3.Méthode de travaille

Dans le but d'établir une étude hydrogéologique de la région d'étude, nous avons contacté plusieurs directions spécialisées dans le domaine des ressources hydrique.

Tous d'abord nous avons contacté la direction des ressources hydrique de la wilaya d'El Oued (DRHW) ainsi les subdivisions de Djamaa et d'El Meghaier pour obtenir les coupes des forages réaliser dans la région afin de corréler entre le et puits situer sur le même alignement et finir par réaliser des coupes hydrogéologiques de la région d'Oued Righ Nord.

- Nous avons obtenue 50 coupes de forages de la nappe phréatique.
- Nous avons cherché la carte topographique de Djamaa et d'el Meghaier pour positionner les points de mesure mais malheureusement nous n'avons pas put les procuré a la même échelle.
- De plus les coordonnées des 50 coupes ne sont pas tous représenté sous le même système certain sont en UTM d'autre sont en coordonnée géographique.
- Pour résoudre ce problème nous avons utilisé un logicielle pour convertir les coordonnées (PCC3)stars.
- Ensuite nous avons utilisé Google Earth pour présenter les forages afin d'obtenir une carte d'inventaire des points d'eaux.
- Enfin nous avons cherchez sur la carte obtenue les forages situer sur un même profile et nous avons interpolé entre les couches de la même formation géologique des logs et de la nous avons attient notre objective de tracer une coupe hydrogéologique de la région d'Oued Righ Nord.

Comment réaliser une coupe hydrogéologique a partir des logs :

- **La méthode :**

Première étape

- Choisir l'endroit où on va faire la coupe. Il est toujours préférable que l'orientation du plan de la coupe soit plus ou moins perpendiculaire au cours d'eau. Il peut aussi être intéressant de faire passer la coupe au niveau d'une source, d'un puits, de deux rivières....Réfléchir à l'orientation du plan de la coupe permettra de faciliter la compréhension du fonctionnement de l'aquifère.

Deuxième étape

- Réaliser le profil topographique à partir de la carte au 1/25000 (ou au 1/50000) sur le papier millimétré .
- Prendre 1 cm pour 40 m est un bon compromis pour l'échelle des hauteurs. Le relief est légèrement augmenté mais cette échelle permet de bien voir le bombement de la surface piézométrique que l'on placera après.

Troisième étape

- La difficulté réside dans le changement d'échelle. Ce n'est pas un grand problème à surmonter. Pour cela, il faut retracer les logs sur du papier glacer et les recopier ensuite sur le papier millimétré donc en représente la courbe et son altitude puis on repère le même endroit sur la carte au 1/25000. On place le point à la bonne altitude sur le papier millimétré. Le même travail est à faire pour chaque log.

Quatrième étape

- Ce deuxième profil étant fait, on peut maintenant placer formations superficielles.
- A la fin de cette étape, il faut terminer la coupe géologique en représentant les formations par des figurés. Ce travail minutieux est long mais sera déterminant pour l'aspect final.

Cinquième étape

- On trace la surface piézométrique en procédant de la même manière mais en utilisant les courbes bleues des cartes topographiques.
- Si le travail est bien fait, on constate que la surface piézométrique n'est pas horizontale. Elle suit le relief tout en l'atténuant. Elle intercepte la surface topographique au niveau des vallées actives. Il ne faudra pas oublier d'indiquer le sens d'écoulement de la partie superficielle de la nappe par des flèches.
- La présence d'un puits enrichit cette étape et si en plus c'est une station piézométrique, on pourra exploiter les données par la suite.

Sixième étape

- Il ne reste plus qu'à renseigner la coupe hydrogéologique (titre, échelle, légende, ...). Il est nécessaire de la « personnaliser » pour en faire une production locale.
- Le travail se termine par la mise en couleur.

Etape facultative.

- Après la cinquième étape, je passe sur le calque pour les raisons suivantes :
 - - A ce stade le papier millimétré est sale
 - - Le quadrillage millimétré surcharge la coupe

- Le graphisme sera réalisé au feutre fin.
- La légende peut être faite à l'ordinateur puis collée.
- la photocopie du calque permettra de ne plus avoir le quadrillage ni les imperfections que l'on peut faire disparaître avec du « blanco »
- Après quoi, la mise en couleur peut se faire directement sur la feuille de papier.

III.4.PIEZOMETRIE:

De plus nous avons effectué une campagne piézométrique le 22/12/2016 a Djamaa et 23/12/2016 a El Meghaier afin d'observé le niveau statique de la nappe phréatique, mais malheureusement malgré le chiffre important des forages réalisé tous au long de la vallée d'Oued Righ 397 a Djamaa et 320 a El Meghaier nous n'avons pas pus mesuré le niveau car la totalité des forages sont équipé par des pompes et il sont en marche 24/24 ce qui traduit une surexploitation de la nappe donc impossible même d'avoir le niveau dynamique .

Les seules points exploitable sont les piézomètres situez sur l'axe routier reliant Djamaa a El Meghaier ce qui nous as permit de définir le sens d'écoulements de la nappe phréatique (nous avons utilisé la sonde électrique pour définir le niveau statique des piézomètres).

Pour se localiser nous avons utilisé le GPS.

III.1.Introduction :

La zone étudiée appartient au Bas Sahara. Ce t environnement socio-économique se situe dans un contexte climatique de type désertique hyperaride. Les précipitations sont très faibles et irrégulières ne jouent qu'un rôle limité dans la recharges des nappes.

L'agriculture est la principale activité dans ce territoire.

Les ressources en eau souterraines du Sahara sont essentiellement constituées de :

- ◆ Ressources renouvelables provenant des infero-flux du versant sud des Aurès, donc le régional de Biskra.

- ◆ Ressources non renouvelables représentées par les deux grandes aquifères :

- Continentale Intercalaire.

- Complexe Terminal.

Ces deux systèmes hydrauliques fond du Sahara Algérien une région considérée comme très riche en ressource hydrique.



Figure12: carte représentant les points de mesure a Djamaa

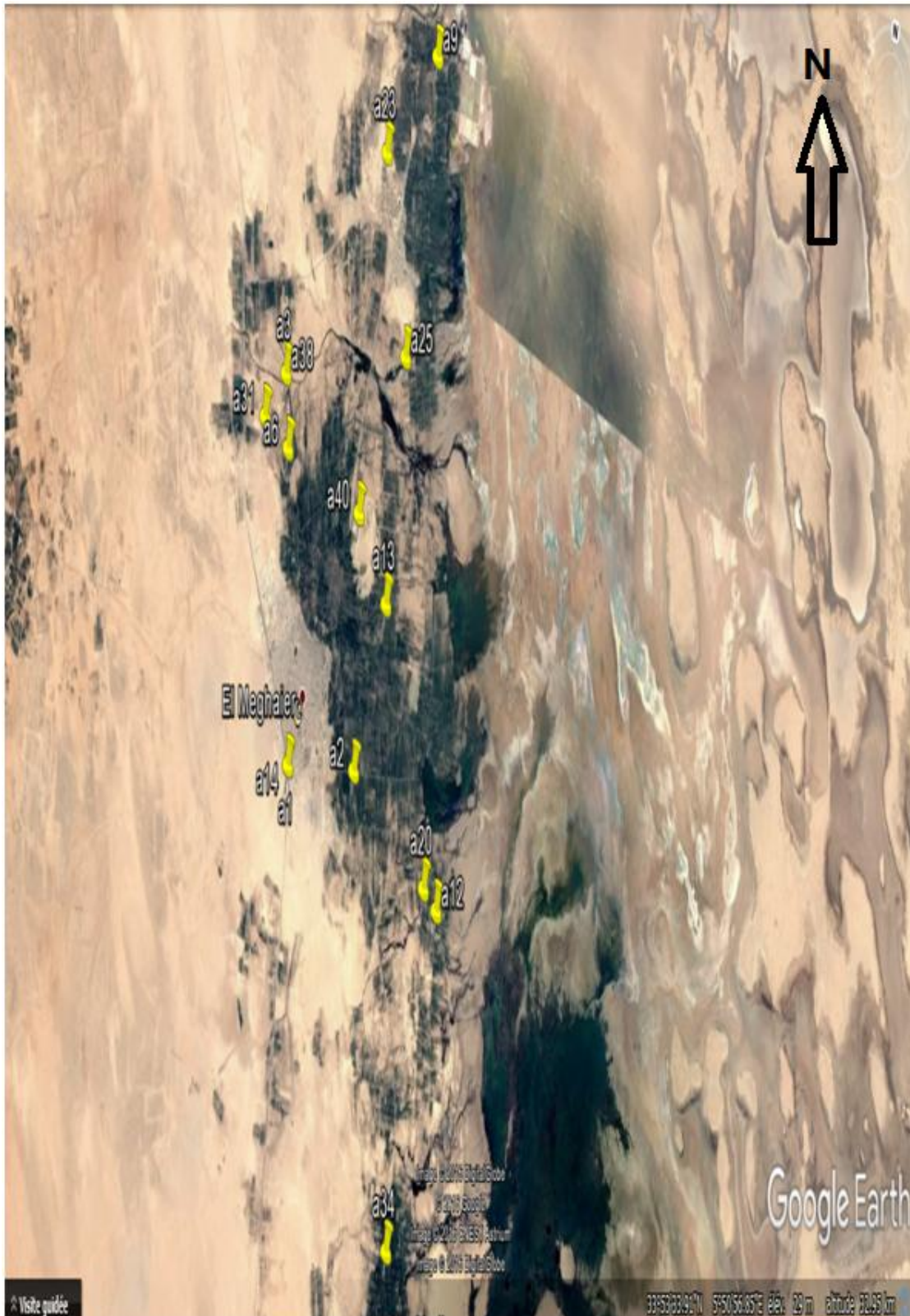


Figure13 : carte représentant les points de mesure à El Meghaier

III.2.Résultat :

Après avoir analysé et traité les données obtenues nous avons tracé la coupe hydrogéologique de la vallée d'Oued Righ Nord qui représente notre objectif afin d'avoir plus de détails sur la géologie et l'hydrogéologie de la région. et de là nous pouvons en déduire l'origine des faciès chimiques rencontrés lors d'une éventuelle analyse d'eau.

De plus nous avons défini le sens d'écoulement de la nappe phréatique.

III.3. L'hydrogéologie locale (de l'Oued Righ) :

En l'absence de données hydrogéologiques sur la vallée d'Oued Righ Nord, nous nous sommes servis des logs des forages réalisés dans la vallée pour tracer la coupe hydrogéologique de la vallée en utilisant la méthode d'interpolation des logs des forages situés sur le même alignement.

La coupe réalisée nous montre que :

Dans la région étudiée, il existe deux systèmes aquifères, séparés par d'épaisses séries argileuses et évaporitiques, de la base de Crétacé supérieur, il s'agit du :

- ⇒ Au dessus existe un aquifère superficiel à nappe libre, la nappe phréatique.
- ⇒ Complexe terminal **CT** composé de trois nappes superposées :
 - La troisième dans les calcaires fissurés, plus ou moins karstiques de l'Eocène inférieur **CT3**
 - L'autre dans les sables grossiers à graviers, du Miocène supérieur **CT2**.
 - L'une dans les sables et argiles du Pliocène **CT1**.
- ⇒ Continental intercalaire **CI**, aquifère profond composé de sable gréseux ou gréseux argileux.....

III.3.1. La nappe phréatique :

La nappe phréatique est présente dans toutes les oasis de la vallée.

Elle est contenue dans les sables fins à moyens, d'âge Quaternaire, contenant des cristaux de gypse. Elle s'épaissit du Sud vers le Nord et 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 **4.91ms/cm à 13.44 ms/cm**.

La nappe phréatique est « gonflée » par l'excès de l'eau d'irrigation et des pompages du **CI** et du **CT**. C'est pour drainer cet excès que le réseau de drainage artificiel a été réalisé dans la dépression de l'oued righ. Elle est principalement alimentée par l'infiltration des eaux d'excès d'irrigation et des eaux d'assainissement, les eaux des forages dont les tubages sont détériorés par les faibles précipitations et par les percolations des nappes du complexe terminal. Les pertes sont surtout le fait de l'évaporation.

III.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 sable fin à moyen, sable argileux et grès, d'âge Mio-Pliocène. Le faciès sableux varie largement, latéralement. Un niveau d'argile constitue son substratum, et son toit est constitué par des argiles et des évaporites. C'est une nappe captive. Elle était jadis très exploitée avec des débits faibles à moyens, de l'ordre de **20 à 40 l/s** (le débit global d'exploitation proche à **6 m³/s**) cependant, à cause de la salinité élevée de l'eau, les forages qui la captent sont actuellement moins utilisés.

B\La deuxième nappe CT2 :

Les formations contenant cette nappe sont également d'âge Mio-Pliocène. Comme la première nappe, elle est formée essentiellement de grès, de gravier et de sable avec la présence de quelques lentilles argileuses. Son épaisseur est de **20 à 36m**, elle est très exploitée avec un débit variant entre **25-45 l/s**. Des argiles à niveaux calcaires et des marnes forment son substratum, alors que des argiles et les argiles sableuses constituent son toit.

- Ces deux nappes sont alimentées localement par les rares précipitations et les infiltrations d’eaux de surface (de la nappe phréatique et du canal de l’Oued Righ), et les percolations des nappes artésiennes sous jacentes les prélèvement par forages représentent leur seul exhaure.
- Ces deux nappes surmontent l’autre ensemble du Complexe Terminal ; constituant la troisième formation aquifère, formée par les carbonates de l’Eocène inférieur Sénonien supérieur.

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, sa puissance de **350m**, **200m** à Touggourt, **360m** à Meghaier. Il n’est pas très exploité. L’artisanisme étant à l’origine plus important au Nord.

A la base, le Sénonien lagunaire forme le substratum de cette nappe et au sommet, le toit est surtout argileux

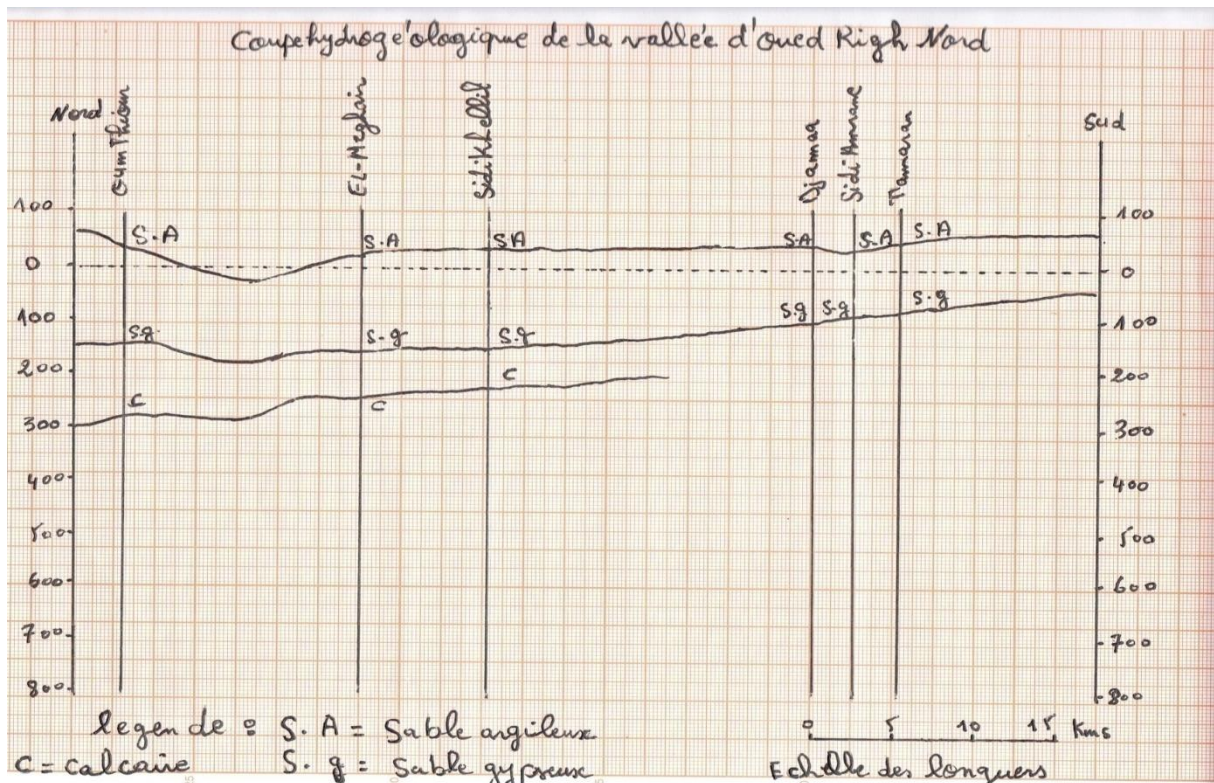


Figure14 : Coupe en phase de réalisation

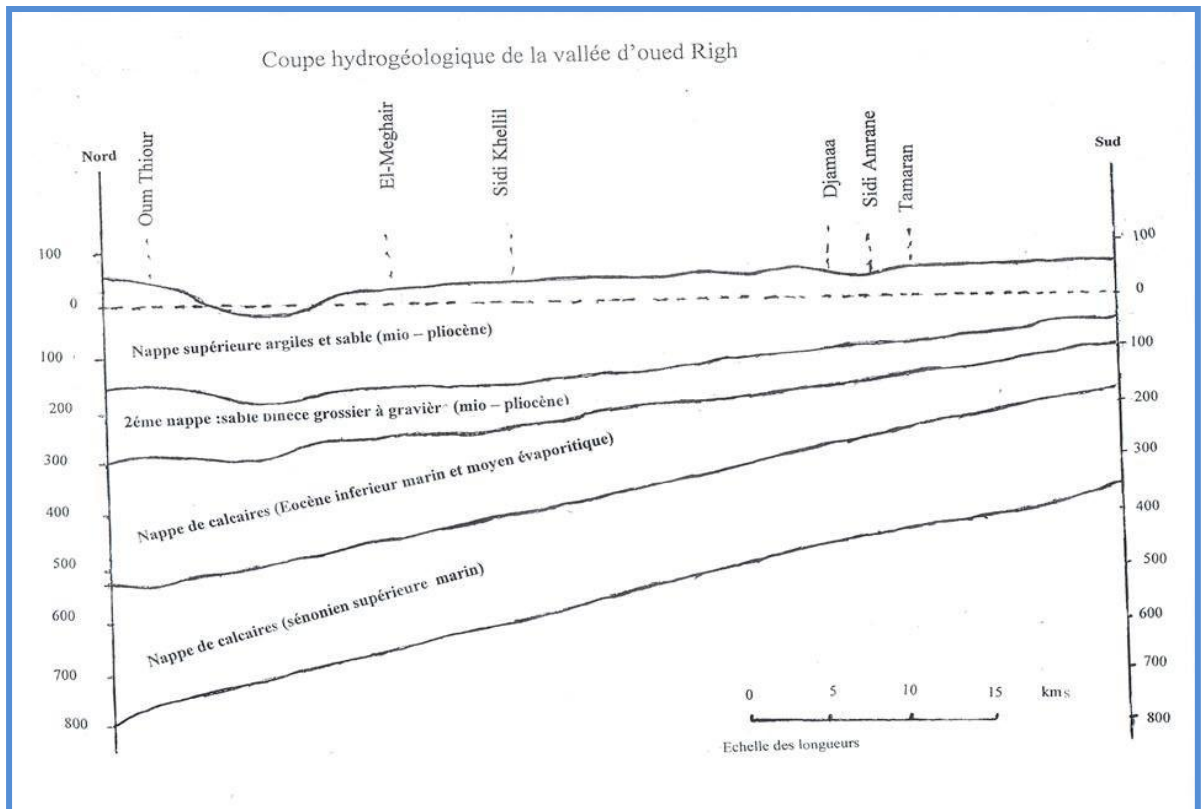


Figure 15 : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ

III.3.3. Nappe du Continental Intercalaire :

C'est un aquifère profond, composé de sables gréseux ou argileux. Son épaisseur varie d'une région à une autre des valeurs inférieures à **350 m (200 m à Touggourt)**.

Il est contenu dans les formations continentales du Crétacé inférieur (Barrémien Albien).

Le mur constitue par le socle ou Primaire déformé par l'orogénèse hercynienne et très irrégulière.

Les apports d'eau au système aquifère s'effectuent par:

- L'infiltration des eaux de ruissellement des reliefs situés à la périphérie du domaine et par des précipitations sur les affleurements.
- Le piémont de l'Atlas saharien, au Nord.
- Le plateau de Tihert, au Sud.

Pour **CORNET** cette alimentation est estimée à **25 m³/s**, **BURGEAR** la fixait à **15 m³/s** .elle provient en grande partie du piémont de l'atlas mais elle reste très faiblement alimentée par rapport au volume d'eau qu'elle contient.

Son exutoire est la zone des chotts avec un sens d'écoulement souterrain Sud Nord (dans le bassin oriental).

III.4. Caractéristiques essentielles des nappes :

On se rend compte que cette dénomination correspond cependant à une réalité :

L'Oued Righ n'est pas un cours d'eau, mais en le survolant.

Le tracer de l'Oued Righ est marqué par l'échelonnement de petits chotts exutoires des eaux de la nappe phréatique.

Aux environs des oasis d'Ourir et de El-Meghier, les eaux de la nappe phréatique exhaurent dans le chott Merouane et s'y évaporent en donnant une croûte gypso saline.

A l'Ouest, la vallée de l'Oued Righ est plus au moins bien délimitée sur la moitié de sa longueur par les collines Miocènes, qui forment du Nord au Sud une sorte de chaîne, derrière cette chaîne s'étend la dépression Dzioua ou le Miocène est très peu épais, il s'agit d'une ondulation dont le cœur est formé d'Eocène moyen, qui s'allonge du Nord au Sud entre les Oueds Djellal et Dzioua.

Au Sud de l'oasis de Djamaa entre Touggourt et Ouargla , l'ondulation de Dzioua est très peu marquée , elle doit cependant exister car les points d'eau qui s'alimentent de la nappe phréatique sont très rares, il y a donc séparation entre la nappe phréatique de l'Oued Righ et celle de Ouargla.

Au Sud de Touggourt, les points d'eau exploitant la nappe phréatique deviennent particulièrement nombreux et s'étalent en éventail sur une très large zone.

L'extension des eaux très profondes suit celle de la nappe phréatique tout en étant de moins grande ampleur.

La limite Ouest des nappes souterraines est suffisamment nette, elle est marquée par les collines Miocènes qui bordent la vallée de l'Oued Righ entre Ourir et Djamaa, correspondant à la remontée du substratum argileux imperméable de l'Eocène moyen.

Les ressources artésiennes de l'Oued Righ se repartissent en trois nappes ou plutôt en trois faisceaux des nappes circulant dans les niveaux sableux et graveleux du Miocène continental.

- Zone d'alimentation : l'eau des nappes provient :
 - L'infiltration d'eau météorique dans les sables poreux.
 - L'infiltration pluviale dans l'Erg.
 - L'infiltration directe dans les fissures des couches affleurant au sol.
- Les zones d'alimentation des nappes artésiennes de l'oued sont très lointaines et très vaste, il existe d'autres zones moins connues vers l'Ouest et le Nord-Ouest de la vallée.
- Le sens d'écoulement des eaux est Sud Nord jusqu'au chott Merouane.

Surfer : pour dessiner les courbes isopiezés

Corrélation hydrogéologique :

La figure montre une corrélation entre 6 forages alignés N-S, donne un aperçu sur les variations latérales des épaisseurs, on note que dans notre région d'étude, il n'y a pas de changement considérable des faciès et d'âge, on remarque aussi que la profondeur des couches augmente du Sud vers le Nord.

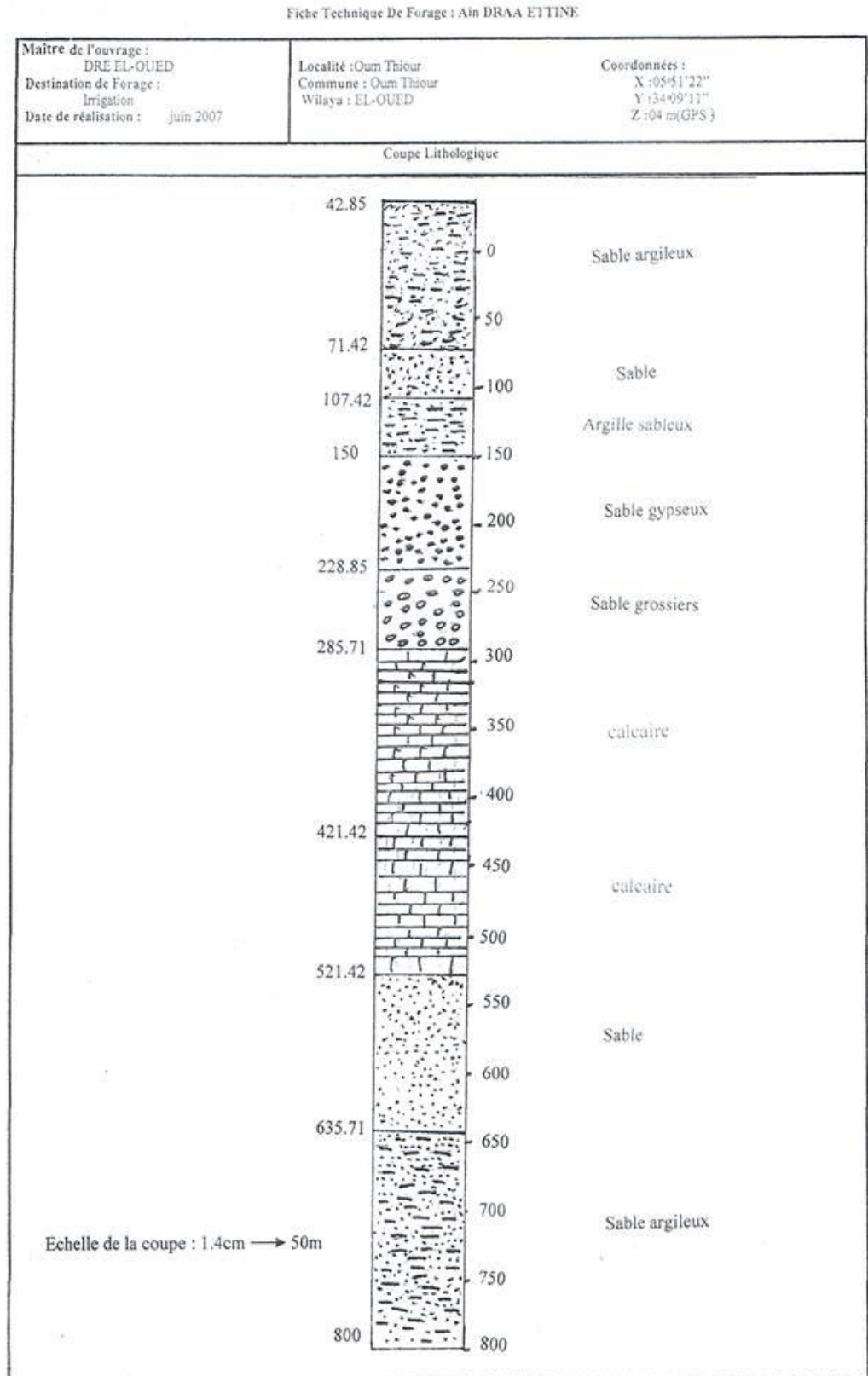


Figure 16 :forage de nappe phréatique de DRAA ETTIN

Fiche Technique De Forage : F06 EL-Meghaier

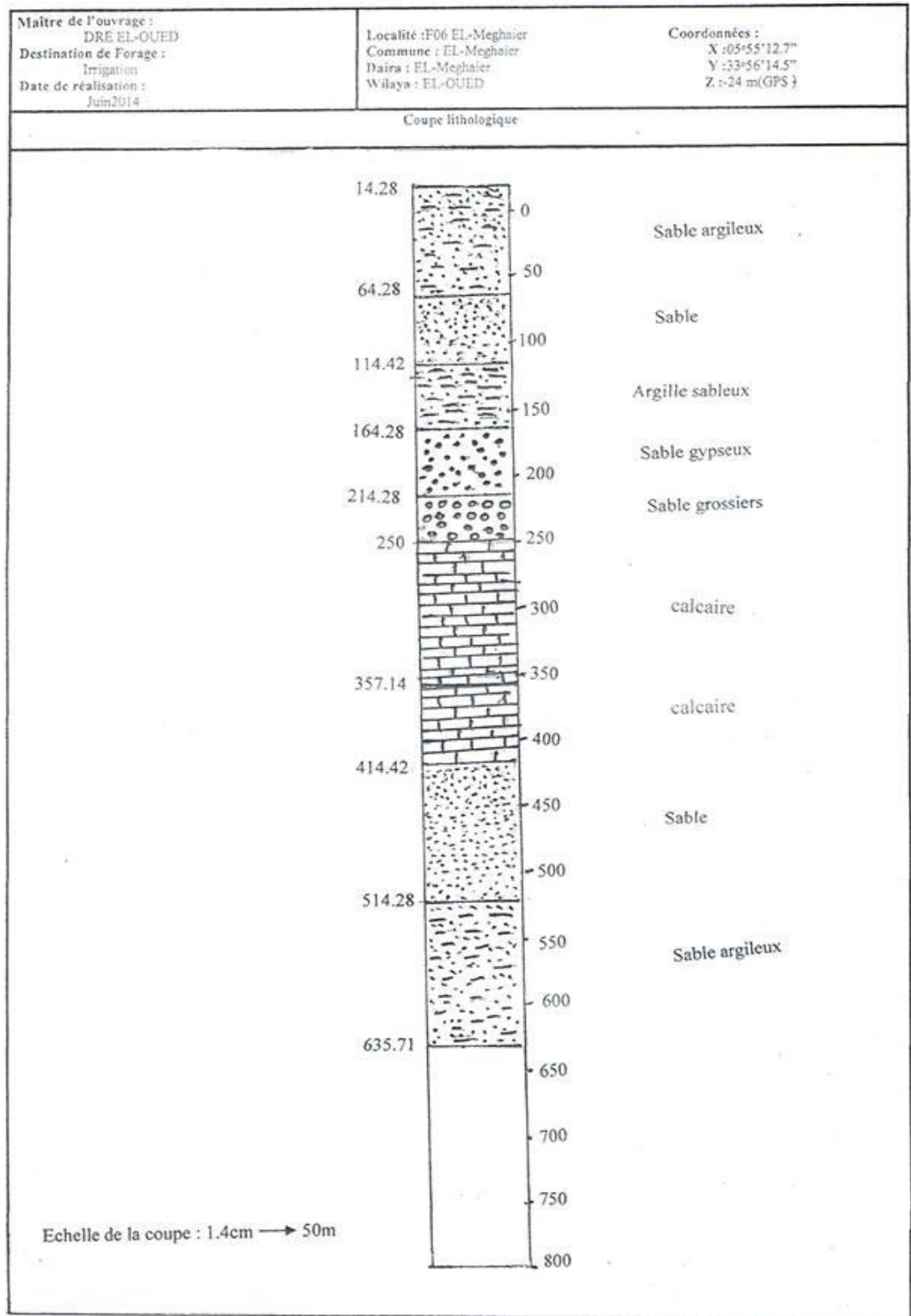


Figure 17: forage de nappe phréatique de F06 EL-MEGHAIER

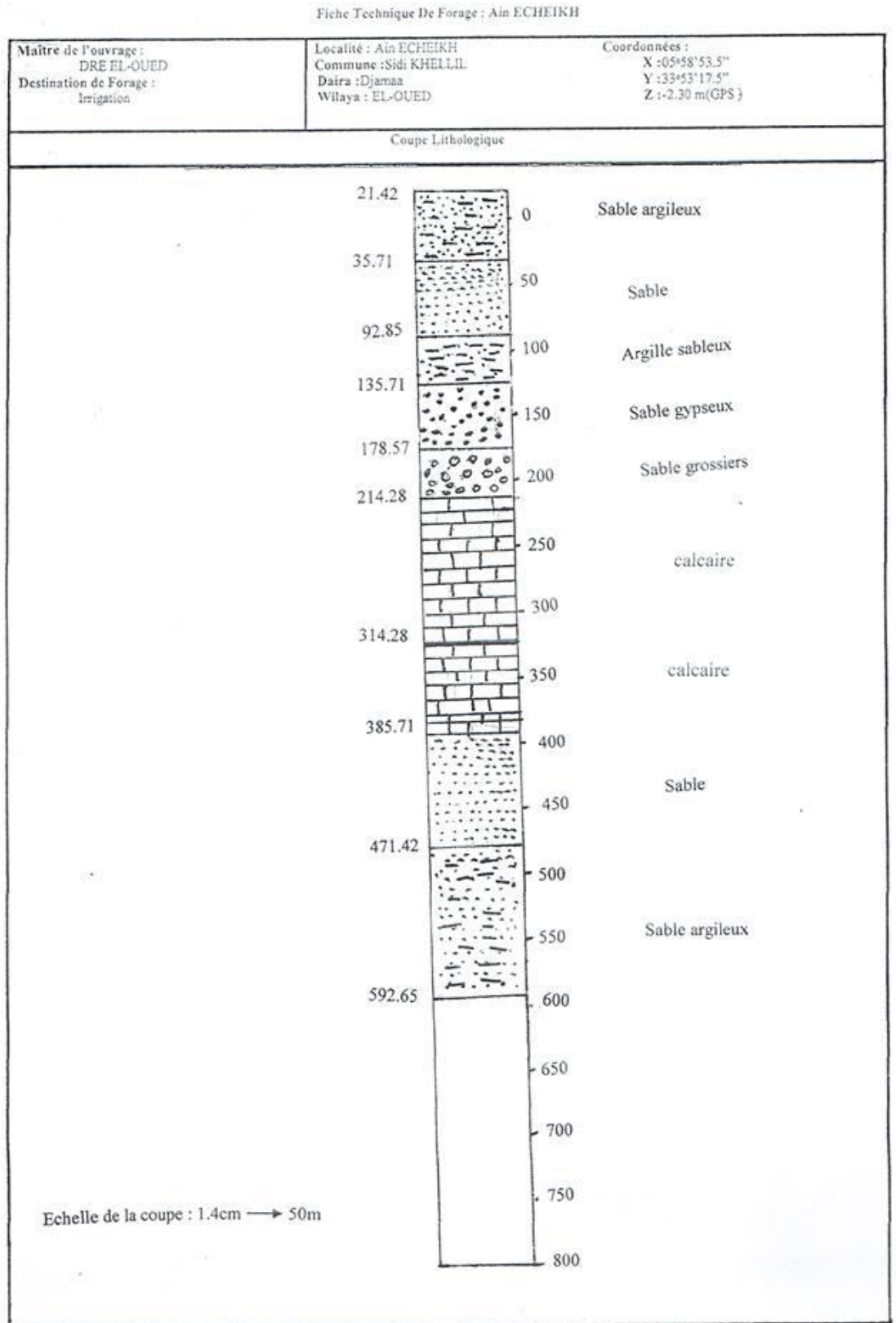


Figure 19 : forage de nappe phréatique de AIN ECHEIKH

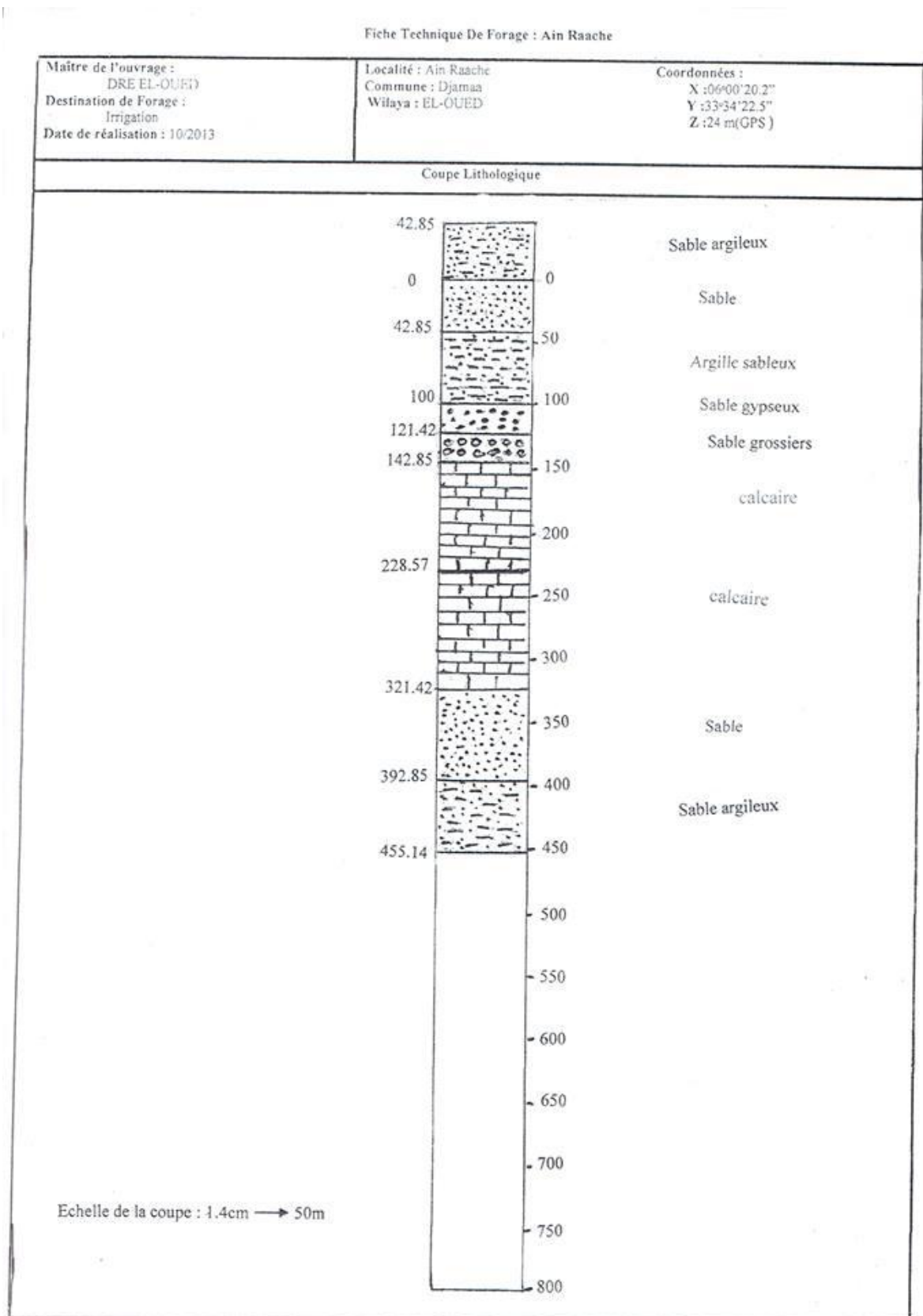


Figure 20 : forage de nappe phréatique de AIN RACHA

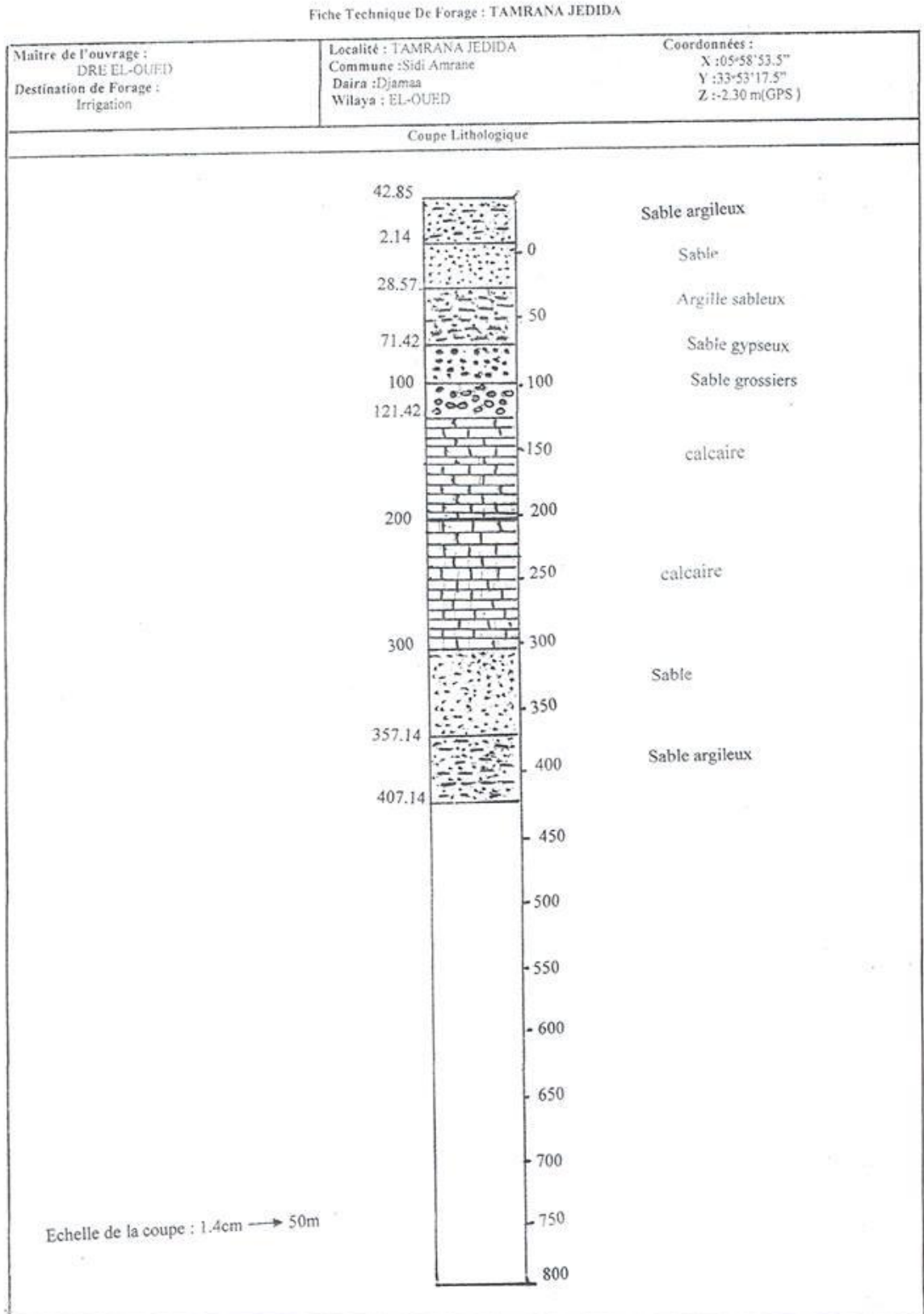


Figure 21 : forage de nappe phréatique de TAMRANA JEDIDA

Nous avons effectué des sorties sur terrain pour calculer le niveau piézométrique NP de la nappe phréatique sur quelques puits le long de la vallée où on a suivi une vingtaine de puits dans des localités différentes pour établir une carte piézométrique de la nappe phréatique.

- ⇒ La détermination de la cote Z de chaque point à l'aide d'un GPS.
- ⇒ Mesure de niveau statique dans chaque puits, à l'aide d'une sonde sonore lumineuse.
- ⇒ La mesure de niveau piézométrique [NP=NS-Z]

NP : niveau piézométrique. NS : niveau statique.

Z : cote, niveau naturel du sol.

- ⇒ Détermination du gradient hydraulique est donnée par la formule

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

Les niveaux piézométriques H_1 et H_2 sont déterminés par les courbes iso-piezés et la distance L entre ces deux points par l'échelle de la carte.

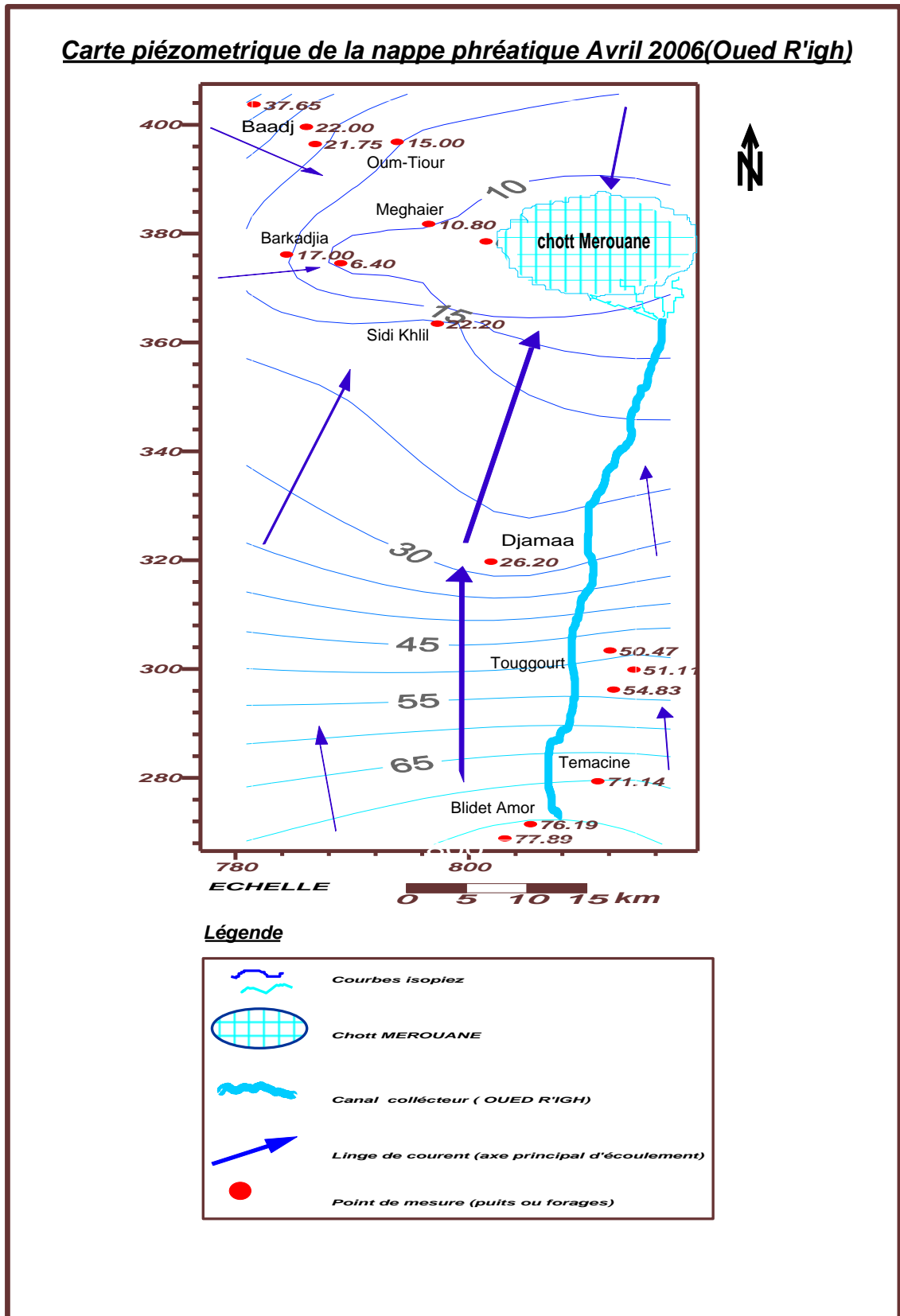


Figure 22: Carte piézométrique de la nappe phréatique Avril 2006 (Oued Righ).

Localité	Gradient hydraulique	Sens d'écoulement
Touggourt	$1,7 \times 10^{-3}$	Nord-Sud
Djamaa	$3,8 \times 10^{-3}$	Sud-Ouest vers Nord-Est
Sidi Khilil	$3,6 \times 10^{-3}$	Sud-Ouest vers Nord-Est
Berkajia	$2,1 \times 10^{-3}$	Ouest vers Est
Oum Thiour	$2,0 \times 10^{-3}$	Nord-Ouest vers Sud-Est
Boaj	$2,8 \times 10^{-3}$	Nord-ouest vers Sud-Est

Tableaux 11: Valeur de gradient hydraulique.

La nappe est cylindrique au Sud de Djamaa, légèrement divergente au Sud de Touggourt pour devenir concave à Touggourt

A partir de Djamaa dans le sens d'écoulement est Sud-Nord est due à l'influence de chott Merouane

Dans la partie Nord les courbes sont franchement convergentes autour du chott ; zone déprimée par l'effet de l'évaporation qui joue ici le rôle d'exutoire naturel et moteur de circulation.

III.5. Des problèmes actuels :

La multiplication des forages, les pompages intensifs à débit de **20-300 l/s** et les drainages insuffisants engendrent certains problèmes particuliers tel que la chute de l'artésianisme, la remontée du niveau hydrostatique de la nappe phréatique.

Les zones des palmeraies connaissent d'énormes problèmes dont la plus part sont liées directement aux conditions naturelles de la région tel que : morphologie du terrain, forte évaporation, salinité des eaux et des sols.

En outre la mauvaise exploitation des palmeraies (travaux cultureaux, entretien, mode d'irrigation)

Ces contraintes conjuguées à une utilisation abusive des eaux profondes pour l'irrigation sont traduites par la remontée de la nappe phréatique.

A\La remontée des eaux :

Le phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique, est apparu pour la première fois en 1969.

En 1980, Nous avons constatés qu'il y avait une remontée progressive de la nappe phréatique, qui est due a l'augmentation des rejets et la diminution des prélèvements a cause de l'extension des cultures ainsi qu'une augmentation importante de la population.

On peut dire que les causes du phénomène sont due principalement a l'absence de l'exécution naturelle dans le Souf, le transfert naturel ou artificiel direct ou indirect entre les nappes profondes et la nappe phréatique, et la modification des caractéristiques hydrodynamiques et géométriques de la nappe qui reste à vérifier.



Figure 23 : La remontée des eaux de la nappe phréatique (Merjaja)



Figure 24 : La remontée de la nappe phréatique dans la région de Touggourt (Tatawina)

A-1 : Les causes de ce problèmes :

⇒ **La mauvaise gestion des eaux :**

Les débits extraits par des forages destinées à l'irrigation dans les différentes nappes sont mal gérés, l'irrigation se fait presque dans toutes les palmeraies par les méthodes traditionnelles (submersion dans les seghias). Les fellahs ne respectent pas convenablement les systèmes de rotation ; et les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable.

Ceci a accéléré la genèse de nouveaux chotts à Sidi Slimane.

⇒ **Structure de substratum :**

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

⇒ **Plus de rejet et moins de prélèvement :**

Au moment où la nappe phréatique subit alimentation très considérable en eau transférée à partir des débits fournis par les forages captant les autres nappes, elle n'est plus exploitée d'une manière qu'on ait au moins un équilibre entre les apports entrants et ceux qui doivent sortir.



Figure 25 : Un puits arabe (Degaga)

⇒ **Les réseaux d'assainissement non efficace :**

La grande concentration des sels solubles dans le sol et la température importantes des eaux de l'Albien sont les causes qui contribuent à l'érosion des conduites des réseaux d'assainissement ce qui explique que les conduites ont une durée de vie très courte.

B\La chute de l'artésianisme :

Cette région était jadis caractérisée par l'artésianisme des forages des deux complexes hydrauliques (CT, CI). Cependant, depuis quelque temps, la disparition de l'artésianisme des forages du CT s'est manifestée. La

surexploitation de cette nappe a entraîné un rabattement du niveau statique, qui s'est répercuté sur la chute de l'artésianisme qui a d'ailleurs presque entièrement disparu des forages du **CT**, hormis ceux captant la nappe du Sénonien, qui reste artésienne avec un faible débit (**0,3 à 1 l/s**).

En conséquence, presque tous les forages du **CT** nécessitent actuellement un équipement de pompage. Les forages de l'Albien en revanche restent artésiens mais progressivement une diminution de la pression y est constatée

III.6. Conclusion :

Dans le bassin de l'Oued Righ, il existe deux 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, moins étendu que le premier dit Le Complexe Terminal (**CT**), constitué de deux ensembles différents:
 - L'un marin constitué par les calcaires d'âge Sénonien-Eocène **CT3**
 - L'autre continentale constitué par des sables, graviers et des grés d'âge Mio-Pliocene caractérise la **1ère** et la **2ème** nappe du Complexe Terminal (**CT1**) (**CT2**)

Un aquifère superficiel qui surmonte ces deux ensembles dit nappe Phréatique contenue dans les sables fins à moyens d'âge Quaternaire à récent

Les cartes piézométriques sont des documents de base de l'analyse et de la schématisation du comportement hydrodynamique de l'aquifère, et la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique.

L'analyse de la carte piézométrique de la nappe phréatique montre un sens d'écoulement globale du Sud vers le Nord caractérisé par un gradient hydraulique voisin de **0.1%**, un autre sens tend du Nord vers le Sud vers l'exutoire naturel.

Conclusion générale

Étant donné que la vallée d'Oued Righ nord fait partie du grand Sahara algérienne, elle dépend pour son alimentation en eaux des eaux souterraines des nappes existantes, et en vue de l'immense activité agricole nous rencontrant un grand nombre de forages dans la zone d'étude plus que 700 forages entre les communes d'el Meghaier et de Djamaa.

Cette multitude de forages dans une zone où nous ne possédons pas de coupe hydrogéologique spécifique à la zone d'étude nous a incité à vouloir réaliser cette dernière d'où nous avons utilisé 06 coupes de forage allant d'Oum el Tiour à Tamarna d'où nous avons vu que

Dans le bassin de l'Oued Righ, il existe deux systèmes aquifères :

- ❖ Le premier profond étendu, dit le Continental Intercalaire (**CI**), constitué en grande partie par des sables et des grès d'âge Albien
- ❖ Le deuxième est multicouche, peu profond, moins étendu que le premier dit Le Complexe Terminal (**CT**), constitué de deux ensembles différents:
 - L'un marin constitué par les calcaires d'âge Sénonien-Eocène **CT3**
 - L'autre 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 (**CT1**) (**CT2**)

Un aquifère superficiel qui surmonte ces deux ensembles dit nappe phréatique contenue dans les sables fins à moyens d'âge Quaternaire à récent

Les cartes piézométriques sont des documents de base de l'analyse et de la schématisation du comportement hydrodynamique de l'aquifère, et la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique.

L'analyse de la carte piézométrique de la nappe phréatique montre un sens d'écoulement global du Sud vers le Nord caractérisé par un gradient hydraulique voisin de **0.1%**, un autre sens tend du Nord vers le Sud vers l'exutoire naturel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANRH (2003) : données hydropluviométriques des stations situées dans les bassins du versant sud de l'Atlas saharien. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques ; Alger. Algérie.

Armines (1999) : Etude du Plan Directeur Général de Développement des Régions Sahariennes – Ministère de l'Agriculture et de la Pêche C.D.A.R.S. /Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, C.I.G

Bel F, Demargne F (1966) Etude géologique du Continental Intercalaire. Tech Rep ANRH, Alger. Algérie.

Cornet A (1962) : Initiation à l'hydrogéologie saharienne. Hydraulique et équipement rural. Service des Etudes Scientifiques. Rapport, Alger Algérie.

Dervieux F (1956) La nappe phréatique du Souf (Algérie). Etude du renouvellement de la nappe. Contribution à l'étude des phénomènes capillaires dans un milieu pulvérulent. Terres et eaux 29:5–39

Dubief J (1953) : Essai sur l'hydrologie superficielle du sahara. Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie ; Service des Etudes Scientifiques ; Alger Algérie. 451 p.

Guendouz A (1985) Contribution à l'étude géochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara nord-est septentrional, Algérie. Thèse, Paris Sud Université, Orsay, France, 243 pp

Guendouz A., Moulla AS, Remini B, Michelot J. L (2005): Hydrochemical and isotopic behaviour of a Saharan phreatic aquifer suffering severe natural and anthropic constraints (case of Oued-Souf region, Algeria)

Guettiche S, Benabdasadok D (2006) : Contribution à l'étude de la possibilité de réutilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation de la région de l'Oued Righ. Mémoire de PFE. Univ Constantine.

Moulla A (2005) : Un aperçu de quelques résultats d'hydrologie isotopique important obtenus au Sahara Algérien. Agence des Bassin Hydrographiques du Sahara, Ouargla.

OSS (2003) Système aquifère du Sahara Septentrional. Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), Modèle Mathématique, vol 4

Système aquifère du Sahara Septentrional (2003) : Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) Octobre 2003

UNESCO (1972) Projet ERESS: Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport final United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation (UNESCO),Paris

RÉSUMÉ :

La vallée d'oued righ recèle un énorme potentiel hydrique, représenté par les ressources du Continental Intercalaire (C.I), du Complexe Terminal (C.T) et celles de la nappe phréatique, qui s'étale entre les wilaya d'El Oued et Ouargla, notre zone d'étude comporte la partie de la vallée comprise dans la wilaya d'El Oued dont on a réalisé une coupe hydrogéologique propre a la zone d'étude cependant il n'existe qu'une coupe hydrogéologique synthétique de Sahara septentrionale réalisé par l'UNESCO en 1972.

Le but de notre travail est de créer une coupe qui nous permet de mieux comprendre le comportement hydrogéologique et hydrochimique des nappes pour une meilleure interprétation du problème de la remontée des eaux et s'approcher de mieux à l'origine des facies chimique.

Mots clés

Logs stratigraphique – carte topographique – niveau piézométrique

المخلص

إن حوض وادي ريغ يحوي احتياطيًا هائلًا من المياه متمثلة في مياه القاري الوسيط CI و المركب النهائي CT وكذلك طبقة المياه الفرياتيكية. والتي تمتد ما بين ولايتي الوادي وورقلة .

إن منطقة عملنا تتمثل في الرقعة الممتدة عبر تراب ولاية الوادي حيث أننا أنجزنا مقطع هيدروجيولوجي خاص بمنطقة واد ريغ الشمالي في حين أنه لا يوجد سوى خريطة تمثل الصحراء الكبرى منجزة من قبل ال : UNESCO سنة 1972 .

بحثنا يهدف لانجاز خريطة مقطعية تبين مختلف الطبقات الجوفية بغية فهم ودراسة الآلية الهيدروكيميائية والهيدروجيولوجية للمنطقة ولظاهرة صعود المياه والتقرب أكثر من مصدر النوعية الكيميائية

الكلمات المفتاحية

لوغ ستراتيجرافي – خريطة طبوغرافية- المستوى البيزومتري.