

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



**Université Kasdi Merbah Ouargla**



**FACULTÉ DES SCIENCES APLIQUÉES**

**Département de Génie Civil et Hydraulique**

**Filière :hydraulique**

**Spécialité : forage d'eaux**

**Thème**

**Etude qualitative et quantitative des eaux la vallée  
de Oued right nord (El'meghaier)**

**Présenté par :**

❖ **BOUDJEMA khaoula**

<b>Président :</b>	<b>NETTARI kamale</b>	<b>M.A.Classe A univ Ouargla</b>
<b>Examineur</b>	<b>DJEBARI hacen</b>	<b>M.A.Classe A univ Ouargla</b>
<b>Promoteur :</b>	<b>MONSOURI Zina</b>	<b>M.A.Classe A univ Ouargla</b>

***Année Universitaire: 2017 / 2018***

## **REMERCIEMENTS**

*Je tiens à remercier en premier lieu, le bon dieu Le tout puissant de la bonne santé ,la  
volenté et la patience qu'il ma donnée tout le long de mes études .*

*Un merci spécial avec mon profond respect va à ma chère enseignante et encadreur M<sup>elle</sup>  
mansouri zina pour le suivi ,sa patience ,ses conseils son aide et sa disponibilité m'a ont  
permis d'avancer dans le travail .*

*Je remercie l'ensemble du personnel de l' ANRH Touggourt surtout Mr SAYEH LEMBAREK  
YOUCEF ,m'a aidé et orienté durant ce travail ,et Mr SENOUCI SALIME*

*Je remercie l'ensemble de : la direction de Ressource en eau (DRE) et la direction des servise  
agricoles (DSA) pour leur contribution et leur aide .*

## **DEDICACES**

*A celle qui ma aidé et encouragé dès le début des mes études jusqu'à la fin du travail ,je dédie ce ce travail a ma cher maman et papa .*

*Et les enfants : yacer et layane surtout (nouri)*

*Ames chers sœurs : nour elyakine et imane et affifa*

*Ames chers FRères : Mohammed Yacine et Hocine*

*Et pour les 'amies safai ,razika , zoulikha ,hayet , khadidja ,aya*

*Djamila ,widade ,warda ,sohila ,adila , Hiba , Asma .*

*A toute ma promotion forage d'eau 2017-2018*

**khaoula**

## **SOMMAIRE**

Remerciements	
Introduction	01
<b><i>Chapitre I : les caractéristique naturelle de la zone d'étude</i></b>	
II-Situation géographique et caractéristiques générales de la zone d'étude	02
II-1- Situation géographique:	02
II-2-Géomorphologie	03
II-3- Climat et végétation	03
II-4- activité économique	03
III- étude géologique	04
III-1-La plate forme saharienne:	04
III-2- Cadre géologique régional du bas Sahara	06
III-3- Cadre géologique local-	07
III-3-1-Le Mésozoïque	08
III-3-1-1 Le Crétacé	08
III-3-1-2-Le Néocomien	08
III-3-1-2-1-La série inférieure	08
III-3-1-2-2-La série supérieure	08
III-3-1-3-Le Barrémien	09
III-3-1-4-L'Aptien :	09
III-3-1-5-L'Albien :	09
III-3-1-6-Le Vraconien	09
III-3-1-7-Le Cénomanién	10
III-3-1-8-Le Turonien	10
III-3-1-9-Le Sénonien	10
III-3-1-9-1-Le sénonien lagunaire	10
III-3-1-9-2-Le Sénonien Carbonaté	12
III-3-2-Le Cénozoïque	12
III-3-2-1-L'Eocène	12
III-3-2-1-1-L'Éocène inférieur (carbonaté)	12
III-3-2-1-2-L'Éocène Moyen (Evaporitique)	13
III-3-2-2-Le Moi-Pliocène	13
III-3-3-Le Quaternaire	14

III-4-Tectonique générale	14
III-4-1-Néotectonique	15
III-5-Paléogéographie	16
IV- conclusion	18

## ***Chapitre II : étude climatologie et hydrogéologie***

I- Introduction	19
II-Etude climatologie	19
II-1- Etude des précipitations	19
II-1- 1-Précipitations moyennes mensuelles	19
II- 2-Les températures	20
II-3- Synthèse climatique de la région	21
II-3-1- Diagramme Ombo- thermique :	21
II-4- Facteur climatique	22
II-4-1- L'humide du l'air	22
II-4-2- Les vents	23
II-4-3- La durée d'insolation ..	24
II -5-Le bilan hydrique	24
II-5-1-Calcul de l'évapotranspiration potentielle et réelle par la formule de Thornthwait	25
II-5-1-1-Evapotranspiration potentielle « ETP »	25
II-5-1-2La réserves facilement utilisables(RFU)	26
II-5-1-3- Excédent : (EXD)	26
II-5-1-4- Déficit agricole :(DA	26
III-Etude hydrogéologique	27
III-1- Hydrogéologie régionale	27
III-1-1- Le Continental Intercalaire :	28
III-1-1-1- Limites et morphologie du continental intercalaire	28
III-1-1-2-Toit du réservoir	29
III-1-1-3-Alimentation	30
III-1-1-4-Les exutoire	30
III-1-1-5-Epaisseur du réservoir :	30
III-1-2-Le Complexe Terminal	31
III-1-3 La nappe phréatique	33
III-2- L'hydrogéologie locale (de l'Oued Righ)	34
III-2-1 -La nappe phréatique	35

III-2-2 Les nappes du complexe terminal :	35
III-2-2-1-La première nappe des sables CT1	35
III-2-2-2--La deuxième nappe CT2	36
III-2-2-3-La nappe des calcaires du Sénonien Eocène CT3	36
III-2-3- Nappe du Continental Intercalaire	37
IV- Caractéristiques essentielles des nappes :	38
V-Le piézomètre	38
VI –conclusion :	39

### ***Chapitre III : la qualitative et quantitative ressource en eaux***

I- Hydrochimie de la zone d'étude	40
I-1-Seulement les eaux de la 2ème nappe des sables (CT2) et de CI sont analysées ici .	40
I-1-1- Les paramètres physique de la 2ème nappe des Sables(CT2)	40
I-1-2- Les paramètres physique de la nappe (CI)	44
I-2-les paramètres chimiques	47
I-3-Discussion sur les résultats des analyses chimiques	50
I-4-Les faciès chimiques et la formation ionique	51
I-4-1-Nappe du complexe terminal (CT2)	51
I-4-1-1-La classification Selon Stabler	51
I-4-1-2-Représentation de SCHELLER-BERKALOFF	52
I-4-2- Nappe du continental intercalaire (CI)	55
I-4-2-1-Classification selon STABLER	55
I-4-2-2-Représentation de SCHOELLER –BERKALOFF	55
I-5-Qualité chimique et potabilité de l'eau	58
I-5-1-La potabilité	58
I-5-2-La dureté ou le degré hydrométrique (d°h)	58
II- Quantités	59
II-1-1- Evolution de population :	59
II-1-2- La densité de la population de la région étude	60
II-1-3-Evolution de la population et perspective de la région d'El'meghaier	61
II –2- Activité agricoles	62
II-2-1- Evolution de la surface agricole	62
II –3-Distribution du volume d'eau	64
II- 3 -1- La potentialité de ressource en eau (2018)	64
II-3-2- distribution de potentialité hydrique sur le différent secteur	64

II-4- Evolutions des besoins en eau des différents secteurs	65
II-5- situation 2028 et 2038	67
II-5-1- alimentation en eau potable	67
II-5-1-1- alimentation en eau potable en courts termes( 2028)	67
II-5-1-2- alimentation en eau potable en long termes( 2038)	68
II-5-2- Alimentation en eau agricole	69
II -5-2-1-Alimentation en eau agricole court termes(2028)	69
II -5-2-2-Alimentation en eau agricole long termes(2038)	70
II-5-3-Alimentation l'industrielle	71
II-5-3-1- Alimentation en eau industrielle court termes(2028)	71
II-5-3-2- Alimentation en eau industrielle long termes(2038)	71
II-6- le bilan globaux de ressource et utilisation	72
III- Conclusion	74
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des figures

N Fig	Titre	Page
Fig .1	Carte géographique d' oued right nord ( El'méghier)	02
Fig .2	Photo satellite de la région de el'méghaier	03
Fig .3	Carte des bassins sédimentaires, d'après Sonatrach	06
Fig .4	Coupe géologique synthétique du Sahara oriental, d'après Sonatrach	07
Fig .5	Log stratigraphique synthétique de la région d' El'méghaier, (sans échelle).	11
Fig .6	Coupe géologique du Sahara septentrional d'après UNESCO1972	18
Fig .7	Histogramme des précipitation moyennes mensuelles à la station de Touggourt durant la période(2004-2014)	20
Fig .8	Histogramme des Températures moyennes mensuelle ,interannuelle période(2004-2014)	21
Fig .9	Diagramme OMBROTHERMIQUE de GAUSSEN (2004-2014)	22
Fig .10	Humidité relative de l'air en %(2004-2014)	23
Fig .11	La vitesse de vent moyenne mensuelle interannuelle en m/s période (2004-2014)	24
Fig .12	La durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle en heure période (2004-2014)	24
Fig .13	Représentation graphique de la variation de ETP , ETR ,DA	27
Fig .14	Carte des ressources en eau souterraines (Continental Intercalaire et Complexe Terminal), extrait de recueil des communications, 2002	28
Fig .15	Coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du CI.	29
Fig .16	Le bassin de l'Oued Righ et ses limites (ARNH Ouargla)	34
Fig .17	Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région d'Oued Right	36
Fig .18	Carte piézométrique de la nappe CT2 de la région El'mghaier	38
Fig .19	Représentation graphique de potentiel hydrogène de la nappe CT <sub>2</sub>	42
Fig .20	Représentation graphique de la conductivité électrique de la nappe CT2	43
Fig .21	Représentation graphique du résidu sec de la nappe de CT2	44
Fig .22	Représentation du potentiel hydrogène de la nappe CI	45
Fig .23	Représentation de la conductivité électrique de la nappe CI	46
Fig .24	Représentation du résidu sec de la nappe de CI	46
Fig .25	Représentation graphique des teneurs des cations ; anions des analyses chimiques de la nappe de CT2 (2016- 2017).	48
Fig .26	Représentation graphique des teneur des cations ; anions la nappe de CI (2016- 2017)	49
Fig .27	Représentation graphique des résultats des analyses chimiques par le diagramme de PIPER de la nappe de CT2	53
Fig .28	Représentation graphique des résultats des analyses chimiques Par le diagramme de SCHOLLER –BERKALOFF de la nappe de CT2	54
Fig .29	Représentation graphique des résultats des analyses chimiques par le diagramme de PIPER de la nappe de CI	56



Fig .30	Représentation graphique des résultats des analyses chimique par le diagramme de SCHOLLER –BERKALOFF de la nappe de CI	57
Fig .31	Représentation graphique d'évolution de Population (El'meghaier)	60
Fig .32	Représentation graphique de la densité de la population d' El'meghaier	60
Fig .33	Représentation graphique de la population de la région d' El'meghiaer	61
Fig .34	représentation graphique de la surface agronomique dans la région d'El'meghaier	62
Fig .35	Représentation de surface agricole (2018, 2028) tab : représentation de surface	63
Fig .36	Représentation de surface agricole (2018, 2038)	63
Fig .37	Représentation graphique de la potentialité de la ressource en eaux	64
Fig .38	Distribution de potentialité hydrique sur le différent secteur (2018)	65
Fig .39	La distribution de potentialité hydrique sur les différents secteurs (2028)	66
Fig .40	La distribution de potentialité hydrique sur les différents secteurs (2038)	67
Fig .41	Représentation graphique de l'alimentation en eau potable courts termes en 2028	68
Fig .42	Représentation graphique de l'alimentation en eau potable longe termes en 2038	69
Fig .43	représentation graphique de l'alimentation en eau agricole en (2028)	70
Fig .44	représentation graphique de l'alimentation en eau agricole en (2038)	70
Fig .45	Représentation graphique de l'alimentation en eau industrielle (2028)	71
Fig. 46	Représentation graphique de l'alimentation en eau industrielle (2038)	72
Fig.47	besoin total en eau dans la région d'El'mghaier (2018-2038)	73
Fig.48	besoin total en eau dans la région d'El'mghaier (2018-2038)	73

## Liste des tableaux

N tab	Titre	Page
Tab .1	Les étapes probables de la tectonique dans le Sahara algérien, Karpoff, 1952	15
Tab.2	Précipitations moyennes mensuelle interannuelle période (2004-2014)	19
Tab.3	Températures moyennes mensuelle, interannuelles de l'air périodes (2004-2014)	20
Tab.4	Température moyenne mensuelles, interannuelles périodes (2004-2014)	21
Tab.5	Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Touggourt en (2004-2014)	22
Tab.6	Les vitesse de vent moyennes mensuelle interannuelle en (m/s) période (2004-2014)	23
Tab 7	La durée d'insolation moyenne mensuelle intreannuelle en heur période (2004-2014) source (ANRH Touggourt)	24
Tab.8	Billan hydrique d' la station de Touggourt (2004-2014) par la méthode de THORNTWAITE	26
Tab.9	Données générales sur la nappe du continentale intercalaire	31
Tab.10	Synthèse hydrogéologique régionale des différents aquifères (sans échelle)	33
Tab.11	Caractéristiques essentielles des nappes	38
Tab.12	Les résultats d'analyse des paramètre physique nappe(CT2)	41
Tab.13	Les valeur PH donc la nappe complexe terminal	41
Tab.14	La valeur de la conductivité dans la nappe complexe terminal	42
Tab.15	Les valeur résidu sec dons la nappe du complexe terminal	43
Tab.16	Les résultat d'analyse des paramètres physique nappe (CI)	44
Tab.17	Les valeurs le potentiel hydrogène	45
Tab.18	Les valeur la conductivité de la nappe(CI)	45
Tab.19	Le résidu sec	46
Tab.20	Les résultats d'analyse des des paramètre physique nappe(CT2)	47
Tab.21	Les résultat d'analyse des paramètres physique nappe (CI)	47
Tab.22	Classification de stabler des eaux de CT2	52
Tab.23	Classification de stabler des eaux de CI	55
Tab.24	Concentrations des normes fixées par l'O.M.S	58
Tab.25	Potabilité en fonction de la durezza	59
Tab.26	Evolution de population de la région El'méghaier de 2010 jus 'qua à2016	59
Tab.27	La densité de population	60
Tab.28	Evolution de la population et perspective de la région d'El'meghaier	61
Tab.29	Activité agricoles	62
Tab.30	Représentation de surface agricole courts termes(2028)	62
Tab.31	Agricole long termes(2038)	63
Tab.32	La potentialité des ressource en eaux	64

Tab.33	Distribution de potentialité hydrique sur les différents secteurs 2018	65
Tab.34	Distribution de potentialité hydrique sur es différents secteur 2028	66
Tab.35	Alimentation en eau potable (2028)	67
Tab.36	Alimentation en eau potable (2038)	68
Tab.37	Alimentation en eau agricole court termes(2028)	69
Tab.38	Alimentation en eau agricole long termes(2038)	70
Tab . 39	L'alimentation en eau pour l'industrielle (2028)	71
Tab .40	L'alimentation en eau pour l'industrielle (2038)	72
Tab.41	Besoins total en eau dans la région d' El'maghaier (2018-2038)	73

## **Introduction générale :**

En Algérie, la zone saharienne, aride, couvre les deux tiers de la superficie du pays. Malgré le caractère hyperaride du climat, cette région renferme deux grands systèmes aquifères dans son sous sol:

- ☞ les nappes du « Continental Intercalaire », très profondes dans le bassin nord oriental, et contenant des eaux chaudes et souvent très minéralisées,
- ☞ les nappes du « Complexe Terminal », moins profondes mais salées.

Ces différentes nappes recèlent des potentialités hydriques importantes, qui sont actuellement abondamment exploitées pour les usages domestiques, industriels et l'irrigation des palmeraies.

La région de el'méghaier fait partie de cet immense désert. Elle couvre le Nord Est de cet ensemble et n'a jamais connu le manque d'eau. Néanmoins, malgré la disponibilité de la ressource, la population de el'méghaier achète quotidiennement pour son alimentation en eau potable, de l'eau de meilleure qualité chimique, transportée dans des camions citernes, depuis le massif des Aurès.

Cette étude est identification les différents nappes et la qualité et quantité des ressources en eau et la distribution de ces ressources pour toutes les secteurs de consommation

- Notre projet de étude est étude qualitative et quantitative des eaux la vallée de oued right nord (El'meghaier)

Pour réaliser cette d'étude, nous avons adopte la méthodologie suivante :

Chapitre I : les caractéristiques naturelles des cas

Chapitre II : Etude climatologie et hydrogéologie

Chapitre III : Etude qualitative et quantitative

# *Chapitre I*

## *Les caractéristiques naturelles de la zone étude*

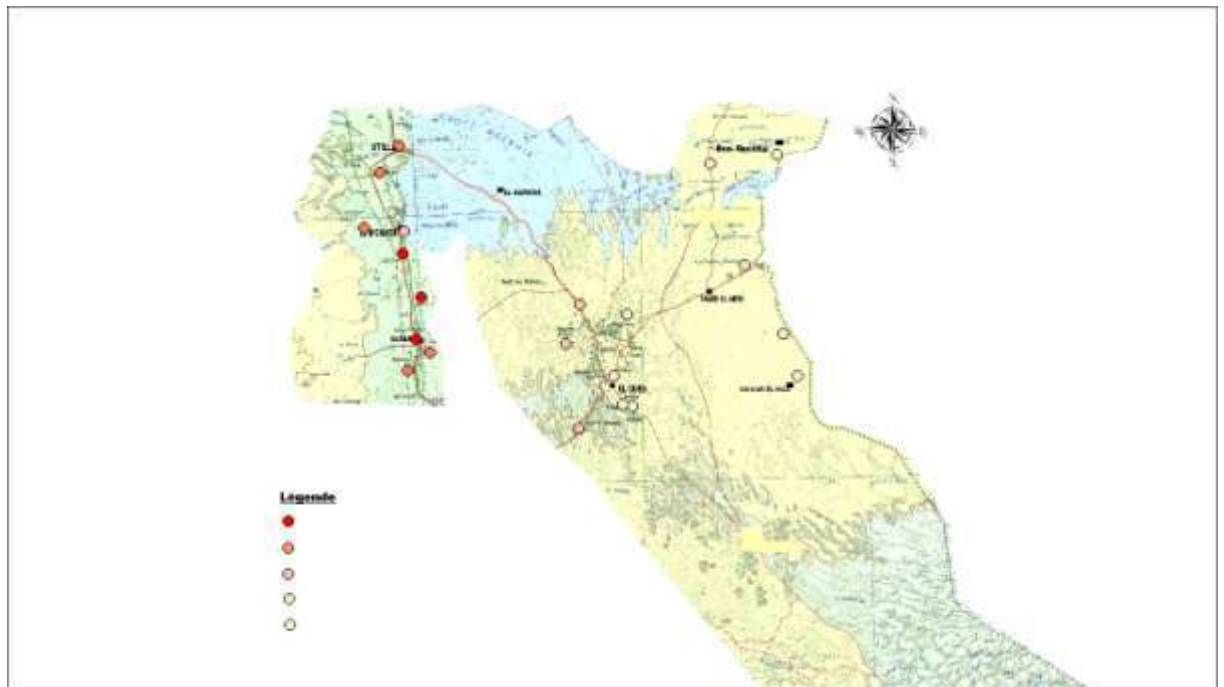
## I-Introduction:

Au cours de ce chapitre, nous nous proposons de présenter les principales données qui concernent les caractéristiques générales de notre région d'étude situation géographique .

## II-Situation géographique et caractéristiques générales de la zone d'étude:

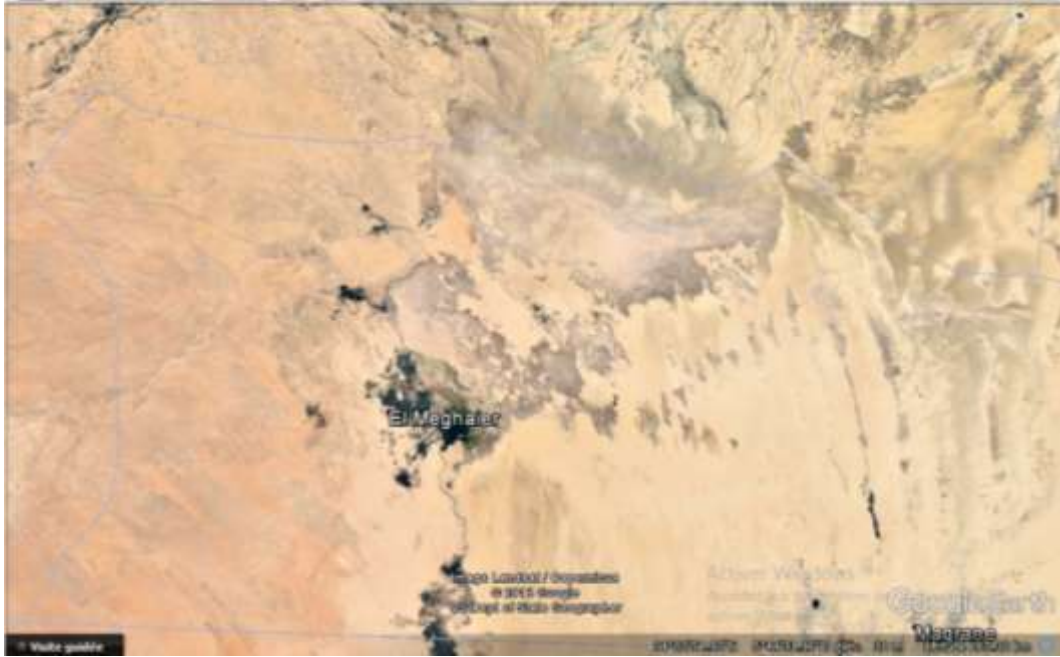
### II-1- Situation géographique:

La daïra d'El'maghaier a été rattachée administrativement à la wilaya d'Eloued dont elle est distante d'environ 168 km direction Nord – Ouest . Elle compte près de 49793 habitants.[2008]<sup>1</sup>



**Fig .1- Carte géographique de oued right nord ( El'méghier)**

La région d' El'méghaier est située entre les latitudes nord  $33^{\circ} 57'02''$  et Est  $5^{\circ} 55'27''$ . L'altitude est proche de 70 m.



**Fig.02 : Photo satellite de la région de el'méghaier**

## **II-2-Géomorphologie**

La région d'el'maghaier occupe un large forssé en forme d'arc orienté Nord –Sud ; le plus souvent dénommé oued righ , qui repose sur les formation, du Miopliocène et de l'Eocène.

## **II-3-Climat et vegetation:**

Les données de plusieurs décennies d'observation météorologique à la station Touggourt (sidi Mahdi) montrent que la région d'El'mgahier est caractérisée par un climat typiquement saharien : des précipitations faibles et aléatoires , une température élevée en été avec une humidité faible . Les études agro hydrologiques ont montré que les eaux pluie ne prennent presque aucune part dans l' irrigation des cultures.

## **II-4- Activité économique:**

Les statistiques montrent que l'agriculture des oasis occupait en 1988,36% des travailleurs dans la région de Touggourt , Djamaà et El meghaier .

Parmi les espèces cultivées, on note la variété < daglat noire > prédomine suivie par <le Ghars > et <dagla bay Les animaux (ovions , caprins et camelins) sont généralement élevés pour leurs viandes et leur lait. Dans le domaine de l'industrie il existe plusieurs petites

usines, surtout des briqueteries (8), implantées à proximité de la source de matière première, ainsi que des complexes de transformation d'hydrocarbures (transformation de plastique), fabrique d'aluminium, ainsi que des entreprises de conditionnement de dattes.

### **III - Etude géologique:**

Le rôle de la géologie est primordiale en hydrogéologie, il permet la description lithologique et stratigraphique des formations et d'identifier celles susceptibles d'être aquifères.

Dans ce chapitre, nous aborderons les aspects géologiques à différentes échelles d'étude : échelle générale de la forme saharienne, celle restreinte au bas Sahara et celle locale propre à la zone de Touggourt.

#### **III- 1- La plate forme saharienne:**

Elle est située au sud de l'Algérie alpine et appartient au Craton Nord Africain. Elle comprend un socle précambrien, sur lequel repose en discordance, une puissante couverture sédimentaire, structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins séparés par des zones hautes. On distingue d'Ouest en Est (fig.3):

- Les bassins de Tindouf et de Reggane situés sur les bordures nord et nord-est du bouclier Reguibat. La couverture sédimentaire atteindrait 8000 m dans le bassin de Tindouf et 6500 m dans celui de Reggane.
- Le bassin de Béchar, limité au nord par le Haut Atlas marocain, au sud et à l'Ouest par la chaîne d'Ougarta. Sa couverture sédimentaire atteindrait 8000 m.
- Le bassin d'Ahnet-Timimoun, limité au nord par le haut fond d'Oued Namous, à l'ouest par la chaîne d'Ougarta, au sud par le bouclier Touareg et à l'est par la dorsale d'Idjerane-Mزاب. La couverture serait en moyenne de 4000 m.
- Les bassins du Mouydir et de l'Aguemour-Oued Mya sont limités à l'Ouest par la dorsale d'Idjerane-Mزاب et à l'est par la dorsale Amguid-El Biod, comblés par une puissante série paléozoïque et méso-cénozoïque (5000m à Oued Mya).
- La synclise d'Illizi-Ghadamès est limitée à l'Ouest par la dorsale d'Amguid-El Biod 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 (1000 à 8000 m), renferment souvent des 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 un certain nombre de bassins répartis dans la province occidentale, la province orientale et la province triasique.

C'est la province triasique, qui englobe le bas Sahara, qui nous intéresse dans cette étude. Située dans la partie septentrionale de la Plate-forme Saharienne, la province triasique est un anticlinorium de direction E-W où les éléments majeurs suivants ont été individualisés:

- La voûte de Tirlhemt et le haut fond de Talemzane.
- Le système structural de Djamâa-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, aussi profondément que l'Ordovicien ou le Cambrien. Le Mésozoïque, discordant sur le Paléozoïque, est présent du Trias au Crétacé. Le Cénozoïque est représenté par une série détritique du Mio-Pliocène.

La série sédimentaire du bassin triasique dépasse 4500m d'épaisseurs dans sa partie septentrionale. Elle est caractérisée par une importante formation évaporitique .

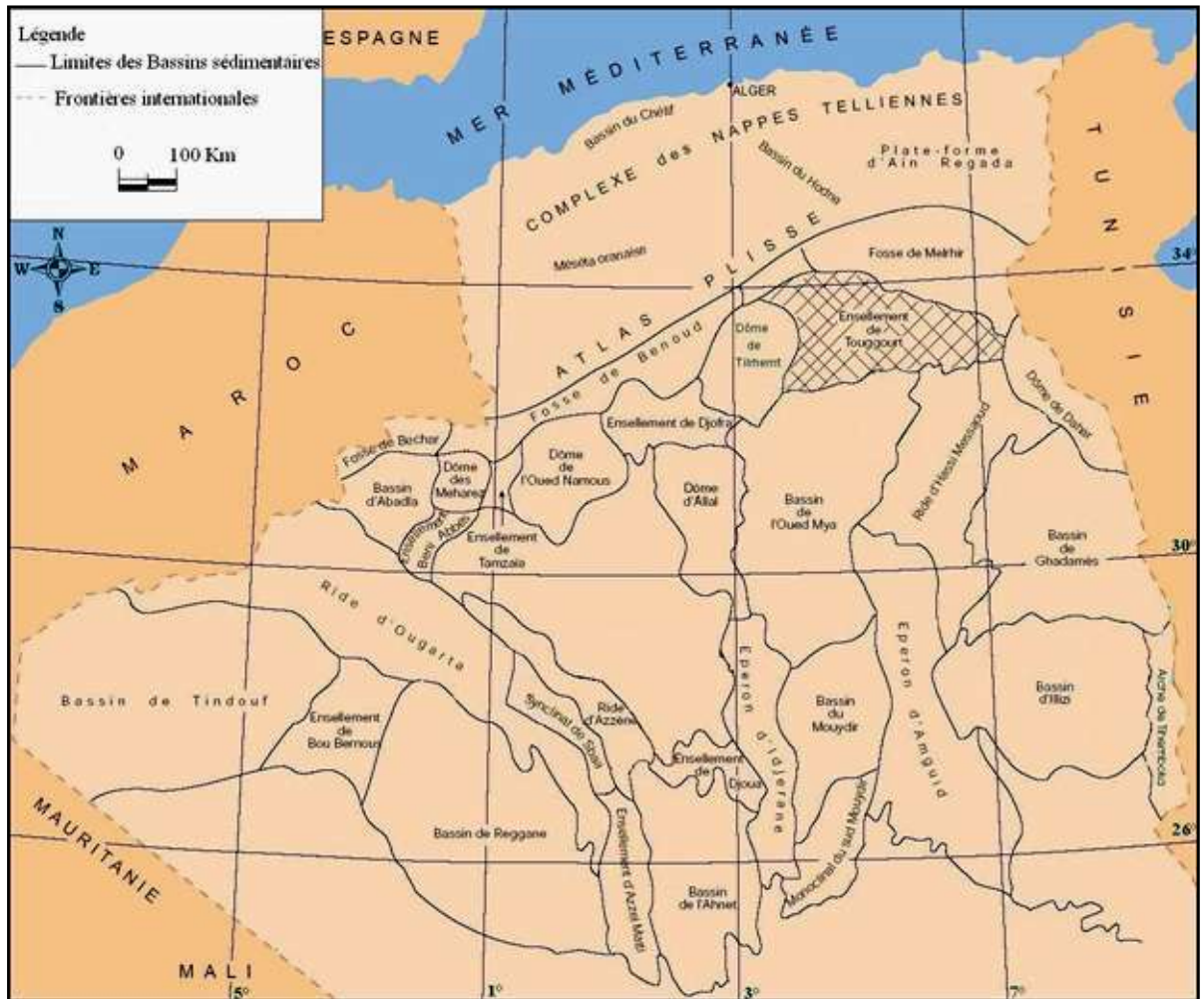


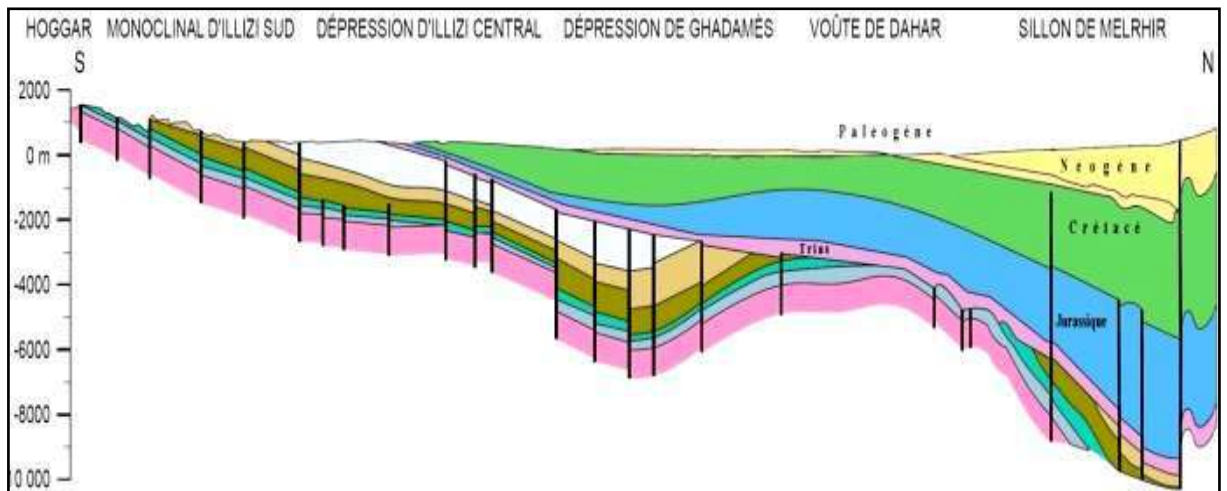
Fig.3 : Carte des bassins sédimentaires, d'après Sonatrach

## II-2 Cadre géologique régional du bas Sahara :

La région d'oued right que nous étudions fait partie du bas Sahara qui est limité :

- Au nord par l'accident sud atlasique, et les premiers contreforts des monts des Aurès,
- Au sud, par la falaise méridionale du TINHERT ;
- A l'est par les affleurements crétacés du DAHAR ;
- A l'Ouest par la dorsale du Mزاب ;

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 (fig. 24). Avec plus de 600 Km de diamètre il couvre 720 000 Km<sup>2</sup> de superficie. Il s'étend des pieds de l'Aurès au nord jusqu'au Tassilis au sud. Une grande partie du bassin est recouverte par le grand Erg oriental, soit 125 000 Km<sup>2</sup>. La région de oued right que nous étudions fait partie de l'ensemble.



**Fig.4 : Coupe géologique synthétique du Sahara oriental, d'après Sonatrach**

Le Bas-Sahara est caractérisé par l'extrême simplicité de sa topographie. 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 parcourue par les oueds Mya et Righ. Vers le nord au contraire, se dresse une haute barrière composée des monts des Ouled Naïl, des Aurès et des Nemamcha, bordant une dépression longitudinale occupée par des chotts, et dont le fond est inférieur au niveau de la mer.

Le bas -Sahara se présente ainsi comme une cuvette synclinale.

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.

### III-3- Cadre géologique local:

Pour étudier la géologie de la zone de el'méghaier, 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 ensembles

- Les terrains paléozoïques affleurent au sud, entre les plateaux du Tademaït et Tinghert et le massif du Hoggar ;
- Les terrains du Mésozoïque et 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 géophysique et les sondages pétroliers ont précisé la profondeur du socle précambrien (*FURON, 1968*), qui se situe entre 3000 et 5000 mètres. Il s'ensuit que les dépôts sédimentaires font environ 4500 mètres d'épaisseur.

Dans cette étude, nous nous intéresserons surtout à la couverture sédimentaire post Paléozoïque, qui renferme les principaux aquifères du Sahara. La série géologique renferme deux ensembles hydrogéologiques importants dénommés : Continental Intercalaire (à la base) et Complexe terminal (au sommet), présents dans tout le Sahara Nord oriental.

Les nombreux travaux d'auteurs tels que : (*J. SAVORIN 1931, R. KARPOFF 1952, A. CORNET 1961 et R. FURON 1968*) ont permis de reconstituer une série stratigraphique, aussi complète que possible.

Les formations géologiques seront décrites du plus ancien au plus récent.

### **III-3-1-Le Mésozoïque :**

#### **III-3-1-1-Le Crétacé :**

Cette époque géologique est intéressante pour deux raisons : d'une part, le Crétacé affleure sur les bords du Bas-Sahara et constitue le substratum immédiatement superposé au Paléozoïque (*KARPOFF, 1952*), d'autre part, l'étendue des affleurements crétacés est très importante en Algérie orientale.

#### **III-3-1-2-Le Néocomien :**

Se subdivise en deux séries :

##### **III-3-1-2-1-la série inférieure :**

A prédominance argileuse, elle est représentée par des argiles grises et vertes, plus ou moins pélitiques. Dans ces argiles, sont intercalées des dolomies microcristallines et cristallines.

##### **III-3-1-2-2-la série supérieure :**

On distingue deux ensembles :

- L'ensemble supérieur, constitué de dolomies et de 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 ou moins anhydritique, grises, vertes et rouges ces argiles passent à des marnes avec lits dolomitiques.

L'épaisseur du néocomien est de 350m

### **III-3-1-3-Le Barrémien :**

Son épaisseur varie de 310 à 345m. Le barrémien est constitué de 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 ou moins grossiers.

Cette épaisse série détritico-poreuse du Barrémien constitue un important aquifère.

### **III-3-1-4-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 28m à 31m.

### **III-3-1-5-L'Albien :**

Il est essentiellement constitué de grès faibles à ciment argileux et d'argiles sableux. 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 :

- Epaisseur croissante d'est en ouest,
- Teneurs élevées en éléments clastiques,
- Les teneurs en carbonates décroissantes d'est en ouest depuis les valeurs supérieures à 10% jusqu'à des valeurs proches de zéro.

L'albien se présente comme une série très épaisse.

### **III-3-1-6-Le Vraconien :**

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

**III-3-1-7-Le Cénomaniens:**

Cet étage marque, pour la première fois, depuis le paléozoïque, le retour de la mer au Sahara, jusqu'aux régions les plus lointaines. Selon KARPOFF, son faciès est partout lagunaire ou détritique, on peut alors en déduire que le Bas-Sahara, au moment de cette transgression, était partout ramené à une pénéplaine extrêmement plate.

L'immense transgression n'a pas dû se faire partout au même moment et les faciès continentaux montent plus au moins haut dans l'étage.

Le Cénomaniens est constitué par une alternance de dolomies, de calcaires dolomitiques, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites. Son épaisseur est de l'ordre de 170 mètres.

**III-3-1-8-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 calcaire et dolomitique, marneux à la base et dolomitique ou calcaire au sommet. Son épaisseur est de 70 mètres.

**III-3-1-9-Le Sénonien :**

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

- Le sénonien lagunaire, à la base,
- Le sénonien carbonaté, au-dessus.

**III-3-1-9-1-Le sénonien lagunaire:**

La limite inférieure, du sénonien lagunaire est généralement nette. En effet, les évaporites et argiles sénoniens sont aisément différenciables des calcaires et dolomies du Turonien. Le passage est beaucoup moins net entre Sénonien lagunaire et Sénonien carbonaté. *BEL* et *DEMARGNE* ont pris comme limite supérieure du Sénonien lagunaire, soit le dernier banc lorsque le passage est franc, soit le point où le pourcentage des carbonates dépasse celui des évaporites lorsque le passage se fait de façon progressive.

Du point de vue lithologique le Sénonien lagunaire est constitué par une alternance de bancs d'anhydrite, de dolomie, d'argile et de sel. Le Sénonien lagunaire est imperméable.

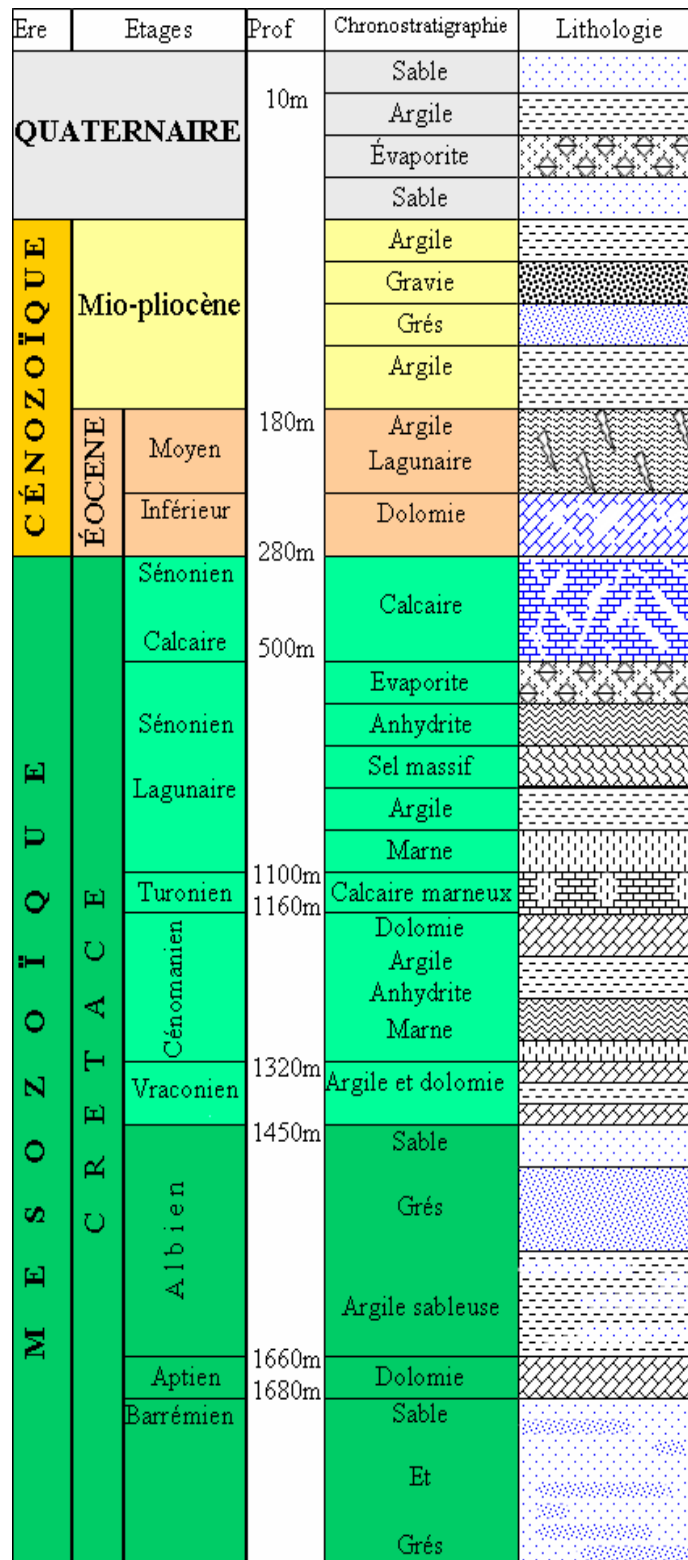


Fig.5 : Log stratigraphique synthétique de la région d'El'méghaier, (sans échelle).

Le sel n'existe que dans certaines zones, son épaisseur totale peut atteindre 140 mètres, mais l'épaisseur maximum d'un banc ne dépasse pas 10 mètres. De plus, les bancs de sel se présentent toujours à la base du Sénonien lagunaire.

Au point de vue hydraulique, ce niveau jouera le rôle d'imperméable de base, son épaisseur est de l'ordre de 270 mètres.

### **III-3-1-9-2-LE Sénonien Carbonaté :**

Le sénonien supérieur est carbonaté: il est essentiellement constitué de dolomies et de calcaires ou a microfissures avec des intercalations de marnes d'argiles et plus rarement d'anhydrite.

La limite entre Sénonien lagunaire et Sénonien carbonaté n'est pas toujours bien nette. La limite supérieure du Sénonien carbonaté est encore plus floue. En effet, il y a pratiquement continuité de point de vue lithologique entre le Sénonien et l'Eocène carbonaté. Les deux niveaux étant formés de calcaires de même nature. Seule la présence de nummulites permet d'identifier l'Eocène.

Le Sénonien carbonaté est essentiellement formé de dolomies et de calcaires dolomitiques, avec des intercalations de marnes et d'argiles, plus rarement d'anhydrite. Son épaisseur dépasse parfois 200 mètres.

### **III-3-2-Le Cénozoïque :**

#### **III-3-2-1-L'Eocène :**

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

- L'Eocène carbonaté à la base ;
- L'Eocène évaporitique au-dessus;

#### **III-3-2-1-1-L'Éocène inférieur (carbonaté) :**

Il est composé de bancs de dolomies, de calcaires dolomitiques de calcaires à nummulites et à rognons silex. Avant la fin de l'Eocène carbonaté, la mer quitte définitivement le Sahara, qui ne connaîtra plus qu'un régime continental, souvent désertique et ce jusqu'à nos jours.

#### **III-3-2-1-2-L'Éocène 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.

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

### III-3-2-2-Le Mio-Pliocène :

Le Mio-pliocène correspond au Continental Terminal de *C. KILIAN, 1933*. C'est un puissant ensemble de sables et d'argiles qui s'étend sur tout le Sahara et qui repose en discordance, indifféremment sur le primaire, le C.I., le Cénomaniens, le Turonien, le Sénonien ou l'Eocène.

*BEL* et *DEMARGNE* distinguent de bas en haut quatre niveaux dans ces dépôts lenticulaires :

- **Niveau 1 :**

Argileux, peu épais, il existe uniquement dans la zone centrale du Sahara oriental. Avec l'Eocène évaporitique, ces argiles de la base du Mio-Pliocène constituent une barrière très peu perméable entre la nappe du Sénonien l'Eocène carbonaté et celle des sables du niveau 2.

- **Niveau 2 :**

Grésosableux, c'est le niveau le plus épais et le plus constant. A sa base on trouve parfois des graviers, alors que le sommet se charge progressivement en argiles pour passer au niveau 3. Le niveau 2 est le principal horizon aquifère du Mio-Pliocène.

- **Niveau 3 :**

C'est une formation argilo-sableuse dont les limites inférieures et supérieures sont assez mal définies. La couche n'existe que dans certaines zones.

- **Niveau 4 :**

C'est le deuxième niveau sableux du Mio-Pliocène, parfois en continuité avec le niveau 2. Le sommet du niveau 4 affleurant sur de grandes surfaces et souvent constitué par une croûte de calcaires gréseux (croûte Hamadienne). L'épaisseur de cet horizon est de l'ordre de 300 mètres.

**III-3-3-Le Quaternaire :**

Le Quaternaire est constitué de sables éoliens, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Ces sables forment d'énormes accumulations dans le grand Erg oriental. C'est à ce niveau que l'on rencontre la nappe superficielle qui est alimentée principalement par l'infiltration des eaux déficitaires lors d'irrigation. Son épaisseur est variable et peut atteindre localement une dizaine de mètres.

**III-4-Tectonique générale :**

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

La chaîne des Maghrébides qui a subi plusieurs phases orogéniques au Tertiaire, va avoir des contrecoups sur la plate-forme saharienne :

- Les mouvements de l'Eocène moyen à supérieur, sont bien nets, la phase du Miocène inférieur qui succède et donne naissance au Tell et aux AURES ;
- Enfin la phase plio-quaternaire qui s'insère avec les précédentes dans la phase alpine ; d'où l'apparition des fractures de direction est-ouest, forment la surrection du massif des AURES et l'affaissement de la partie sud « sillon sud AURESIEN », ces fractures régissent l'écoulement des eaux souterraines d'où la naissance des chotts tels que chott MEROUANE et chott MEGHIER. la flexure sud atlasique de direction est-ouest qui sépare deux domaines distincts, c'est aussi qu'on peut avoir au nord des points culminant « mont des AURES » et au sud les points les plus affaissés

Nous présentons un tableau récapitulatif des étapes probables de la tectonique dans le Sahara algérien données par R. KARPOFF en 1952 :

**Tab1. : Les étapes probables de la tectonique dans le Sahara algérien, Karpoff, 1952**

GE	STYLE
1- Antécambrien	Plis très aigus, failles.
2- Paléozoïque.	Mouvements amples d'axe Est-Ouest Formation de chaînes orientées N-S, NNE-SSW ou NW-SE sur des axes antécambriens.
3- Post-éocène et anté-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 genou de l'Aurès d'axe E-W.
6- Fin du 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- Néolithique.	Mouvements de grande amplitude à plis faibles et localisés.

**III-4-1-Néotectonique :**

Une hypothèse récente met en évidence trois phases dans l'évolution du relief du bas Sahara durant le Quaternaire :

Un affaissement brusque du centre de la cuvette (région actuelle des chotts). Les cours d'eau venant de l'Ouest et du Sud entaillant de larges et profondes vallées dans la couverture Mio-pliocène.

L'Oued Righ et Oued Igharghar formaient probablement alors un seul grand Oued avec Oued M'ya comme affluent.

Un comblement partiel de la région effondrée et des vallées qui l'entaillent et l'exhaussement local du sel à la suite duquel l'oued Righ se sépare de l'oued Igharghar.

Un affaissement lent de la région des grands chotts et comblement de la vallée de l'Oued Righ à la suite d'importants apports pluviaux et éoliens. Ces apports finiront par ennoyer l'Oued.

Le Cénomaniens est caractérisé par la grande transgression qui ramène le retour du milieu marin tantôt franc, tantôt lagunaire (le Turonien supérieur et le Sénonien inférieur paraissent régressifs).

### III-5-Paléogéographie :

Les caractéristiques paléogéographiques du Sahara oriental, du Mésozoïque à l'actuel sont :

- L'existence d'une plate forme très régulière sur laquelle toute variation du niveau de la mer, provoque des changements remarquables dans la sédimentation ;
- L'existence d'une mer peu profonde à partir de laquelle se produisent plusieurs transgressions dont les plus importantes a celles du Cénomaniens et du Sénonien supérieur ;
- La régression définitive de la mer à la fin de l'Eocène qui s'accompagne de l'érosion d'une partie des calcaires de l'Eocène et du régime continental qui a remplacé le régime marin.

Cette reconstitution paléogéographique, est tirée des travaux de *F. BEL* et *F. DEMARGNE* (1966), elle s'applique à l'ensemble du Bas Sahara.

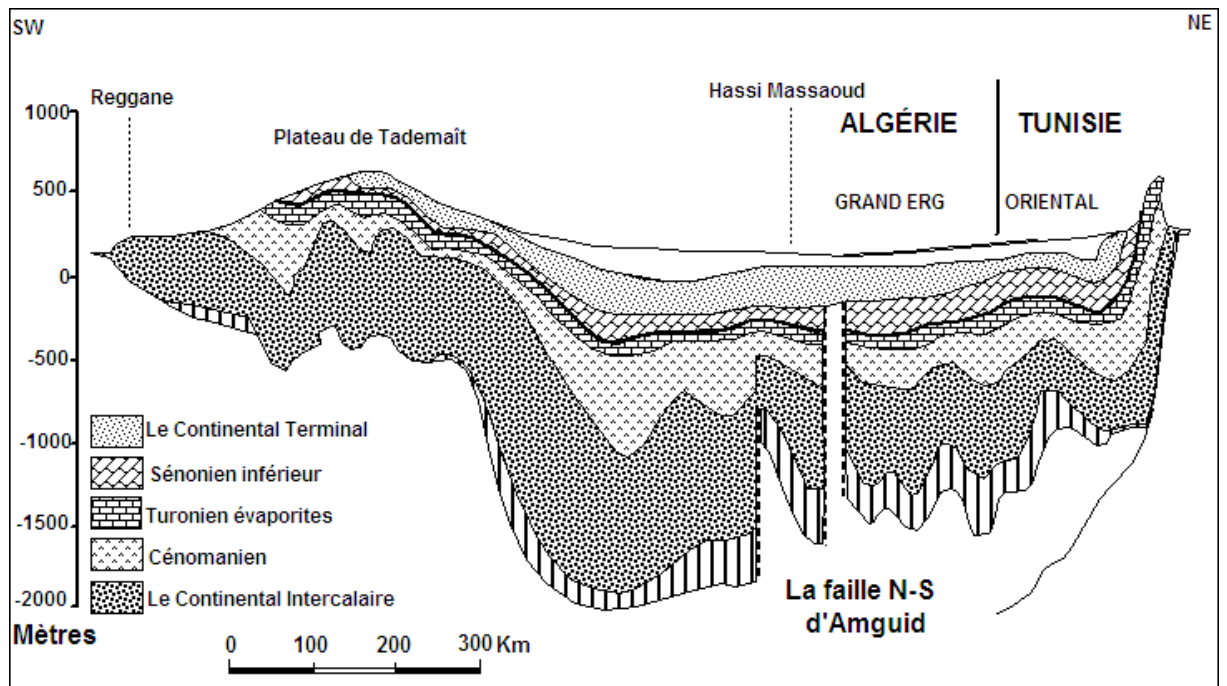
Durant la première moitié du secondaire, la sédimentation dans la région d'El' meghaier et dans tout le Sahara oriental a été de type continental et lagunaire. En effet, du Trias à l'Albien, se sont déposés des argiles et des sables d'origine éolienne ou fluviatile et des évaporites d'origine lagunaire. On note cependant, quelques incursions marines, en particulier en Jurassique et à l'Aptien.

Durant la seconde moitié du secondaire, d'autres phénomènes se sont succédés :

- Au Cénomaniens les calcaires marins viennent se déposer en transgression sur les grès continentaux albiens. Ces calcaires qui s'intercalent avec les argiles et des évaporites traduisent un régime marin peu profond, évoluant vers un régime lagunaire responsable du dépôt des évaporites et des argiles gypsifères.
- Au Turonien, le régime marin s'est stabilisé, permettant le dépôt d'une série calcaire homogène, atteignant parfois plus de 100 mètres dans le Sahara oriental. La stabilisation du régime marin durant le Turonien n'est que temporaire.
- En effet, dès le début du Sénonien dans Touggourt se dépose en alternance de l'anhydrite, des argiles, des dolomies ainsi que quelques bancs calcaires. Le

dépôt parfois d'un banc de sel massif à la base dans le bas Sahara témoigne particulièrement du régime lagunaire qui s'était installé sur le Sahara oriental.

- Au Sénonien supérieur, le régime marin réapparaît une nouvelle fois déposant ainsi la seconde série calcaire. Cette transgression Sénonienne semble moins importante que celle du Turonien. En effet, on note la présence de petites intercalations d'évaporites dans les calcaires Sénoniens, ce qui n'est pas le cas des dépôts turoniens.
- Au début de l'Eocène inférieur, la mer recouvre toujours le Sahara oriental, c'est le dépôt des calcaires à Nummulites.
- Durant l'Eocène moyen et supérieur, les sédiments marins de l'Eocène inférieur sont peu à peu remplacés par des dépôts lagunaires où alternent les argiles, les évaporites et les calcaires. La faible extension de ce golfe marin localisé dans le bas Sahara marque les dernières manifestations de la mer saharienne dont la disparition définitive se situe vers la fin de l'Eocène.
- A la fin de l'Eocène, le Sahara oriental se présente sous l'aspect d'une plate forme calcaire émergée qui sera exposée à l'érosion durant tout l'Oligocène.
- Au Mio-pliocène, suite à l'épiorogénèse alpine, des sédiments argileux et sableux continentaux se déposent sur l'ensemble du Sahara oriental. Cette sédimentation continentale se poursuit durant le Quaternaire. C'est donc aux époques Tertiaires et Quaternaire que le Sahara oriental a pris la configuration que nous lui connaissons aujourd'hui.



**Fig6: Cette Coupe géologique du Sahara septentrional d'après UNESCO1972.**

## VI-conclusion:

La région de oued righ nord dans le Sahara Algérien septentrionale se présente comme un vaste collecteur drainant les eaux d'origine diverse et lointaines, elle possède comme exutoire le chott Marouane. Elle est caractérisée par un climat hyperaride, marqué par de fortes températures estivales et de faibles précipitations annuelles.

La principale activité est la culture du palmier dattier, mais il y a aussi l'artisanat, le tourisme et une petite industrie basée sur la transformation des dérivés d'hydrocarbures.

Dans cette région, le manque d'eau ne se pose pas en revanche, les rejets d'eaux domestiques et les surplus de l'irrigation posent d'énormes problèmes.

***Chapitre II***  
***Etude climatologique et***  
***hydrogéologique***

## I- Introduction :

Le climat affecte une bonne partie des activités humaines telle que la production agricole , la production et la consommation d'énergie .

l'objet de ce chapitre est l'étude des paramètres hydro climatologie mesurés depuis une dizaine d'années (2004-2014) à la station de Touggourt dont les coordonnées sont :

La latitude :32°54'N ;

La longitude : 05°20'E ;

l'altitude : 70m ;

On étudié les paramètres climatique tels que les précipitation, les températures et l'évaporation ..

## II-Etude climatologique :

### II-1- Etude des précipitations :

Dans les région sahariennes les pluies sont rares et aléatoires ;la vallée subit l'influence D'un gradient pluviométrique décroissant ,

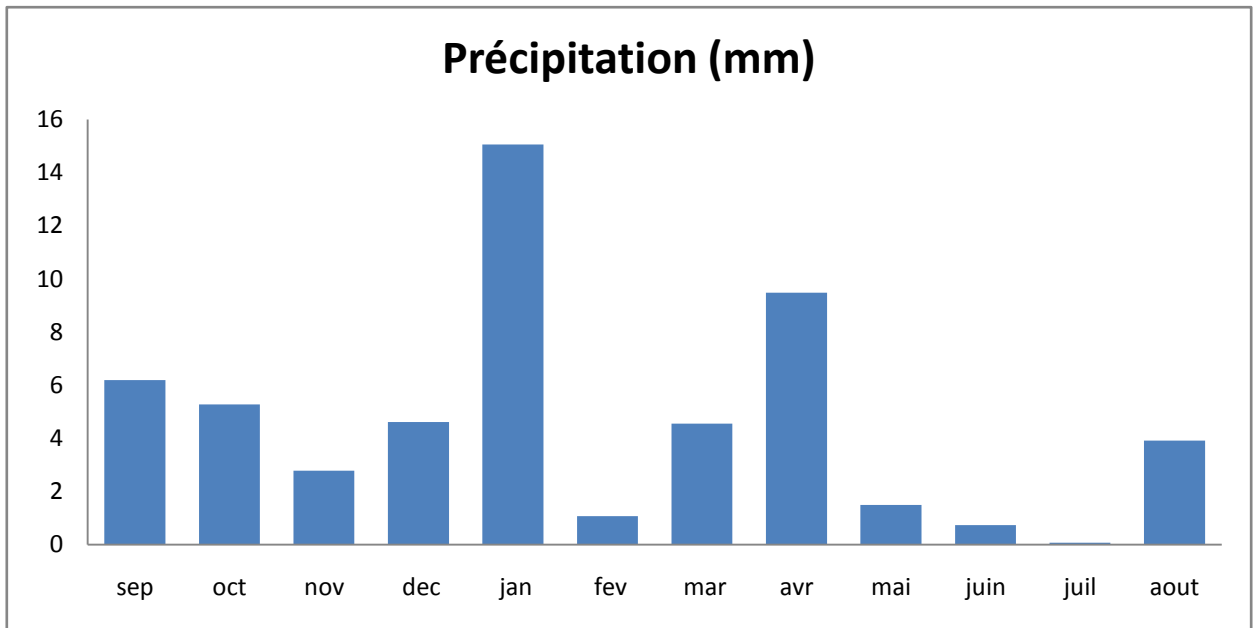
#### II-1- 1-précipitations moyennes mensuelles :

Dans le tableau ci-dessous il s'agit des données des précipitation moyennes mensuelle Observation durant la période 2004-2014 Source (ANRH Touggourt)

**Tab.02 : précipitations moyennes mensuelle interannuelle période (2004-2014)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fiv	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Moy
Précipitation (mm)	6,19	5,28	2,78	4 ,61	15,06	1,07	4,56	9,48	1,5	0,73	0,07	3,91	4,60





**Fig .7 :Histogramme des précipitation moyennes mensuelles à la station de touggourt durant la période(2004-2014)**

D'après histogramme des précipitation moyenne mensuelle , on remarque que le mois le plus pluvieux est le mois de Janvier de (15,06mm) et le mois de Juillet est le plus sec de (0,070mm).

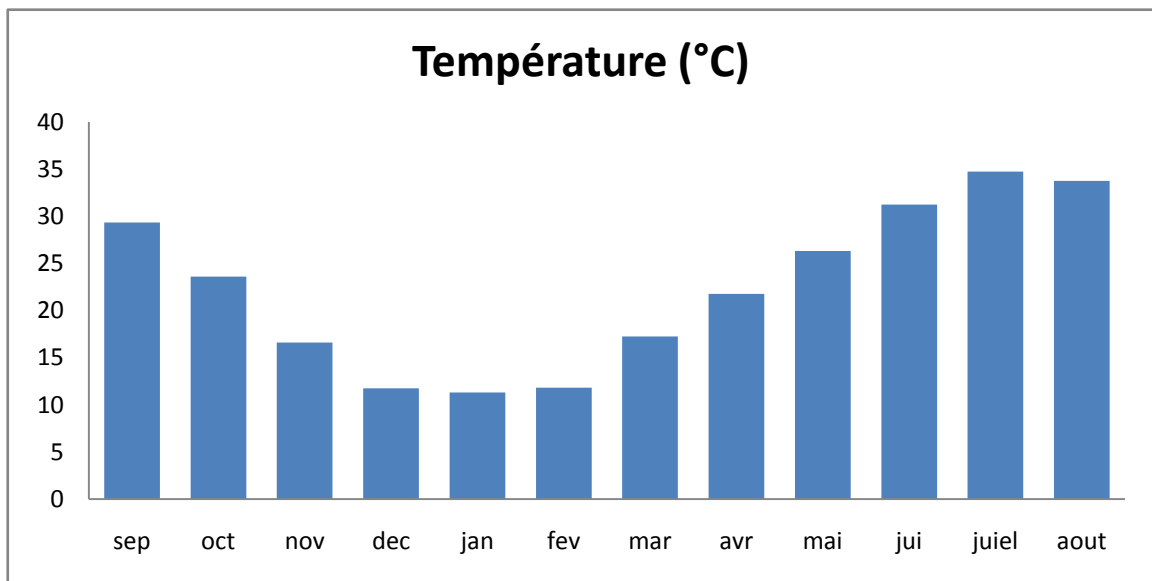
## **II- 2-Les températures :**

L'étude hydro climatologique d'une région comporte l'analyse de son bilan thermique . la température est définie comme l'état atmosphérique de l'air ; elle varie selon les altitudes et la latitude de chaque région .

Des températures moyennes mensuelles ,durant la période (2004-2014) sont représentée graphiquement par la fig8

**Tab.03 : températures moyennes mensuelle , interannuelles de l'air période (2004-2014) Source (ANRH Touggourt)**

Mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fiv	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Tempe(c°)	29,35	23,6	16,6	11,75	11,3	11,8	17,25	21,75	26,3	31,25	33,75



**Fig8 : Histogramme des températures moyennes mensuelles ,interannuelle période(2004-2014)**  
D'après le graphe, les valeurs mensuelle de la température varient une certaine régularité pendant l'année , avec un maximum en mois de Juillet avec (35,75°C) et un minimum au mois de janvier de (11,3°C)

### II-3- Synthèse climatique de la région :

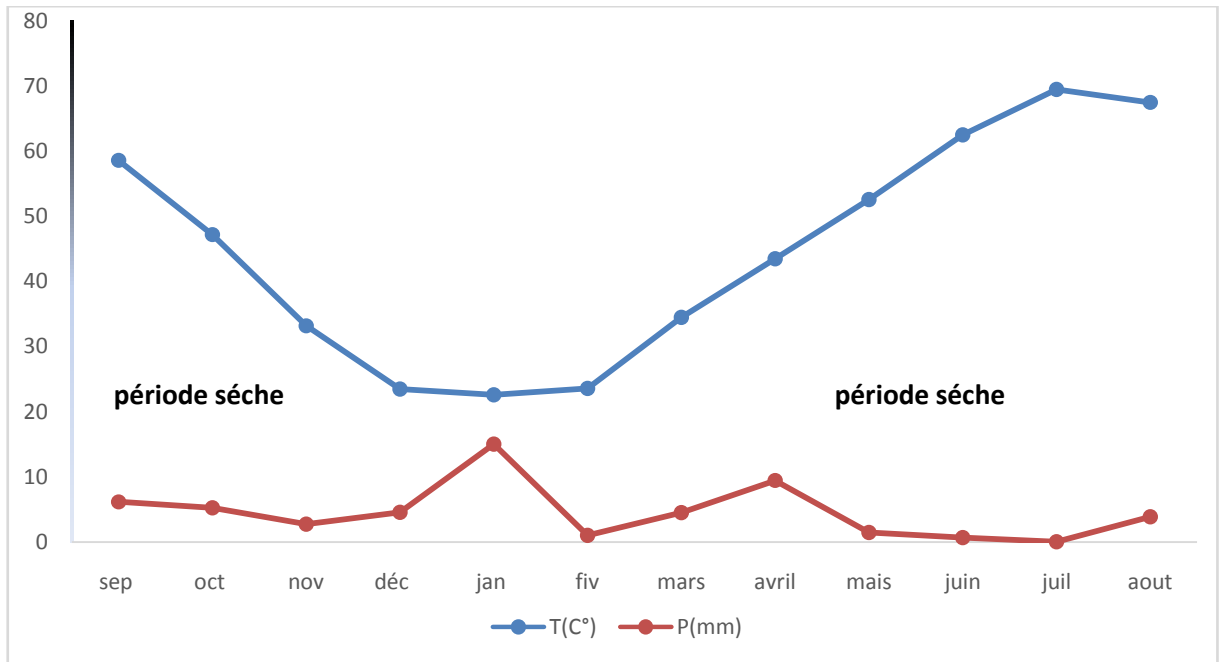
#### II-3-1- Diagramme Ombo- thermique :

Ce diagramme est établi par Gaussen et Bablou dans le but de déterminer les périodes sèches et la humide à partir de deux paramètres : la température et la précipitation.

Si les précipitations moyennes, mensuelles ,d'un mois sont inférieures ou égale au double de température moyenne de même mois ( $p \leq 2T$ ) ; la période est dite sèche.

**Tab4 : Température moyenne mensuelles , interannuelles périodes (2004-2014) Source (ANRH Touggourt)**

Mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fiv	Mra	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Temp(c°)	29,35	23,6	16,6	11,75	11,3	11,8		17,25	21,75	26,3	31,25	33,75
P(mm)	6,19	5,28	2,78	4,61	15,06	1,07	4,56	9,48	9,48	0,73	0,07	3,91



**Fig 9: diagramme OMBROTHERMIQUE de GAUSSEN (2004-2014)**

A partir de cette courbe ,on constate que l’année hydrologique de la région d’étude est désertique (période sèche) . elle est caractéristique par une faible précipitation une température très élevé.

**.II-2-facteur climatique :**

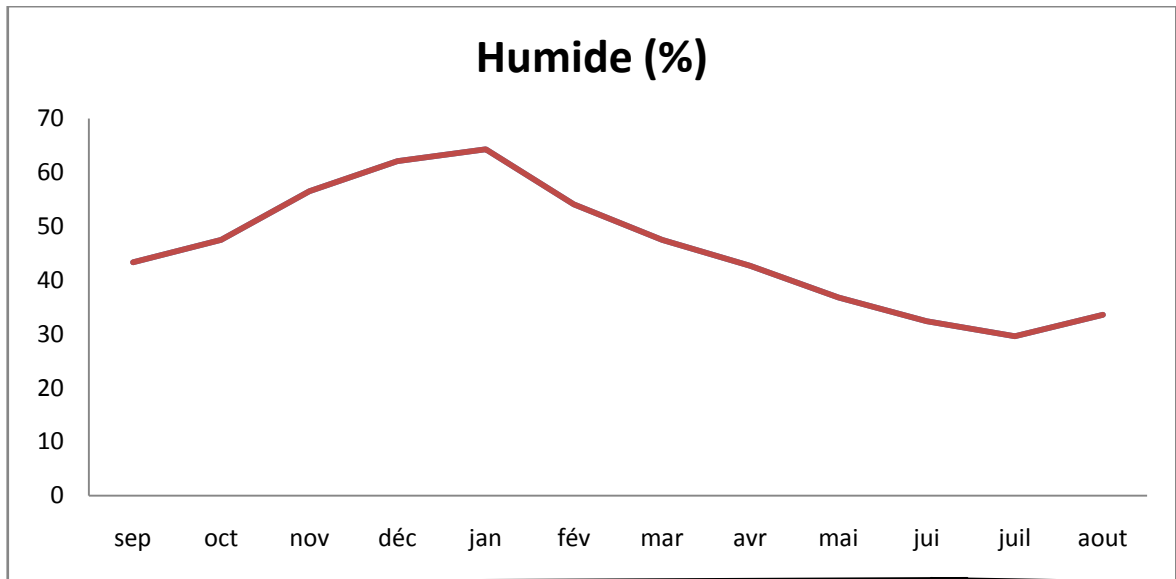
**II-2-1- l’humide du l’air :**

Le tableau ci- dessous donne les valeurs relatives moyenne durant la période (2004-2014) à la station de touggourt .

Les valeur de l’humide relative de la station de touggourt sont relativement homogènes

**Tab .5: humidité relative moyenne mensuellede l’air à lastation de touggourt en(2004-2014) Source (ANRH Touggourt)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Moy
H%	43,3	47,5	56,5	62,1	64,3	54,1	47,5	42,7	36,8	32,4	29,6	33,6	49,29



**Fig 10. humidité relative de l'air en %(2004-2014)**

D'après ces valeurs on remarque que le mois « humide » ( $h > \text{moy } 49,29\%$ ) sont : janvier (le plus humide), février, novembre et décembre, et le mois « sec » ( $h < \text{moy } 49,29\%$ ) sont le reste de l'année et que le mois d'Aout est le plus sec de toute l'année.

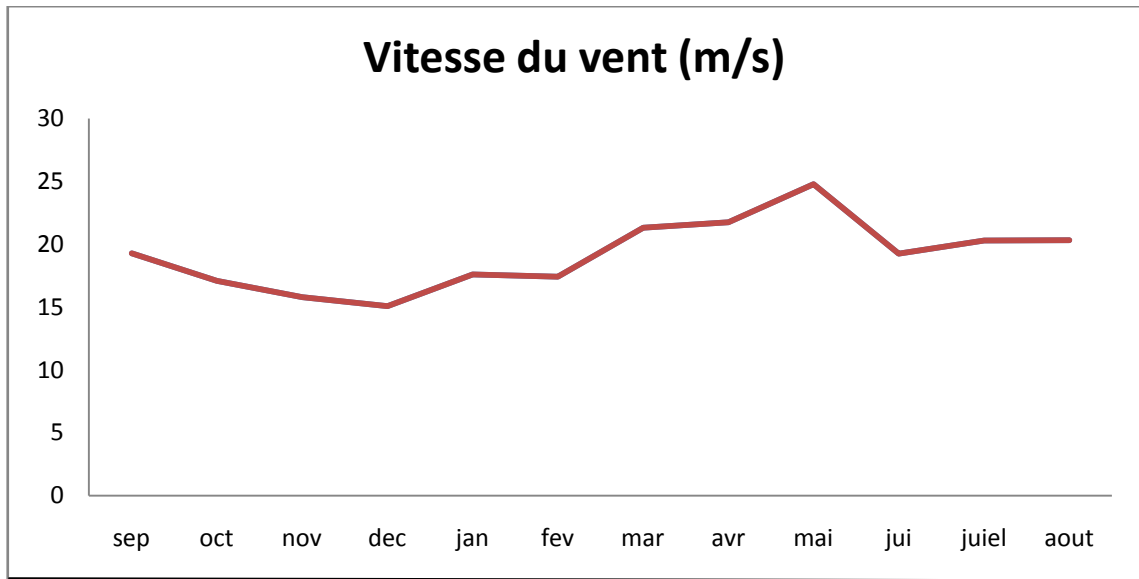
#### II-2-2- les vents :

D'après le tableau ci-dessous, le maximum de vent est enregistré au mois de mai avec une vitesse de 27,77m/s et le minimum décembre avec une vitesse de 15,08m/s, ces vents soufflent suivant des directions différentes, provoquent des déplacements de sable.

**Tab6 . les vitesses de vent moyennes mensuelles interannuelles en (m/s) période (2004-2014)**

Source (ANRH Touggourt)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Vent (m/s)	19,27	17,08	15,8	15,08	17,6	17,41	21,3	21,75	24,77	19,25	20,3	20,33



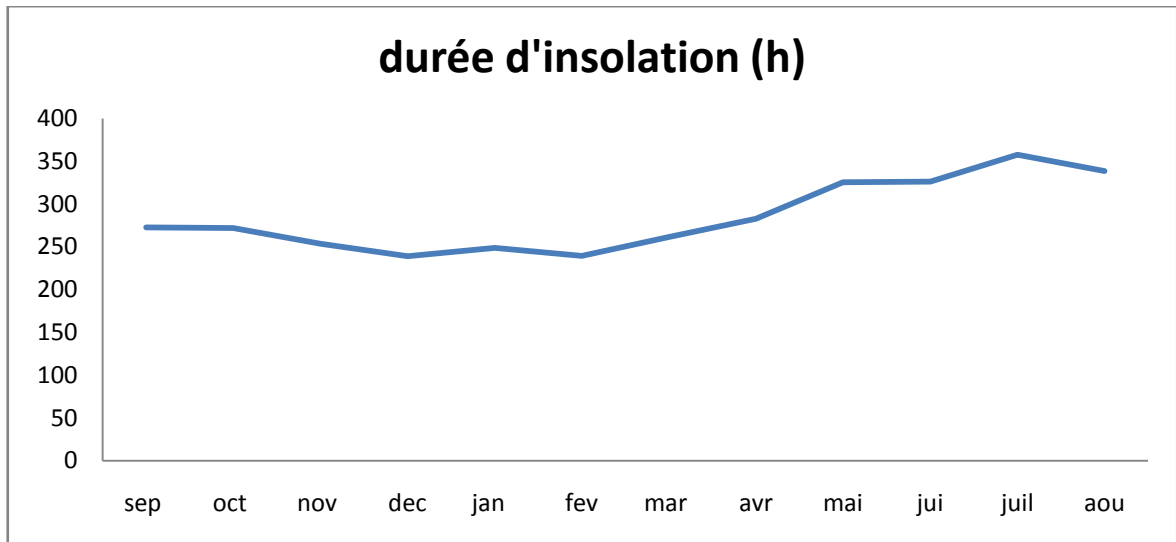
**Fig11: la vitesse dU vent en( m/s) moyenne mensuelle interannuelle période (2004-2014)**

**II-2-3- La durée d’insolation :**

La durée d’insolation traduit la duree du rayonnement solaire , elle est exprimée en heure .elle varie en fonction de l’altitude qui détermine la longueur des jours et le degré d’obliquité des rayons solaires.

**Tab 7 : La durée d’insolation moyenne mensuelle intreannuelle en heur période (2004-2014) source (ANRH Touggourt)**

Mois	Sep	Oct.	Nov	Déc	Jan	Fiv	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil.	Aout
Durée D’isolation (h)	272,6	272	253,4	238,9	248,5	261,5	282,7	325,4	325,4	325,9	357,9	338,3



**Fig 12: la durée d'insolation moyenne mensuelle interannuelle en heure période (2004-2014)**

### II -3-le bilan hydrique :

On peut schématiser le phénomène continu du cycle de l'eau en trois phases :

- Les précipitations.
- Le ruissellement de surface et l'écoulement souterrain.

L'évaporation.

L'évaporation. L'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une équation appelée –hydrologique- qui et le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps. Le temporel introduit la notion de l'année hydrologique. Au niveau de l'espace, il est l'usage de travailler à l'échelle d'un bassin versant. L'équation du bilan hydrique se fonde sur l'équation de continuité et peut s'exprime comme suit, pour une période et un bassin donnés :

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

- P : Précipitation (liquide et solide) moyenne annuelle (mm)
- ETR : Evapotranspiration réelle moyenne annuelle (mm)
- R : Ruissellement moyen annuel de surface et écoulements souterrains (mm)
- I : Infiltration moyenne annuelle (mm)

**II-3-1-calcul de l'évapotranspiration potentielle et réelle par la formule de Thornthwait :**

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est la quantité d'eau pouvant être restituée à l'atmosphère par transpiration des êtres vivants et évaporation du sol et des surfaces d'eaux libres. Si celui-ci contient en permanence la quantité d'eau suffisante, alors que l'évapotranspiration réelle (ETR) correspond à la quantité d'eau effectivement transpirée.

**II-3-1-1-Evapotranspiration potentielle « ETP » :**

On utilise la méthode de C.W Thornthwait pour le calcul de l'évapotranspiration Potentielle (ETP). Selon cette méthode, l'estimation de l'ETP s'effectue à l'aide d'une Formule empirique permettant de calculer le pouvoir évaporant (en mm) pour chaque mois.

$$ETP = 16 \left( \frac{10}{I} \right)^{ak}$$

Avec :  $a = 1,6/I + 0,5$

D'où :

ETP : l'évapotranspiration potentielle en °C .

T : température moyenne mensuelle en mm

I : somme des indices thermiques mensuels  $i : \sum_1^{12} i$  avec  $i = (T/5)^{1,5}$

K : facteur de correction mensuelle, de la durée de la journée ,

A : exposant climatique :  $a = 0,016 + 0,5$  ; donc  $a = 2,62768$

**II-3-1-2-les réserves facilement utilisables(RFU) :**

Elle présente la quantité d'eau emmagasinée dans le sol, son degré de saturation dépend de plusieurs facteurs :

- La nature, la composition lithologique et l'épaisseur de la couche superficielle (sol).
- La profondeur de niveau piézométrique de la nappe aquifère.
- Le climat de la région.
- Le type des couvertures végétales

**II- 3-1-3- Excédent : (EXD)**

Si  $p > ETP$ , alors :  $ETR = ETP$

Il reste un excédent (P-ETP) qui est affecté en premier lieu à la RFU, et, si la RFU est complet, à l'écoulement, EXD en (mm) .

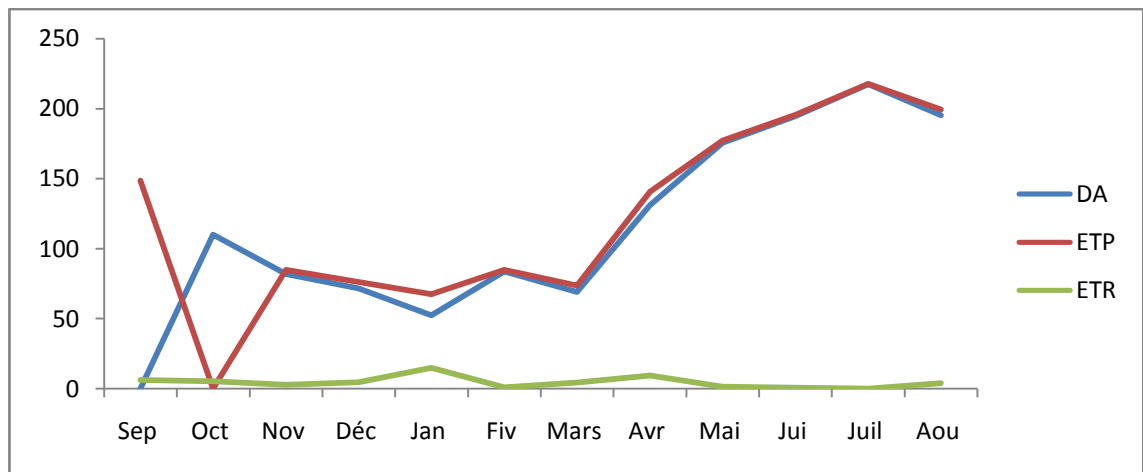
**II-3-1-4- Déficit agricole :(DA)**

Représentation le déficit agricole, c'est -à- dire sensiblement la quantité qu'il faudrait apporter aux plantes pour qu'elle ne souffrent pas d'un manque d'eau .

DA=ETP-ETR(mm) les résultat sur le tableau suivant :

**Tab 8 : Billan hydrique de la station de Touggourt(2004-2014) par la méthode de THORNTWAITE :**

mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fiv	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Totaux
P(m)	6,19	5,28	2,78	4,61	15,06	1,07	4,56	9,48	1,5	0,73	0,07	3,91	4,60
T(c)°	29,35	23,6	16,6	11,75	11,3	11,8	17,25	21,75	26,3	31,25	34,75	33,75	22,45
I	14,22	10,25	6,04	3,6	3,39	3,62	6,4	9,07	12,06	15,62	18,32	17,53	-
K	1,05	0,91	0,75	0,70	0,73	0,78	1,02	1,15	1,32	1,33	1,33	1,24	-
ETP	148,55	115,39	84,76	76,16	67,43	84,81	73,61	140,57	177,14	195,36	217,57	199,27	1580,62
RFU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
ETR	6,19	5,28	2,78	4,61	15,06	1,07	4,56	9,48	1,5	0,73	0,07	3,91	4,6
EXD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
DA	124,36	110,11	81,98	71,55	52,37	83,74	69,05	131,09	175,64	194,63	217,5	195,36	-



**Fig. 13: Représentation graphique de la variation de ETP , ETR ,DA**

### III-Etude hydrogéologique :

La zone étudiée appartient au Bas Sahara. Cet 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 :



- Continental Intercalaire.
- Complexe Terminal.

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

### III-1- Hydrogéologie régionale :

Le bassin sédimentaire du Sahara septentrional constitue un vaste bassin hydrogéologique d'une superficie de 780000 km<sup>2</sup>. 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.

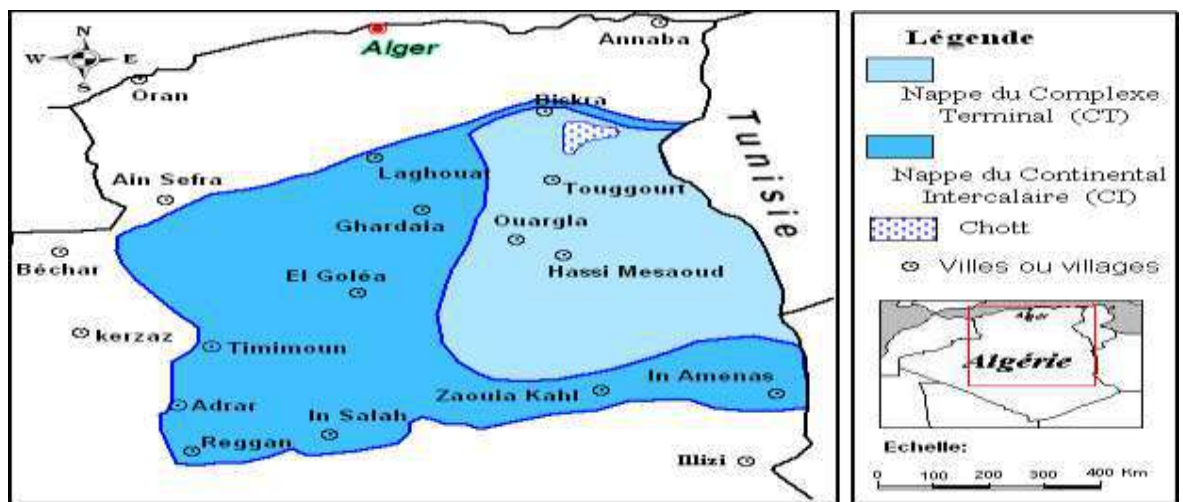


Fig.14: Carte trop étirée (revoir la notion de nappe Algérie)

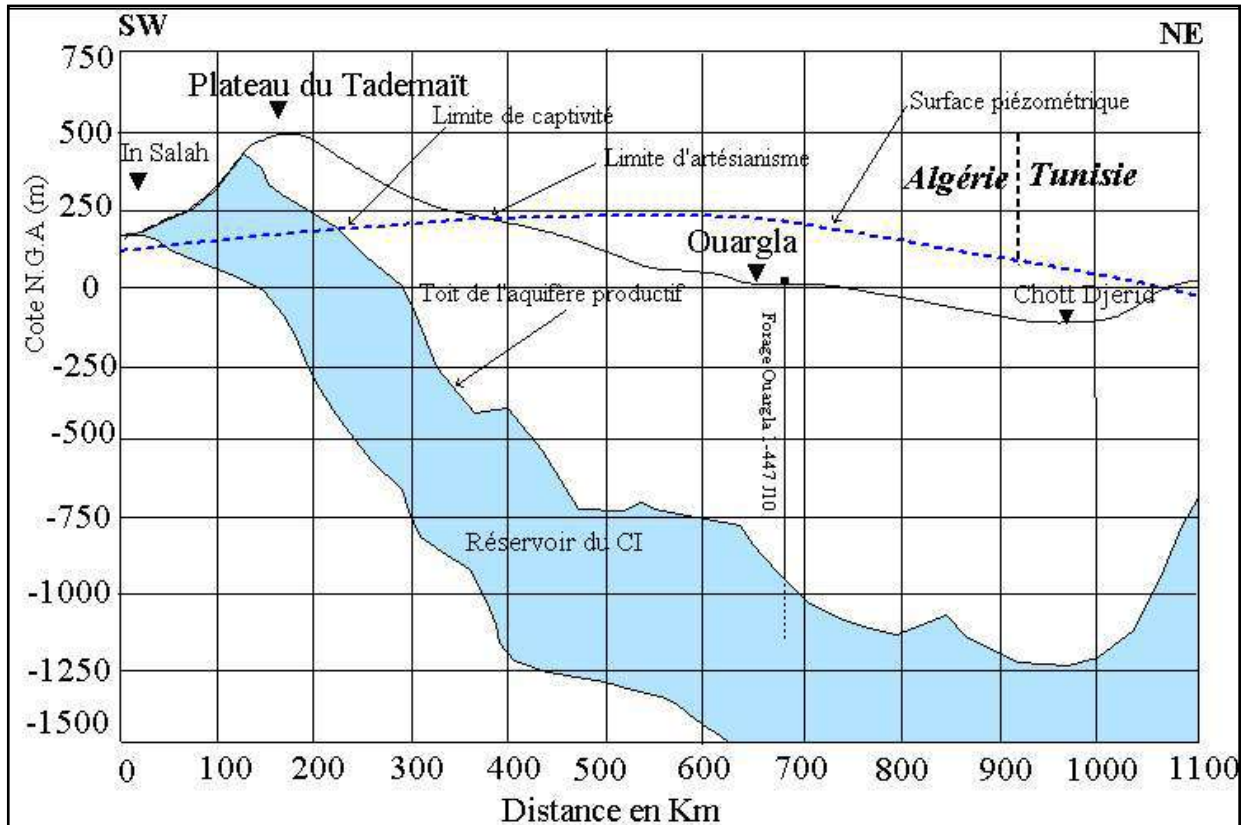
#### III-1-1- Le Continentale Intercalaire :

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 km<sup>2</sup>**. Elle stock un volume d'eau considérable, estimé à **3.5x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>** environ. Cette nappe est plus connue sous la dénomination «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)

### III-1-1-1- 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 ;



**Fig.15 : Coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique du CI.**

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

A la périphérie, le Continental 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 Continental 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 »].

### III-1-1-2-Le Toit du réservoir :

Le toit du **CI** débute presque toujours au toit de Albien **plus 2000m** par rapport au sol. Le mur du **CI** coïncide avec la discordance hercynienne sous les plateaux du Tadmait et du Tihert. 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 .A l'Est,

le toit plonge progressivement sous d'épais terrains, jusqu'à atteindre son maximum de profondeur dans la dépression de l'Oued Right.

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

### III-1-1-3-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 m<sup>3</sup>/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, est évalué à **3.5X10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>**, ce qui signifie qu'il faudrait un débit continu de **1000m<sup>3</sup>/s** pendant **1000 ans** pour le remplir.

### III-1-1-4-Les exutoires :

La pente générale de la nappe porte à chercher ses exutoires, les plus importants sont :

#### ➤ Les foggaras :

- Il s'agit de longues galeries drainant fonctionnant sous un faible rabattement et qui peut atteindre plusieurs km de long
- La topographie locale permet l'écoulement libre de l'eau vers les points bas .

#### ➤ Les forages :⊗(Les puits artésiens)

- L'exploitation des nappes artésiennes remonte à une époque assez reculée. Un certain nombre de puits profonds 30à40 où l'eau commence à jaillir (CORNET,1960) lorsqu'on atteint le toit de la nappe captive .
- Il y a quelques ouvrages où les parois s'éboulaient, et les eaux se perdaient peu à peu dans les couches supérieures poreuses et dans la nappe phréatique ; les

puits étaient alors abandonnés certains d'entre eux se transformé en petit lacs ou les eaux se salent et s'évaporent .

- L'importance de l'artésianisme qui représente à peu près 1 moitié du débit actuellement produit par les forage.

➤ **Les sebkhas :** vastes étendues humides et salines, surfaces évaporantes dont le débit total n'est pas négligeable.

- Une partie des sebkhas du Tidikelt et ,Touat et Gourara est généralement alimentée par les eaux résiduelles de drainage des palmeraies

### III-1-1-5-Epaisseur 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 ou elles sont comprises entre **750m** et **1000m**. La vallée de l'Oued Right et les Ziban 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 Continentale Intercalaire proprement dit nappe d'eau douce comprise dans les grès Albo-Barrémiens.

Tab 9 Données générales sur la nappe du continentale intercalaire

Etendue	600 000 km <sup>2</sup>
Epaisseur total (m)	50 à 100
Profondeur (m)	60 à 2400
Profondeur du 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 (2,5 bars)
Rabattement 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 ( $m^3$ )	$50000 \times 10^9$
Température (°c)	70
Salinité des eaux	0,5 à 6g/l

### III-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 km<sup>2</sup>** ; 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 Dahra Tunisien à l'Est, l'épaisseur de l'aquifère des sables est de **50-100m** en moyenne, minimale dans la région de Hassi Messaoud **30m**, augmente vers le Sud **400 m**, et le Nord ou 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** augmentant vers le Nord, atteint **500 m** sous le chott Melghir et **600 m** dans la fosse Atlasique.

- Le complexe terminal d'après **P'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 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 Golf de Gabes.
- Dans la partie de la sebkhas de direction ouest est un vidage de la nappe vers la ligne de sebkhas de l'Oued Mya et chott Melghir.
  - Dans le bassin occidental, une partie importante de l'écoulement rejoint les séries sous-jacentes du **continental intercalaire** 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

### III-1-3 La nappe phréatique :

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

Tab 10 : Synthèse hydrogéologique régionale des différents aquifères (sans échelle)

ERE	Etage	Lithologie	Nature Hydrogéologique	
Quaternaire		Sables.	Nappe superficielle (la nappe phréatique)	
		Argiles, évaporites.	Substratum (imperméable)	
Tertiaire	Mio-Pliocène	Sables.	1 <sup>ère</sup> nappe des sables (Complexe Terminal).	
		Argiles gypseuses	(semi-perméable)	
	Pontien	Sables, graviers et grès	2 <sup>ème</sup> 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	
		Cénomanién	Argiles, marnes	
		Albien Barrémien	Sables et grès	Nappe albienne (Continental Intercalaire).

III-2- L'hydrogéologie locale (de l'Oued Righ) :

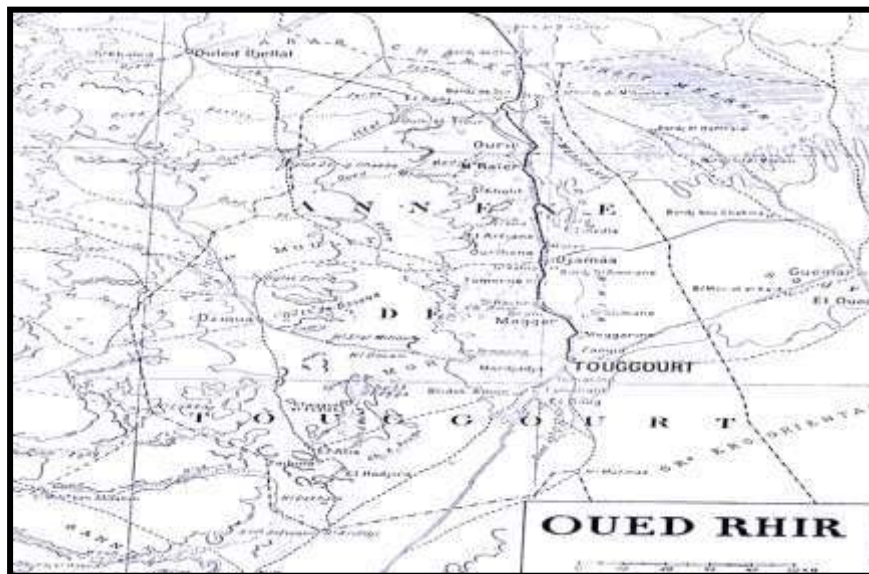


Fig16 : Le bassin de l'Oued Righ et ses limites (ARNH Ouargla).

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 :

- ⇒ Continental intercalaire **CI**, aquifère profond composé de sable gréseux ou gréseux argileux.....
- ⇒ Complexe terminal **CT** composé de trois nappes superposées :
  - L'une dans les sables et argiles du Pliocène **CT1** ;
  - L'autre 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 à nappe libre, la nappe phréatique.

### **III-2-1 -La nappe phréatique :**

La nappe phréatique est présentée dans toutes les oasis de la vallée. Elle est contenue dans les sables fin à moyens, d'âge Quaternaire, contenant des cristaux de gypse. Elle s'épaissait 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 **4.91 $\mu$ s/cm à 13.44  $\mu$ s/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 right. 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-2-2 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.

#### **III-2-2-1-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 Moï-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 moyenne, de l'ordre de **20 à 40 l/s**(le débit



globale d'exploitation est proche à  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) cependant, à cause de la salinité élevée de l'eau. Les forages qui la captent sont actuellement moins utilisés.

### III-2-2-2--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 prélèvements 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 Sémonien supérieur.

### III-2-2-3-La nappes des calcaires du Sémonien 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 est 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 Sémonien lagunaire forme le substratum de cette nappe et au sommet, le toit est surtout argileux.

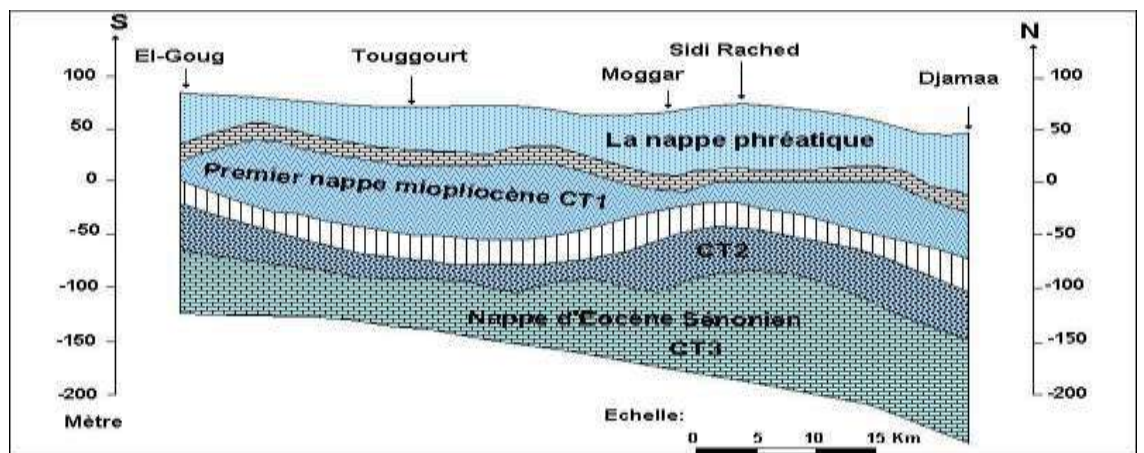


Fig17 : Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ

### III-2-3- La 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** .

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

Le mur constitué par le socle ou Primaire déformé par l'orogénèse hercynienne est 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 m<sup>3</sup>/s**, **BURGEAR** la fixait à **15 m<sup>3</sup>/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).

### IV- Caractéristiques essentielles des nappes :

Aux environs des oasis d'Ourir et de El-Meghier, les eaux de la nappe phréatique exhaures 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 où 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

### V- Les piézomètre :

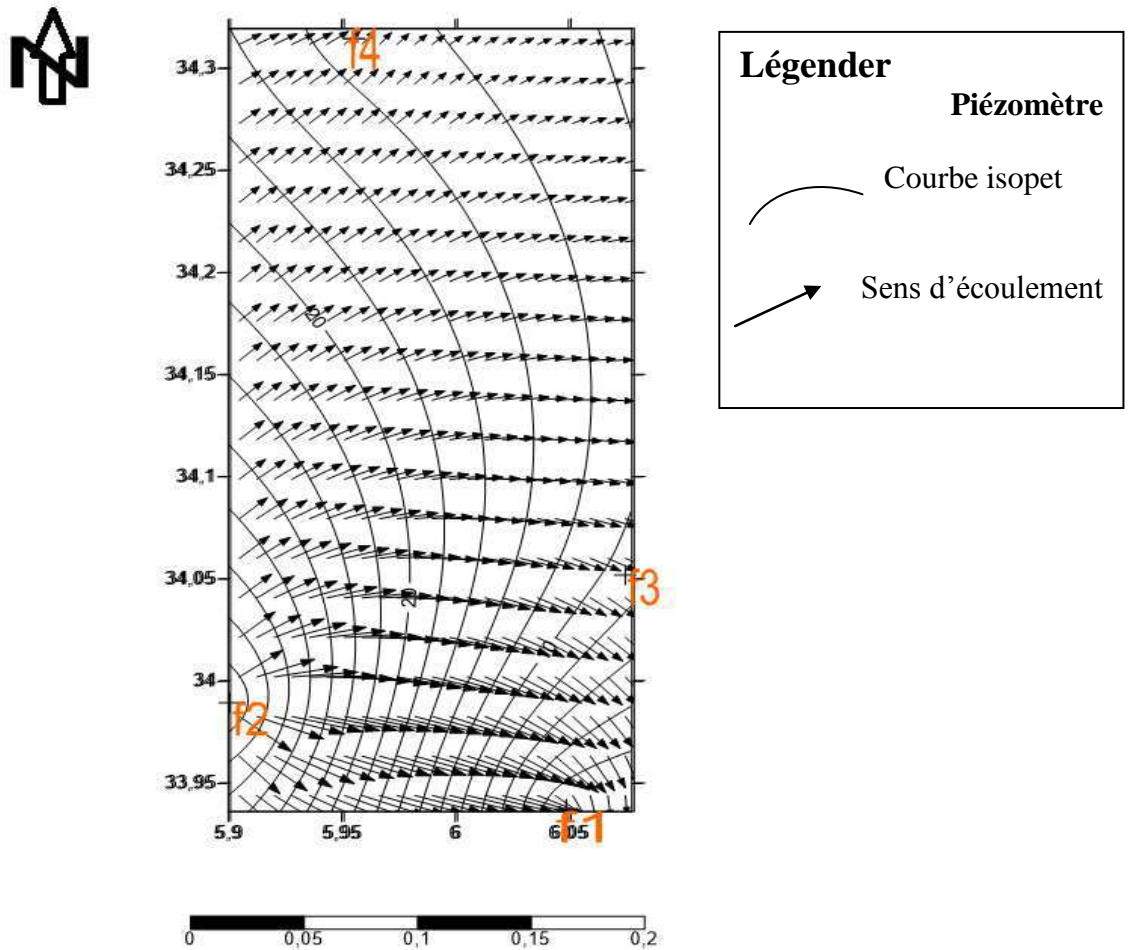
L'établissement des cartes piézométrique est une étape importante dans l'étude hydrogéologique .elle permet d'étudier la nappe d'eau souterraine tenant compte les sens d'écoulements .

L'élaborations des cartes piézométrique a été réalisée par le biais u logiciel de cartographie surfer 11 qui concède la nappe de complexe terminale comme aquifère.

**Tab 11:Caractéristiques de la nappe**

Le forage	la coordonnée			Les rofendore(m)	Le dibets (l/s)	Ceofisions emmgasine	K(m/s)	T (m <sup>2</sup> /)
	x	y	z					
El'meghaier	6,0778	34,0528	0	240	40	/	$4,08 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$
berkadja	5,9	33,9889	36	270	30	/	$7,95 \cdot 10^{-5}$	$3,97 \cdot 10^{-3}$
Ain echikh	5,95	34,3194	9	268	20	/	$7,95 \cdot 10^{-5}$	$3,97 \cdot 10^{-3}$
Sidi khelil	6,0472	33,9361	13	288	45	/	$4,08 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$

**carte peizometirque de oued right nord 2010 e la nappe CT2**



**Fig 18:Carte piézométrique de la nappe CT2 de la région'El'mghaier**

**VI –Conclusion :**

L'étude des paramètres climatique ainsi que leur répartition dans le temps et dans l'espace permet de conclure que notre zone d'étude est caractérisée par un climat typiquement saharien avec une précipitation faible de l'ordre de 4,60mm/ans, et une humidité relativement.

La précipitation sont faible (<100mm) ne jouent aucun rôle dans l'alimentation directe des nappes, à l'exception des quelque rares orages violents qui génèrent des ruissellements.

Les T° sont élevées 22 ,45°C en moyenne annuelle et 34 ,75°C au mois le plus chaud, ce qui explique la forte évaporation.

***Chapitre III***  
***Etude qualitative et***  
***quantitative ressource en eau***

### **I- hydrochimie de la zone d'étude :**

La concentration annelle dans notre étude ,représente la moyenne des valeur enregistrées durant une hydrologique ;les résultantes des analyses chimique effectuées par ANRH Touggourt .

#### **\*le but de l'étude hydro-chimique :**

- Déterminer la répartition quantitative des différent élément majeur et étudier éventuellement les relations pouvant exister entre les différentes nappes exploitées.

—> Le Complexe Terminal CT qui comprend 3aquifères :

- 1) –La 1<sup>ère</sup> nappe ,pliocène
- 2) – La 2<sup>ème</sup> nappe, de Miocène supérieur .
- 3) – La 3<sup>ème</sup> nappe, de l'éocène inférieur.

—> le Continental Intercalaire.

- D'apprécier les différent paramétrés ayant une influence sur l'évolution de la qualité des eaux du secteur d'étudié.
- Déterminer les principaux faciès chimiques des eaux , les comparer et faire ressortir les meilleures eaux à l'utilisation.

#### **-Les chois des lieux de prélèvement des échantillons est basé sur :**

- La répartition spatiale des points d'eau de façon à couvrir tout le secteur étudié(variation horizontale)
- La profondeur de chaque forage (variation verticale).

**I-1-Seulement les eaux de la 2<sup>eme</sup> nappe des sables (CT<sub>2</sub>) et de CI sont analysées :**

**I-1-1- le paramètre physique de la 2<sup>eme</sup> nappe des Sables(CT<sub>2</sub>) :**

**Tab.12 : les résultats d'analyse des des paramètres physiques nappe(CT<sub>2</sub>) :**

PARAMETRE	PH	CONDUCTIVITE (ms /cm)	RESIDU SEC (mg/l)	TEMPERATUR (C°)
EL'MEGHAIER (F1)	7,78	4,75	3433	27
BERKADJAI (F2)	7,36	4,66	3386	27
AIN CHEIKH(F3)	7,36	4,66	3438	27
SIDI KHELIL(F4)	7,27	5,20	3867	27

D' après ces résultats on note :

**-La température :**

L'augmentation de la température est fonction de la profondeur(1°Cpour35m) la température .

Moyenne des eaux de CT est de l'ordre de 27°Cet celle de l'air de 22,76°C d'une part , et

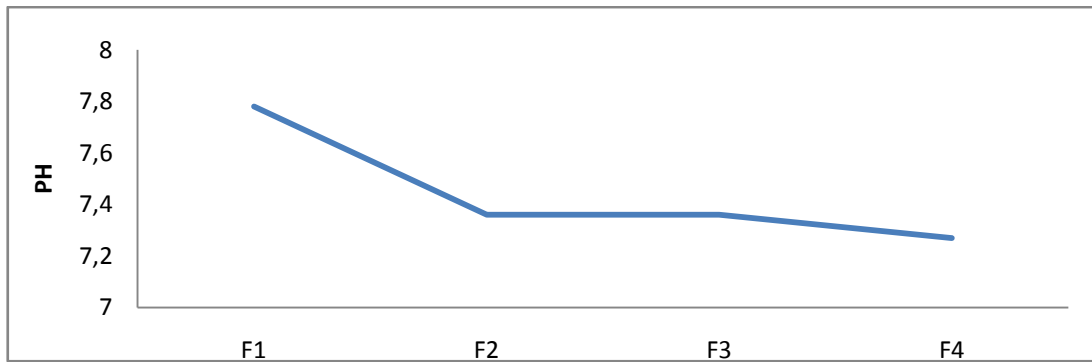
la profondeur moyenne de la nappe est de 120m. la différence de 4°C de température peut être expliquée par l'absence d'une alimentation actuelle et un mélange avec les eaux de CT<sub>1</sub> .

**Tab .13 : les valeur ph don la nappe complexe terminal .**

FORAGE	EL'MEGHAIER (F1)	BERKADJAI (F2)	ANI CHEKH (F 3)	SIDIKHELIL (F4)
PH	7,78	7,36	7,36	7,20

Le pH la valeur maximent (7, 78) et le valeur miniment (7 ,20) , elle la valeur

Al 'gerainne, la valeur acceptable (7,8 à8 ,25).



**Fig19 : représentation graphique de potentiel hydrogène des eaux de la nappe duCT<sub>2</sub>**

**-La conductivité électrique :**

La conductivité électrique indique de façon globale, la teneur en sels dissous dans l'eau, ou bien le degré de salinité.

Elle est comprise entre 4,7 et 5,2  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , elle est maximale dans la région d'El'méghaier avec 5,2  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , due à l'accumulation des eaux de lessivage qui entraînent la dissolution des sels de même qu'elle est due aux eaux usées rejetées dans le canal, donc la minéralisation est très forte.

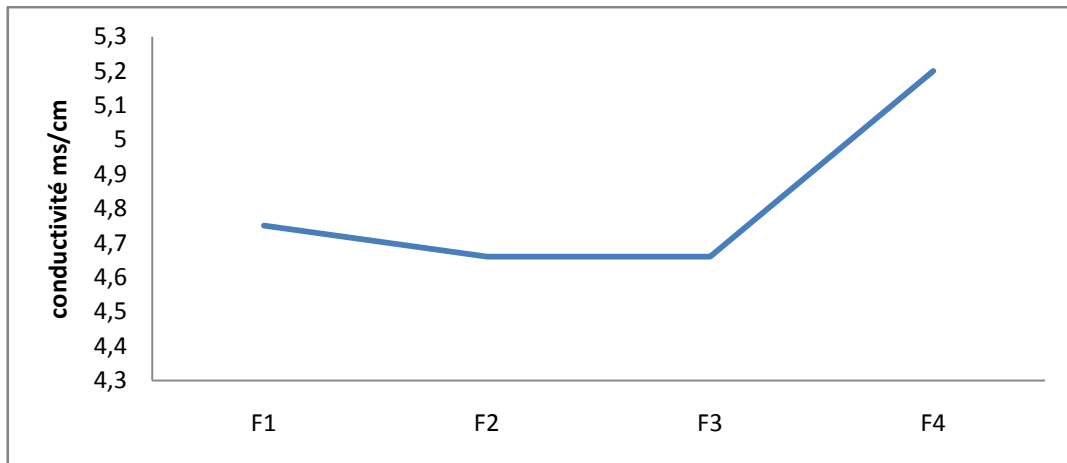
**Tab 14: la valeur conductivité la nappe complexe terminal .**

<b>FORAGE</b>	<b>EL'MEGHAIER (F1)</b>	<b>BERKADJAI (F2)</b>	<b>AINCHEIKHE (F3)</b>	<b>SIDI KHELILE (F4)</b>
<b>CNDUCTIVITE (<math>\mu\text{s}/\text{cm}</math>)</b>	<b>4,75</b>	<b>4,66</b>	<b>4,66</b>	<b>5,20</b>

La valeur de la conductivité maximale (5,20  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) et la valeur minimale (4,7  $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

Elle compare donc la valeur algérienne la valeur acceptable (400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) et la valeur admissible (12500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).





**Fig20 : représentation graphique de la conductivité électrique des eaux de la nappe CT2**

**-le résidu sec :**

C'est la totalité des sels dans l'eau et des suspension (organique et minérales) obtenue par (évaporation à 110°C durant 24heurs) exprimée en mg/l donc c'est la minéralisation total de l'eau . les valeur sont comprises entre 3448 -3867 mg/l

**Tab15 les valeur redu sec don la nappe complexe terminal.**

<b>FORAGE</b>	<b>EL'MEGHAIER (F1)</b>	<b>BERKADJAI (F2)</b>	<b>AINCHEIKH (F3)</b>	<b>SIDI KHELILE (F4)</b>
<b>RESIDU SEC Mg/l</b>	<b>3433</b>	<b>3386</b>	<b>3448</b>	<b>3867</b>

On le tableau la valeur du résidu sec la valeur maximale (3867Mg/l) et la valeur minimale (3386Mg/l)

Don la valeur algérienne la valeur acceptable (500Mg/l) et la valeur admissible (1500Mg/l)

Elle comparait la valeur

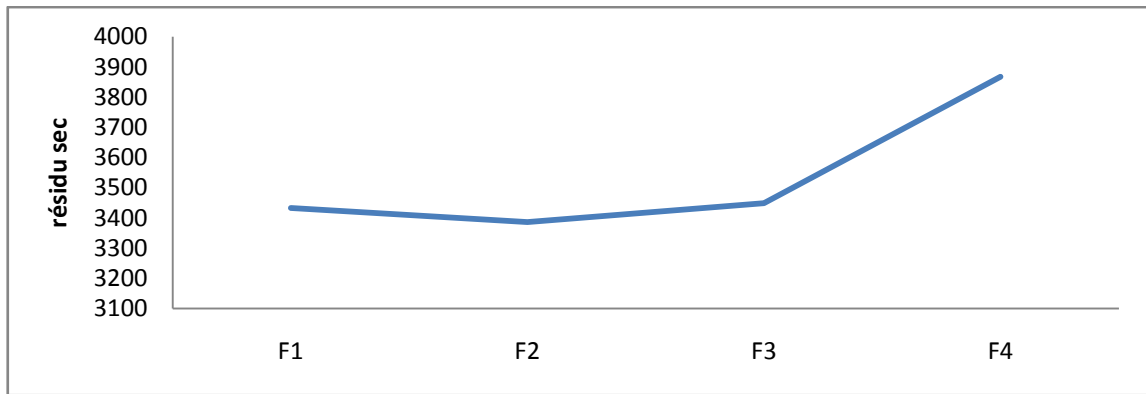


Fig 21représentation graphique des valeur du résidu sec de la nappe de CT2

**I-1-2- Les paramètre physique de la nappe(CI) :**

**Tab 16:le résultat mesure des paramètres physiques nappe (CI) :**

PARAMETRE	pH	CONDUCTIVITE (ms/cm)	RESIDU SEC (Mg/l)
EL'MGHAIER	7,6	1,6	1666
DONDOUGA	7,81	4,16	4838
N'SIGHA	7,74	3,5	3508
SIDI KHELIL	7,79	3,7	5340

D'après ces résultats on note :

**-température :**

La température est de l'ordre de 60°C et la profondeur de la nappe est voisine de 2000m, cette température d'eau va augmenter les contraintes physico-chimique par l'accélération des réaction chimique (le tartre et la corrosion),mais elle peut donner des avantages parmi lequel :la production de l'énergie thermique (chauffage ,électrique ....)

**-le potentiel hydrogène :**

Un caractère propre aux eaux chaudes de l'albien, c'est le changement du rôle du ph :

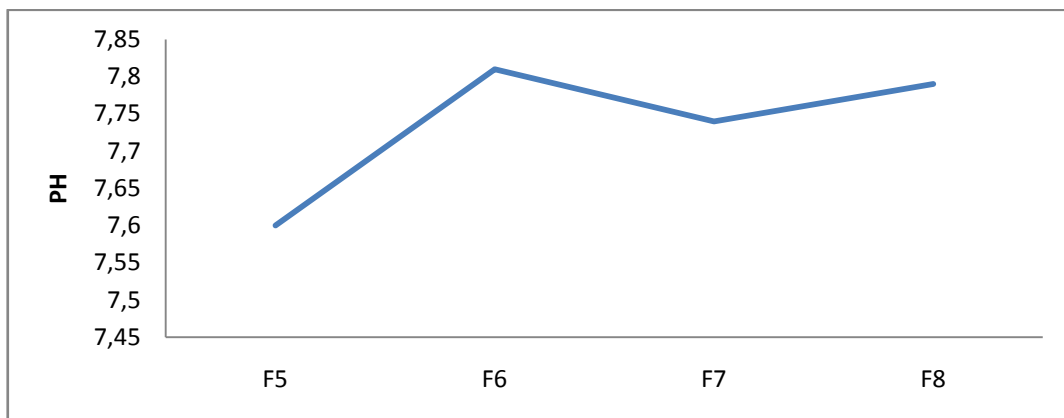
## Chapitre III Etude qualitative et quantitative ressource en eaux

L'eau est agressive dans la profondeur mais quand elles atteignent la surface du sol elles deviennent incrustantes à cause du contact brutal d'eau chaude avec l'atmosphère « aération »

**Tab17 : Les valeurs le potentiel hydrogène**

Forage	EL'MEGHAIER	DONDOUGA	N'SIGHA	SIDIKHELIL
PH	7,6	7,81	7,74	7,79

La valeur ph maximale est de (7,79) et la valeur minimal (7,6) elle comparais donc la valeur algérienne acceptable (7,25-8,25)



**Fig. 22: représentation de la valeur du potentiel hydrogène de la nappe CI**

### -La conductivité :

Celle-ci est faible pour les eaux de la nappe albienne, elle est comprise entre 1,6 et 4,16  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Elle diminue de Sud vers le Nord.

**Tab18 : les valeurs la conductivité des eaux de la nappe(CI).**

Forage	EL'MEGHAIER	DONDOUGA	N'SIGHA	SIDI KHELIL
Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	1,6	4,16	3,5	3,7

La valeur maximale de la conductivité est de (4,16  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) alors celle minimale est de (1,6  $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

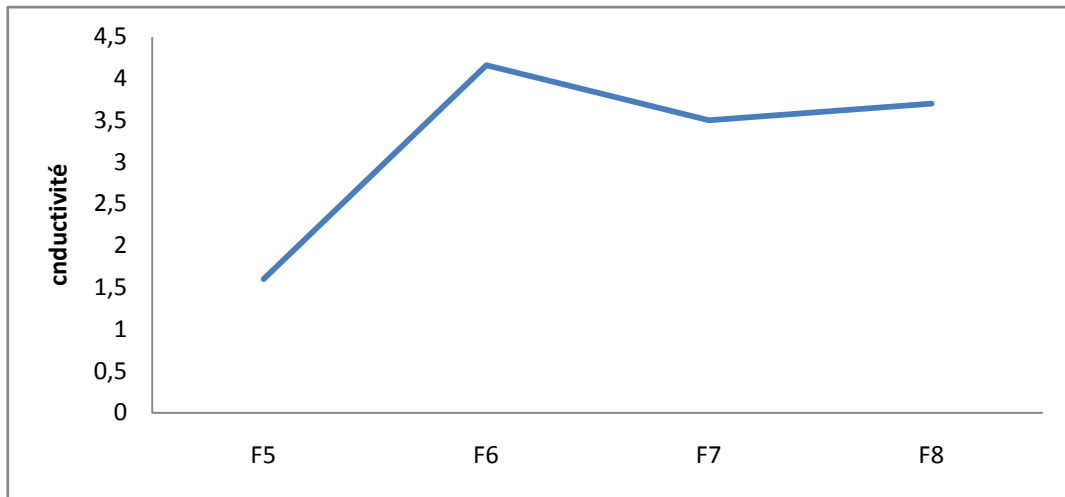


Fig 23: représentation de la conductivité électrique de la nappe CI

-Le résidu sec :

Tab 19 Valeur les valeur du résidu sec dans les nappe du CI

Forage	EL'MEGHAIER	DONDOUGA	N'SIGHA	SIDI KHELIL
Redus- sec (Mg/l)	1666	4838	3508	5340

La valeur redus sec maximal (5340 Mg/l) et la valeur minimale (1666 Mg/l)

Donc les valeurs

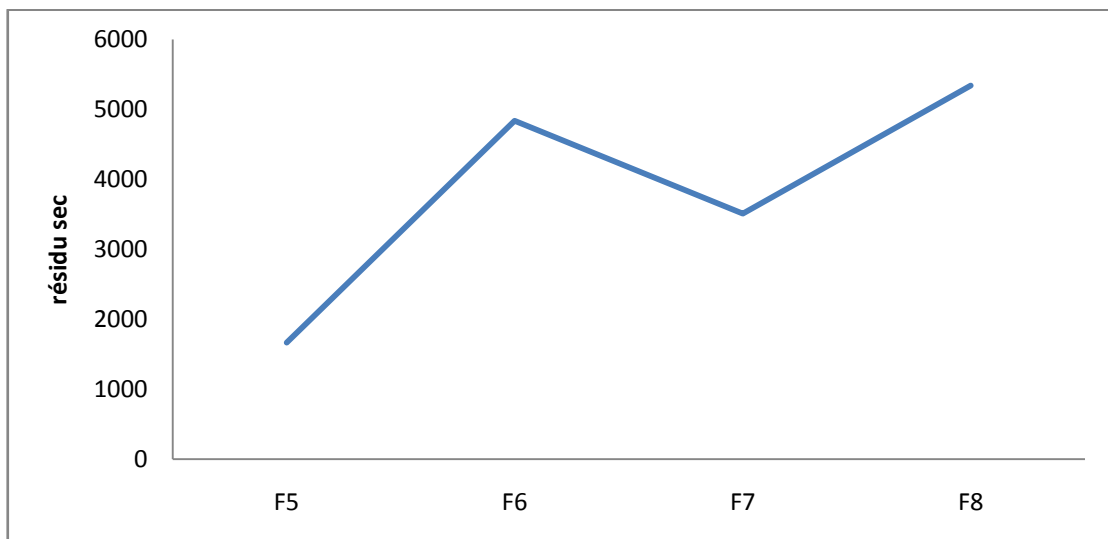


Fig 24: représentation du résidu sec de la nappe de CI

### I-2-Les paramètre chimique :

La chimie des eaux dépend des roches traversées lors de leurs circulation dans les formations aquifères et du temps de séjour qui leur permet de pas forcément en sels minéraux .

**Tab. 20: les résultats d'analyse des des paramètre chimique nappe(CT2) :**

PARAMETRE	PH	CONDUCTIVITER (ms /cm)	RESIDU SEC (mg/l)	TEMPERATUR (C°)
EL'MEGHAIER (F1)	7,78	4,75	3433	27
BERKADJAI (F2)	7,36	4,66	3386	27
AIN CHEIKH(F3)	7,36	4,66	3438	27
SIDI KHELIL(F4)	7,27	5,20	3867	27

**Tab 21:les résultat d'analyse des paramètreschimique nappe (CI) :**

PARAMETRE	PH	CONDUCTIVITRE (ms/cm)	RESIDU SE (Mg/l)
EL'MGHAIER	7,6	1,6	1666
DONDOUGA	7,81	4,16	4838
N'SIGHA	7,74	3,5	3508
SIDI KHELIL	7,79	3,7	5340

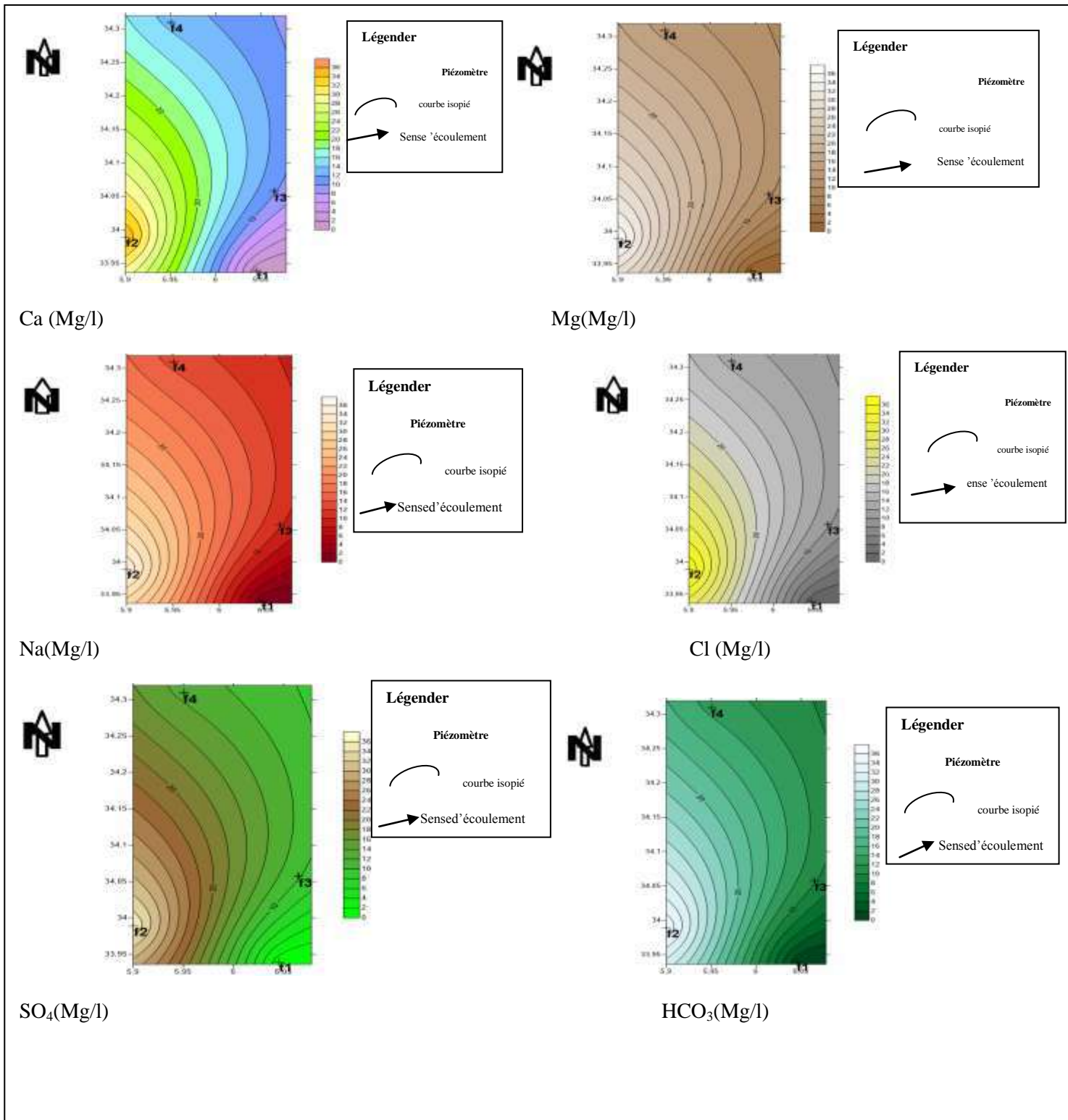


Fig. 25: représentation graphique des teneur des cation ; anions des analyses chimiques des eau de la nappe de CT2 (2016- 2017).

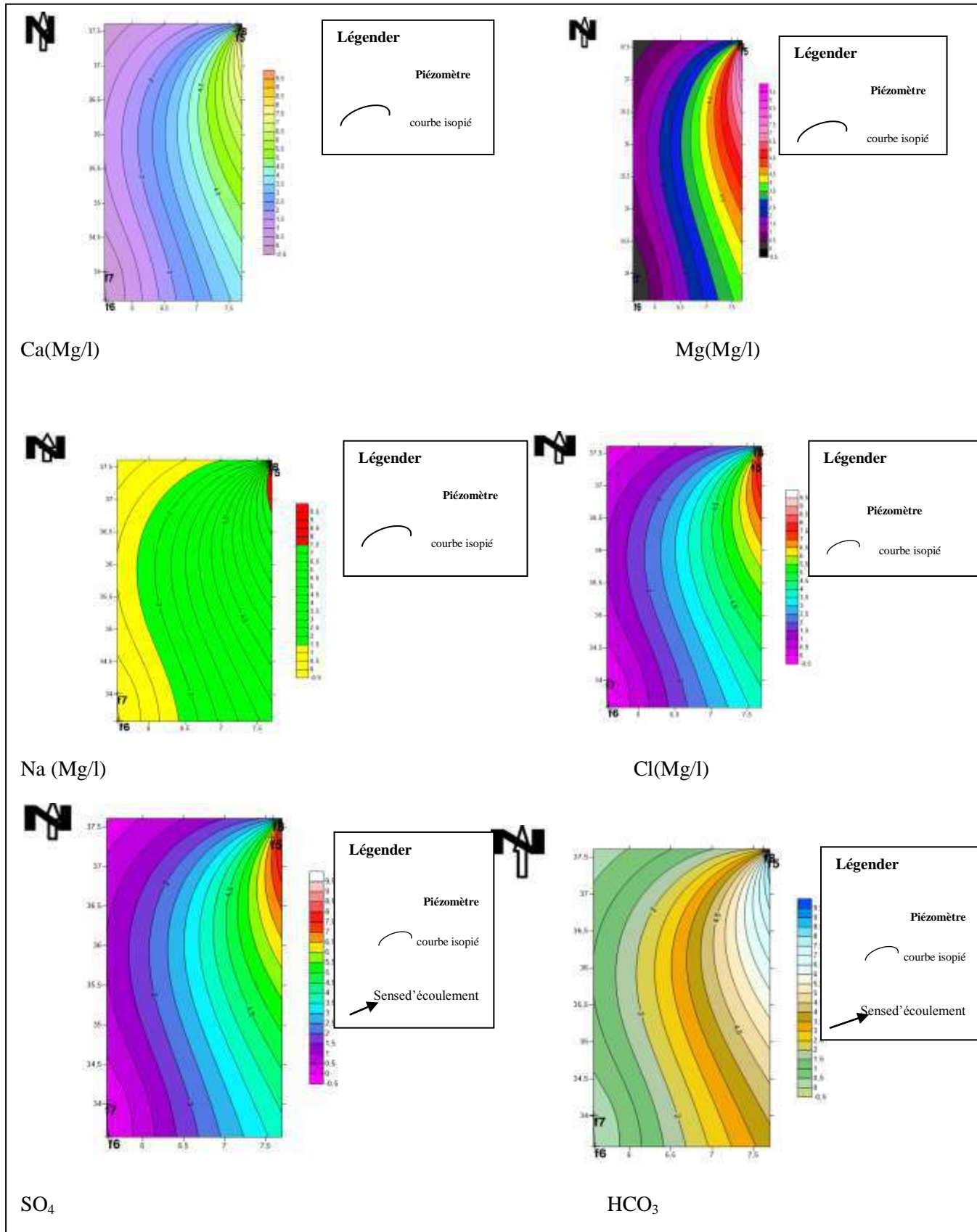
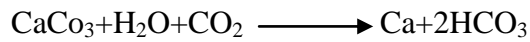


Fig 26: représentation graphique des teneur des cation ; anions la nappe de CI (2016-2017) .

### I-3-Discussions sur les résultats des analyses chimiques :

#### -le calcium $\text{Ca}^{++}$ :

C'est un élément de la dureté totale , il provient de la dissolution des roches carbonatées par le gaz carbonique dans l'eau qui s'est infiltrée à travers ces formation :



Le calcium peut aussi provenir de  $\text{CaCO}_3$ .

Les valeur mesurées sont relativement fortes ; elles sont de 348mg/l et 431mg/l

Pour les CT2,et 102mg/l et 295mg/l faible pour le CI.

#### -Le magnésium $\text{Mg}^{++}$ :

Il peut être apporté par la dissolution des dolomies ( $\text{MgSO}_4$ ) dans les terrains gypsifère , ou bien que pour des formations dolomitique libérant le magnésium pour l'attaque des eaux .

D'après les résultats des analyses chimique , on remarque la dominance de  $\text{Mg}^{++}$  les valeurs sont de 132mg/l et 156mg/l pour le CT2 et entre 239mg/l et 608,7 mg/l pour le CI.

#### -Le sodium et le Potassium $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ :

Ils sont toujours présents dans les eaux naturelles combinés et en proportions variable. le Potassium se trouve généralement en très faible quantité par rapport au Sodium .

Ces sels proviennent des formations imprégnées de  $\text{Na Cl}$  (marnes et argiles ) caractérisent la géologie du CT2 et du CI.

Pour le CT2, les teneurs de  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  varient de 565mg/l (Ain cheikh) et 640mg/l (sidi khelile) . Pour le CI les valeur sont comprises entre 133mg/l (El'méghaier) et 720mg/l (sidi khelile)

#### -Les Chlorures :

Les chlorures rencontrés en grande quantité dans les eaux souterraines proviennent de la même origine que le Sodium pour le CT . Ils sont très forts dans le CI .

Pour le CT2 les teneurs en chlorures sont très variables varient entre :

756mg /l et 885mg/l . pour le CI varient entre : 166mg/l et 1200mg/l



### **-le sulfates $\text{SO}_4^-$ :**

Les Sulfates sont toujours présent dans les eaux naturelles , leur présence dans l'eau provient :

- Des formations gypseuses
- Lé gère solubilité du  $\text{CaSO}_4$  avec des passées gypseuses
- Des eaux usées industrielles.

Pour le CT2, les teneurs varient entre 1255mg/l et 1538mg/l, elles augmentent du sud vers le Nord avec le sens d'écoulement.

Pour le CI les teneurs de  $\text{SO}_4^-$  sont comprises entre 1234mg/l et 2875mg/l avec le sens d'écoulement, elle est plus élevée au Nord avec 2875mg/l.

### **- Les bicarbonates $\text{HCO}_3^-$ :**

Les bicarbonates proviennent de la dissolution des roches carbonatées en fonction de la tension en  $\text{CO}_2$ , de la température, le ph de l'eau et la nature lithologique des terrains traversés.

Les valeur de  $\text{HCO}_3^-$  sont comprises entre 121mg/l et 165mg/l pour le CT2 .

Pour le CI , les valeur varient entre 20mg/l et 125mg/l

### **I-4-Les facies chimique et la formation ionique :**

Il s'agit de déterminer les faciès chimique existant dans chaque nappe sur la base de certaines classification (STABLERS, PIPER,SCHEOLLER)

#### **I-4-1-nappe du complexe terminal (CT2) :**

##### **I-1-4-1-La classification Selon Stabler :**

Selon « Stabler » la formule caractéristique consiste à calculer le pourcentage de chaque élément par rapport à la concentration totale, son expression est la suivante :

$$r\% = \frac{100}{c} . r$$

## Chapitre III Étude qualitative et quantitative ressource en eaux

- $r\%$  : quantité en réaction en pourcent de l'élément ;
- $r$  : quantité en réaction de l'élément chimique (mg/l) ;
- $c$  : concentration de l'élément chimique dans l'eau ;

Puis, on classe de gauche à droite par ordre décroissant, les quantités en réaction en pourcent des anions et des cations pour obtenir la formule caractéristique des eaux et la dernière permet d'une part de définir la relation entre le chimisme des eaux et la lithologie de l'aquifère et d'autre part de regrouper les eaux de même origine.

Le tableau ci-dessous porte les faciès chimique et les formules caractéristique des analyses d'eau des forages complexe terminal

**Tab 22: classification de stabler des eaux de CT2:**

Faciès chimique	Formules caractéristiques	Point de prélèvement
Sulfaté magnésien	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $Mg^{++} > r(Na^+ + K^+) > Ca^{++}$	El'méghaier Berkadjai
Chloruré magnésien	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$ $Mg^{++} > Na^+ + K^+ > Ca^{++}$	Ain cheikh
Chloruré sodique	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$ $Na^+ + K^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$	Sidi khelil

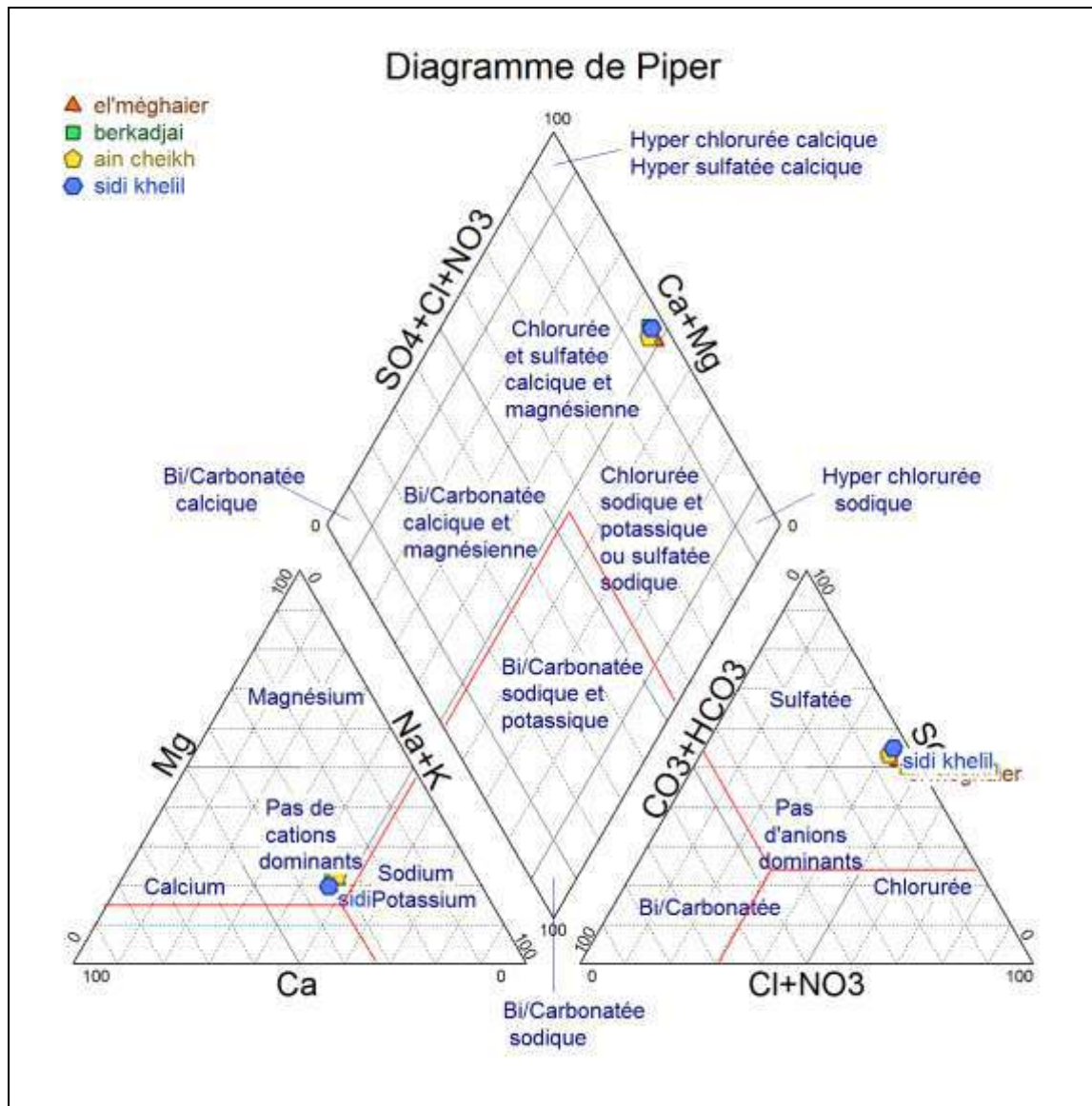
### I-4-1-2-Représentation de SCHELLER-BERKALOFF :

C'est un diagramme semi-logarithmique qui permet de donner des indications sur certains paramètres hydro chimiques des eaux .

-la représentation des concentrations des éléments chimiques sur le diagramme nous permettant de définir une idée sur les faciès chimiques des eaux qui sont pour la nappe de complexe terminal sont :

- Sulfaté magnésien (2forages) ;
- Chloruré magnésien (1forages) ;
- Chloruré sodique(1forages) ;

Ce diagramme permet de déterminer le faciès chimique et ainsi que la teneur en  $CO_2$  et le PH d'équilibre, ce dernier sert à définir le caractère incrustant ou agressif de l'eau .



**Fig 27:** représentation graphique des résultats des analyses chimiques par le diagramme de PIPER de la nappe de CT2

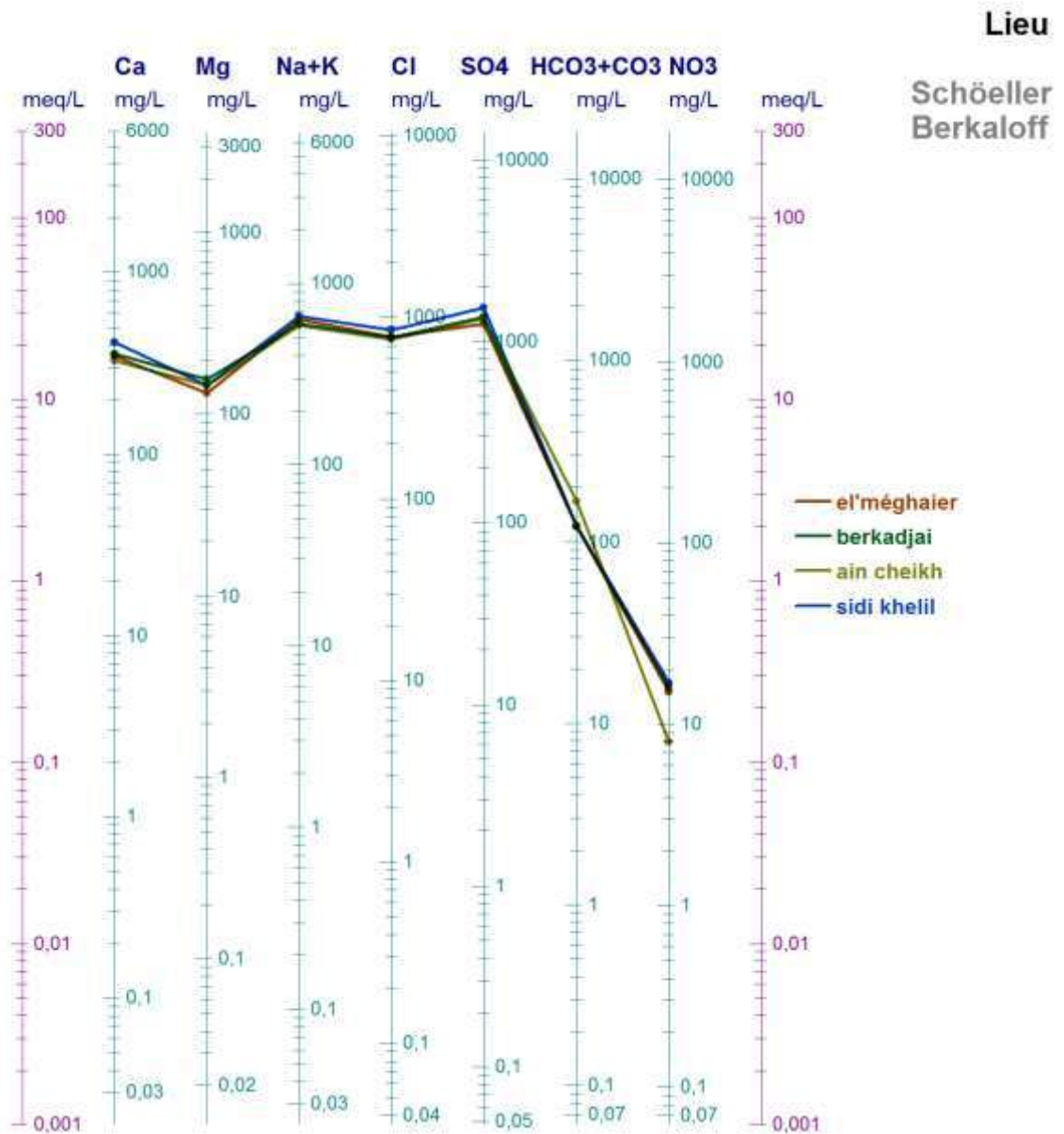


Fig 28: représentation graphique des résultats des analyses chimique par le diagramme de SCHOLLER –BERKALOFF de la nappe de CT2

### I-4-2- Nappe du continental intercalaire (CI) :

#### I-4-2-1-Classification selon STABLER :

Le tableau ci- dessous porte les faciès chimique et les formules caractéristiques des analyses d'eau des forages Albiens.

**Tab23 : classification de stabler des eaux de CI:**

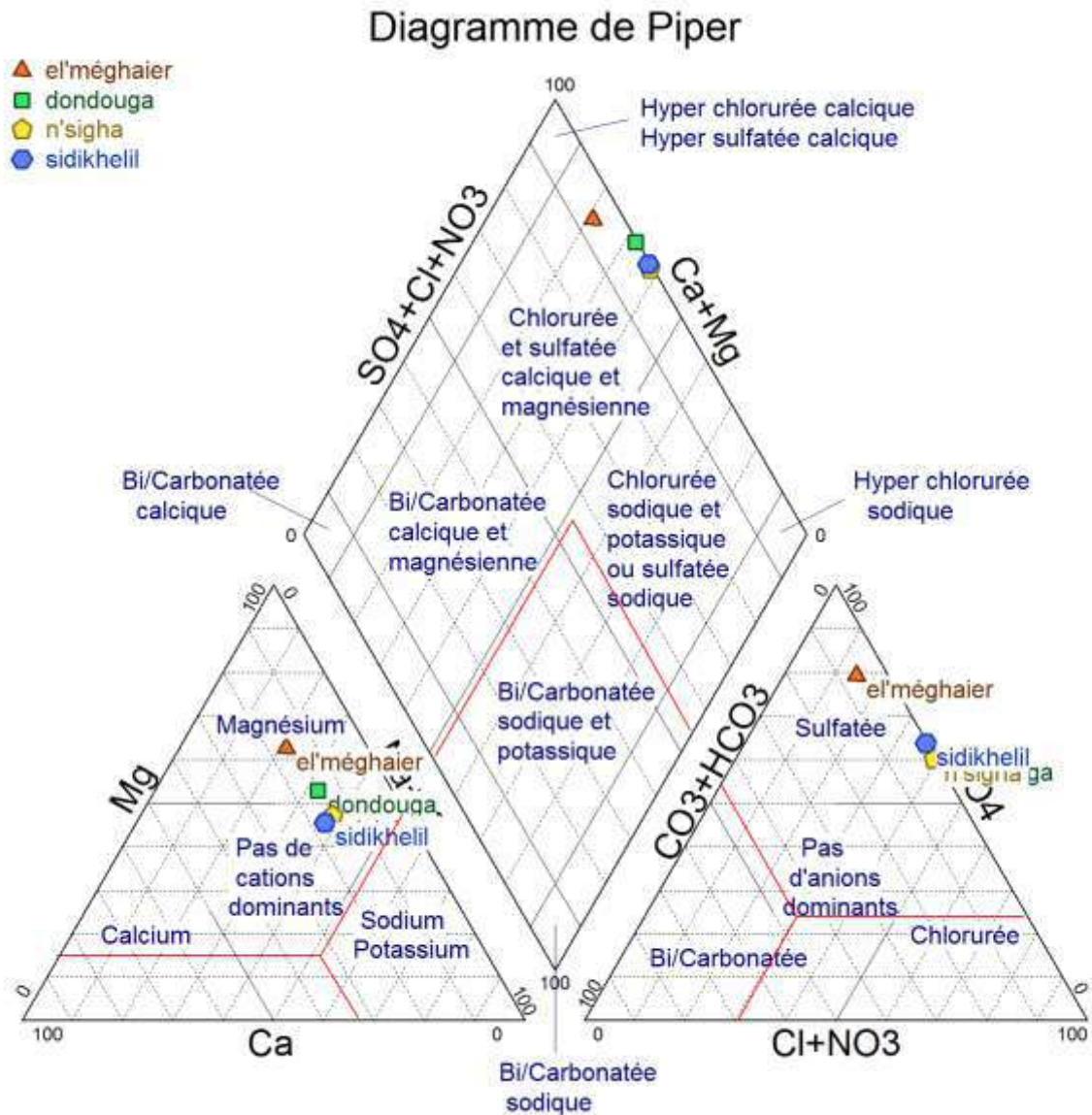
Faciés chimique	Formules caractéristique	Point de prélèvement
Sulfate Magnésien	$SO_4^{--} > Cl^- > HCO_3^-$ $Mg^{++} > Na^+ + K^+ > Ca^{++}$	-Dondouga
Chloruré Magnésien	$Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$ $Na^+ + K^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$	-El'méghaier -N'sigha
Chloruré Sodique	$Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Mg^{++} > Ca^+$	-Sidi khelil

#### I-4-2-2-Représentation de SCHOELLER –BERKALOFF :

La représentation des concentration des élément chimique sur le diagramme nous permet de définir le faciès chimique des eaux qui pour la nappe Albienne est :

Est :

- Sulfate magnésien (1échantillons) ;
- Chloruré Sodique(2échantillons) ;
- Chloruré Magnésien (1échantillons) ;



**Fig29 : représentation graphique des résultats des analyses chimiques par le diagramme de PIPER de la nappe de CI**

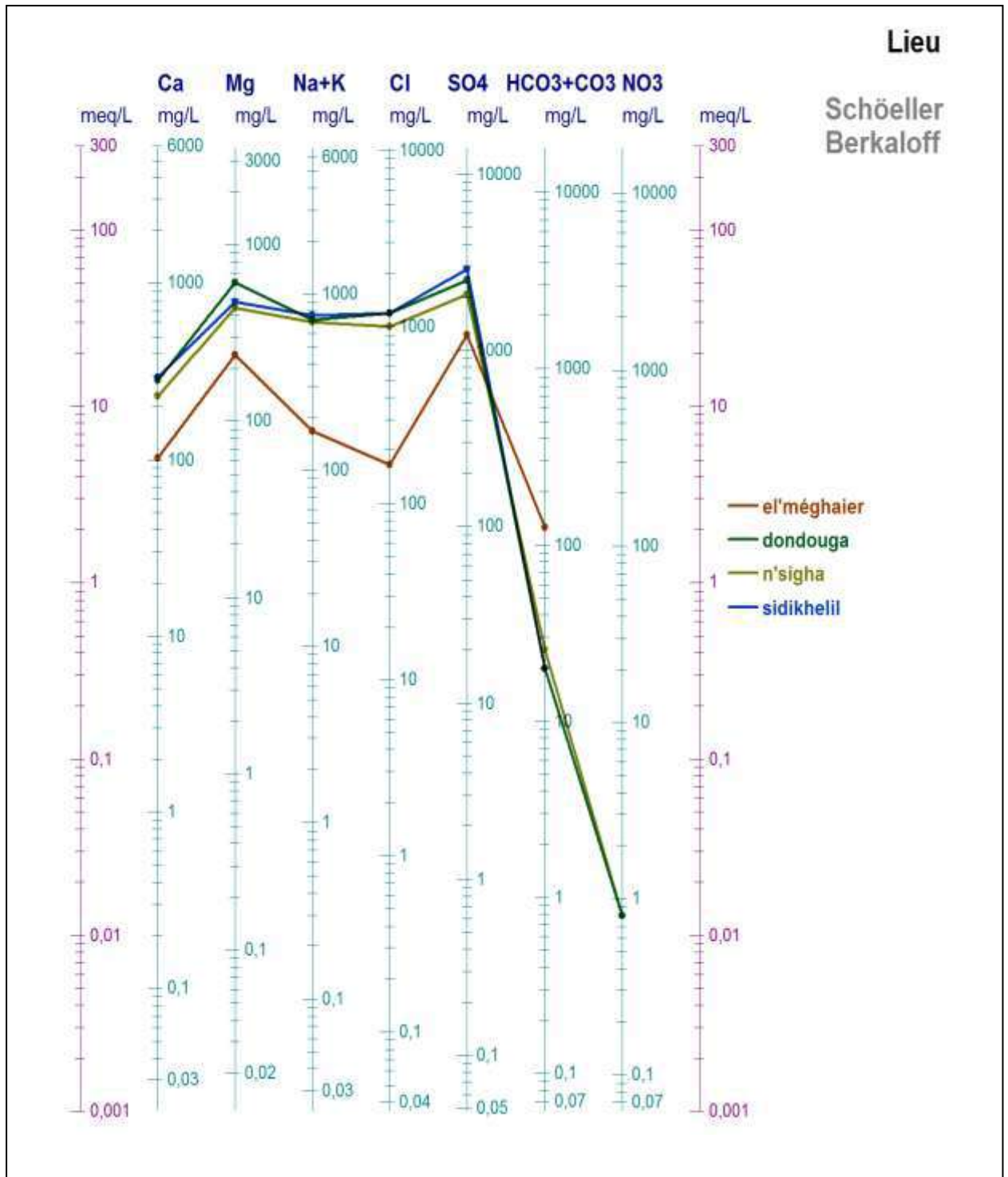


Fig 30: représentation graphique des résultats des analyses chimique par le diagramme de SCHOLLER –BERKALOFF de la nappe de CI

### I-5-Laqualité chimique et potabilité de l'eau :

Dans cette partie on va déterminer la qualité chimique par :

- La potabilité et la norme fixée par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S),
- La dureté ou degré hydrométrique,

#### I-5-1-La potabilité :

La potabilité et la qualité chimique des eaux sont en fonction de la concentration des différents éléments chimiques dissous. L'organisation mondiale de la santé (O.M.S) fixe des normes de concentration en éléments chimiques, la potabilité des eaux et leur qualité en vue de l'utilisation domestique. Le tableau suivant montre les normes fixées par l'O.M.S.

**Tab. 24: Concentrations des normes fixées par l'O.M.S.**

Parameters ou substances	Concentration maximale acceptable	Concentration maximale admissible
pH	7 à 8,5	6,5 à 9,5
Conductivities ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	400	1250
Residue sec (mg/l)	500	1500
Calcium (mg/l)	75	250
Magnesium (mg/l)	50	150
Sodium (mg/l)	20	150
Potassium (mg/l)	10	12
Sulfates (mg/l)	200	400
Chlorures (mg/l)	200	600

Selon ce tableau et ces critères , on constate que les eaux des forages albeins sont hors normes et ainsi que les forages de CT , l'eau potable de bonne qualité chimique reste un rêve pour la population de la région de l'oued righ nord , grace à des teneurs très élevés des résidus sec . donc il faut un traitement de l'eau avant sa distribution à la population .

#### I-5-2-La dureté ou le degré hydrométrique ( $d^{\circ}h$ ):

Il indique la teneur totale en  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  exprimée en meq/l.



$$d^{\circ}h = [Ca^{++}] + [Mg^{++}] \quad (\text{meq/l}).$$

$$d^{\circ}h = (Ca^{++} + Mg^{++}) \times 5 \quad (\text{en degré français}).$$

**Tab. 25: Potabilité en fonction de la dureté.**

D <sup>o</sup> h (°F)	0 - 7	7 - 22	22 - 32	32 - 54	> 54
Dureté de l'eau	Douce	Modérant douce	Assez douce	Dure	Très Dure

Selon le tableau , l'eau est dite sise a dureté inférieure à 15°F, dure si elle est supérieure à 15°F , très dure au de 50°F.

Les eaux des la nappe Albienne ont une dureté , supérieure à 50°F donc se sont des eaux très dures : 104,2°F .

La dureté des eaux de la nappe de CT2 varie entre 118et 358°F (se sont de valeurs très élevées de dureté ). D'après ces valeurs de la dureté , un traitement de l'eaux est. nécessaire.

## II- La quantities:

### II- 1- La fonction socio-économique :

#### II-1-1- évolution de population :

La région d'El'méghaier s'étend sur une superficie de 5392,80 Km<sup>2</sup> qui est environ 82779,48 habitants.

Ce tableau représente l'évolution de 2010 jusqu'à 2016 .

**Tab 26:évolution de la population de la région el'méghaier de 2010 jus 'qua à2016**

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Population	51096,03	51760,28	52433,16	53114,79	53805,28	54504,75	55213,31	55213,31	56658,1

Source : bureau de statique el 'oued 2018

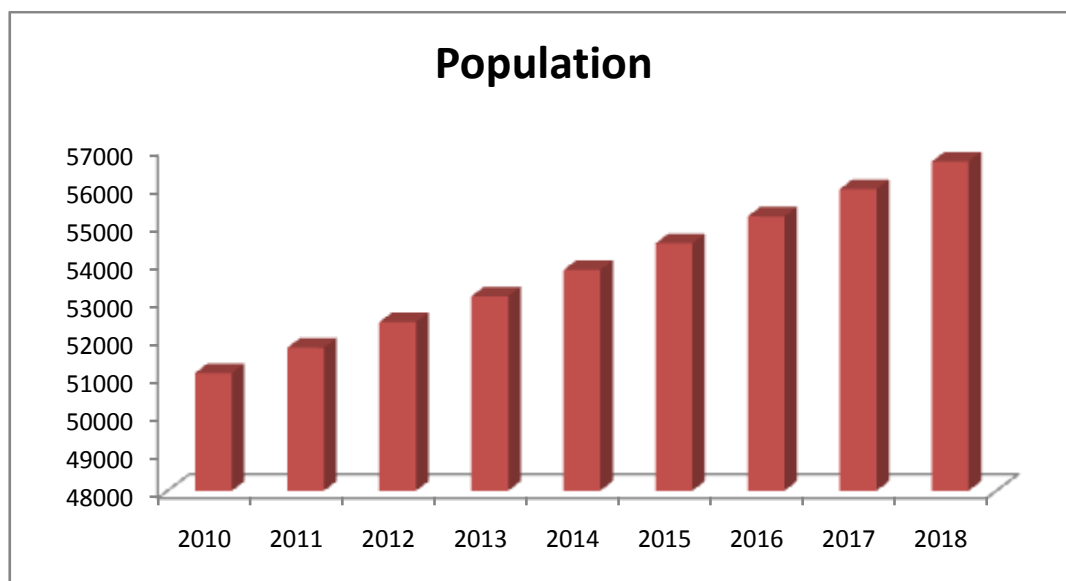


Fig 31: représentation graphique del'évolution de Population (El'meghaier )

**II-1-2- la densité de la population de la région étude :**

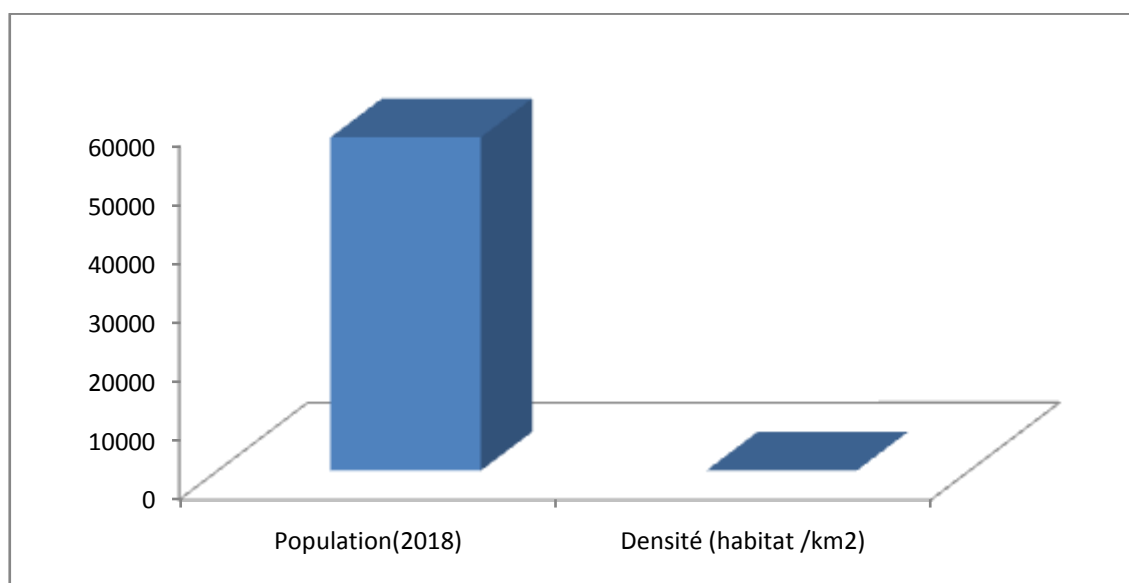
- la densité de la population de la région étude :

La densité de la population de notre région d'étude est de l'ordre de **15,58habitants/km<sup>2</sup>** .

**Tab27 : la densité dela population :**

	Superficie(km <sup>2</sup> )	Population(2018)	Densité (habitat /km <sup>2</sup> )
El'méghaier	5392 ,80	56658,1	15,58

APC d'El'meghaier (2018)



**Fig32 : représentation graphique de la densité de la population de el'meghaier**

### II-1-3-Evolution de la population et perspective de la région d' El'meghaier

Notre région d'étude marque une évolution de population au coure de temps ou elle enregistre a l'année **2008** statistiques officielles est de**49793hab** et elle augmente a l'année **2018** Actuel est **56658,1Hab.** et 2028 courts termes et**64469,8 hab.** long terme**2038** elle **73358,5 hab.**

Alors :

$$P_{2028} = P_{2018} (1+i)^n$$

N : la différence les année

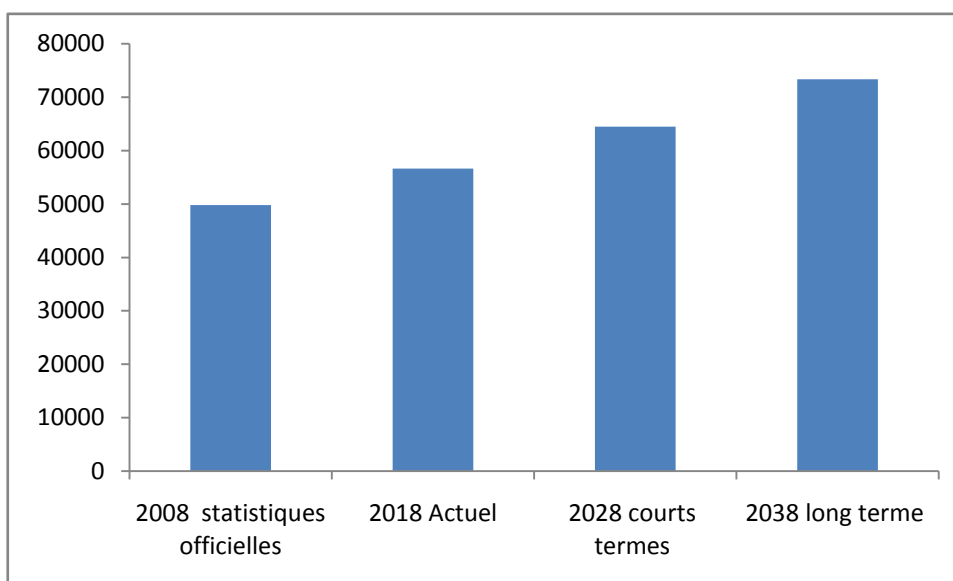
I=1,3%

P<sub>2018</sub> : Actuel(2018)

P<sub>2028</sub> : long terme 2028

**Tab28 : Evolution de la population et perspective de la région el'meghaier**

N° de prévision	population
<b>2008 statistiques officielles</b>	<b>49793</b>
<b>2018 Actuel</b>	<b>56658</b>
<b>2028 court terme</b>	<b>64469</b>
<b>2038 long terme</b>	<b>73358</b>



**Fig.33 : représentation graphique de la population de la région d' El'meghaier**

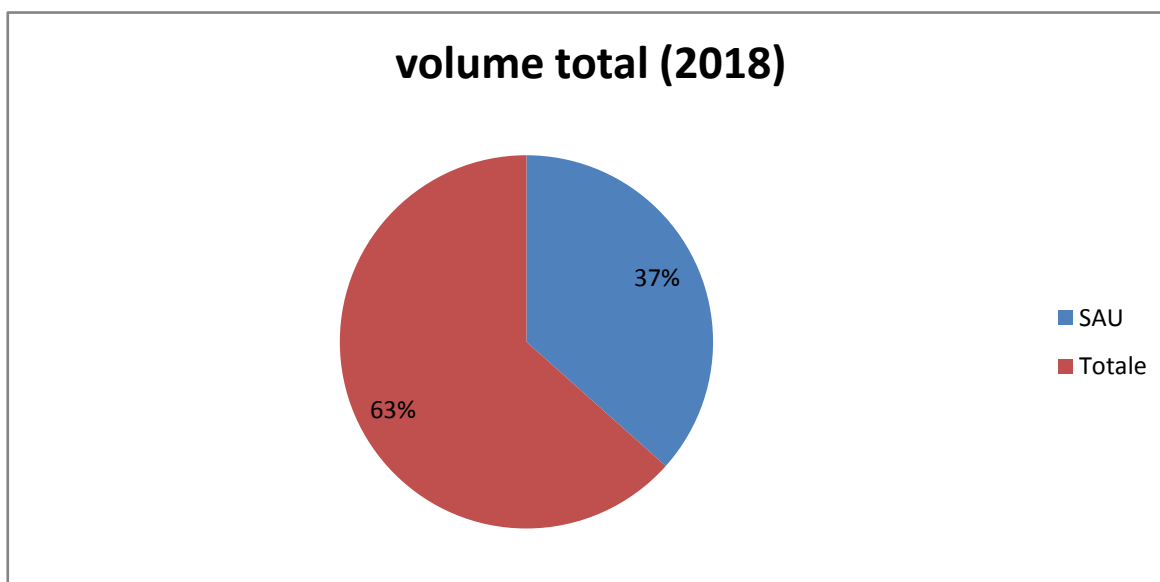
### II –2- Activité agricoles :

Selon la direction de la surface agricole de la région El'meghiaer (DSA2018) L'évolution de la surface agronomique totale **3976,88 ha**

**Tab 29: la surface agronomique dans d'El'meghaier**

La région	SAU	Surface non affectées à l'agriculture	Total
El'meghaier	1294,23ha	2682,65ha	3976,88

(DSA2018) El'meghaier



**Fig34 : représentation graphique de la surface agronomique dans la région de El'meghaier**

#### II-2-1- Evolution de la surface agricole :

D'après les données de la direction de survies agricoles El'meghiaer (DSA) 2018 la surface agricole est estimée en future selon le taux de croissance 2% par ans .elle est

l'ordre de combien

**Tab 30: représentation de surface agricole courts termes(2028) :**

SUA(2018)	SAU(2028)	Le taux de croissance
2294,23	6226	2%

(DSA2018) El'meghaier

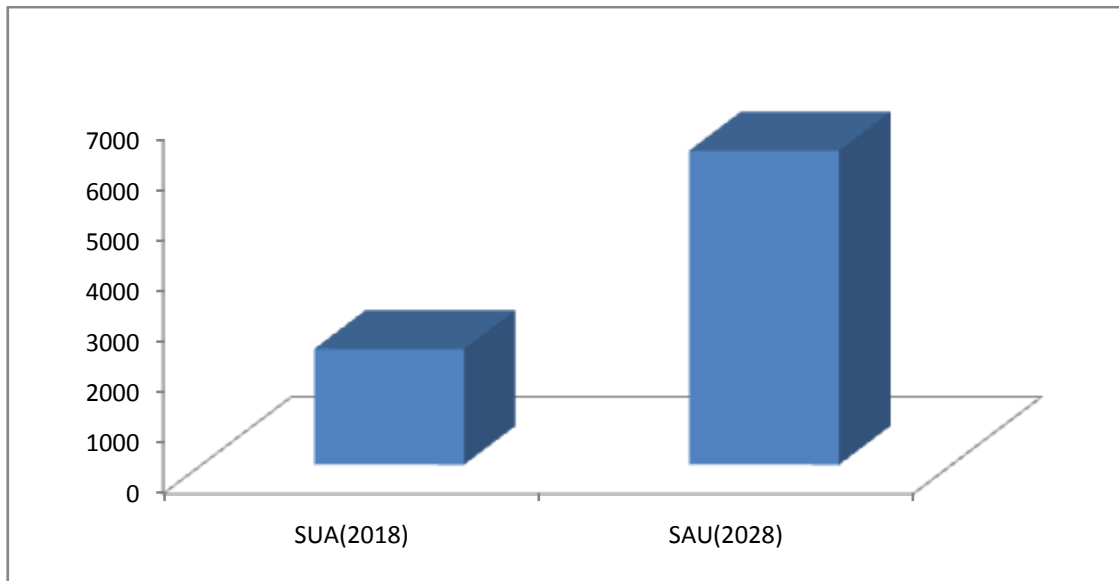


Fig 35 : représentation de surface agricole (2018 , 2028)

Tab 31: représentation de surface agricole long termes(2038)

SUA(2018)	SAU(2028)	Le taux d'accroissance
2294,23	82340	3 ,5%

(DSA2018) el'meghaier

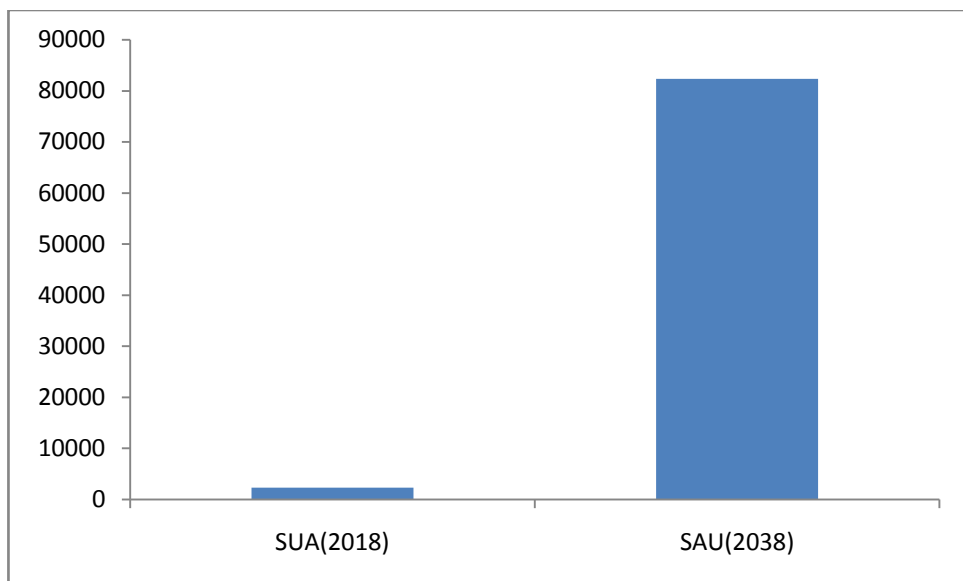


Fig36 : représentation de Surface Agricole (2018 , 2038)

### II -3-Distribution des volumes d'eau :

#### II- 3 -1- La potentialité de ressource en eau(2018) :

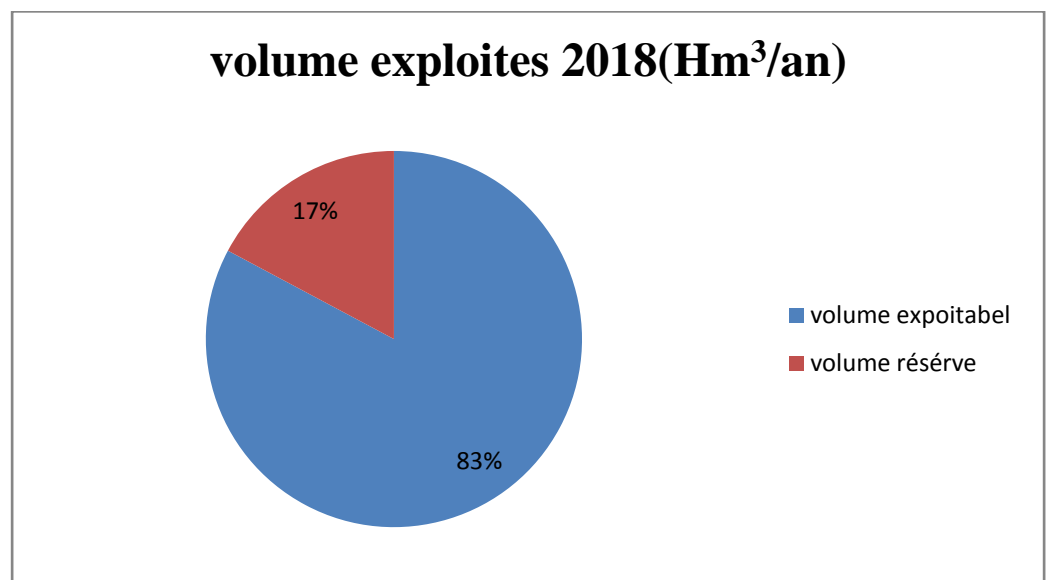
D'après les derniers bilans de la D R E(2018) on trouve que :

La potentialité des ressource en eau total (volume total) dans la région d'étude est de l'ordre de :  $40\text{hm}^3/\text{an}$  , avec un volume exploitable  $33,7\text{hm}^3/\text{an}$

**Tab 32: la potentialité de la ressource en eaux :**

Nombre de forage	Volume total $\text{Hm}^3/\text{an}$	Volume exploite $\text{Hm}^3/\text{an}$	Volume réserver $\text{Hm}^3/\text{an}$
146	42	34,77	7 ,23

(DRE2018) El'meghaier



**Fig37 : représentation graphique de la potentialité des ressource en eaux**

#### II-3-2- distribution de potentialité hydrique sur le différent secteur :

La quantité d'eaux est reparte selon le secteur comme ce suite :

-Alimentation en eau potable  $9,1 \text{ hm}^3/\text{an}$

- Alimentation en eau d'irrigation  $24,6\text{hm}^3/\text{an}$

-alimentation en eaux industrielle  $1,07\text{hm}^3/\text{an}$

Tab33 : distribution de potentialité hydrique sur les différents secteurs 2018

Secteur	Nombre de forage	Volume total Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploite Hm <sup>3</sup> /an
AEP	16	14,44	9,1
AEA	130	25,56	24,6
AEI	9	2	1,07

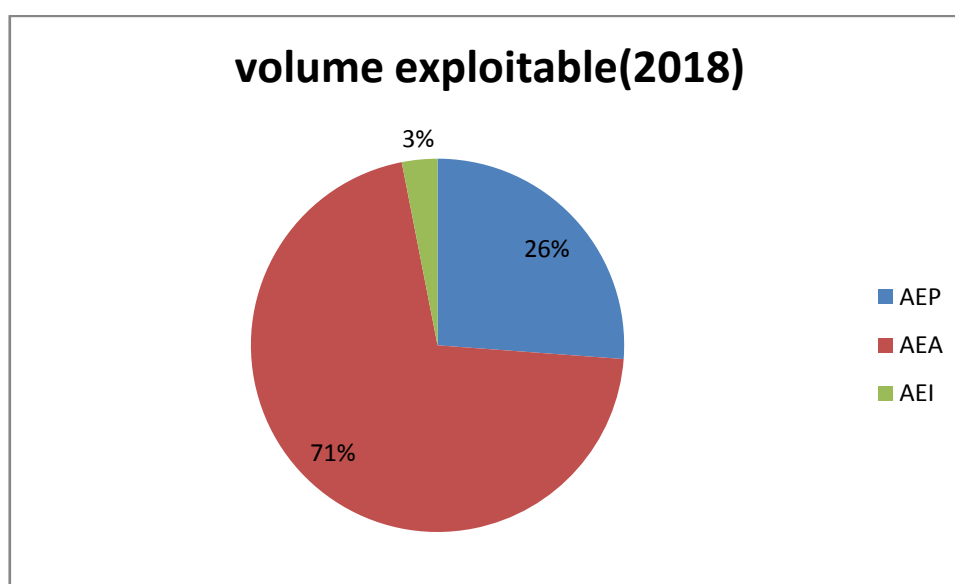


Fig 38: distribution de potentialité hydrique sur le différent secteur (2018)

#### II-4- Evolutions des besoins en eau des différents secteurs :

L'évaluations de la demande socio-économique en eau est augment selon les besoins en eau a plus moins long terme (2018-2038) pour les différents secteurs usage .

L'alimentation en eau potable (AEP), l'alimentation en eau agricole (AEA)

Le dotation journalière moyenne de l'eau dans notre zone d'étude est de l'ordre de 150l/j/h

La dotation mesurée pour l'agriculture est en moyenne 243hm<sup>3</sup>/an

Tab 34: Distribution de potentialité hydrique sur es différents secteur 2028

Secteur	Number de forage	Volume exploitable (2018) (hm <sup>3</sup> /an)	Volume exploitable(2028) (hm <sup>3</sup> /an)	Volume exploitable (2038) (hm <sup>3</sup> /an)
AEP	16	9,1	12	14
AEA	130	24,6	27,5	28 ,2
AIA	9	1,07	0,7	0,4

DRE El'meghaier

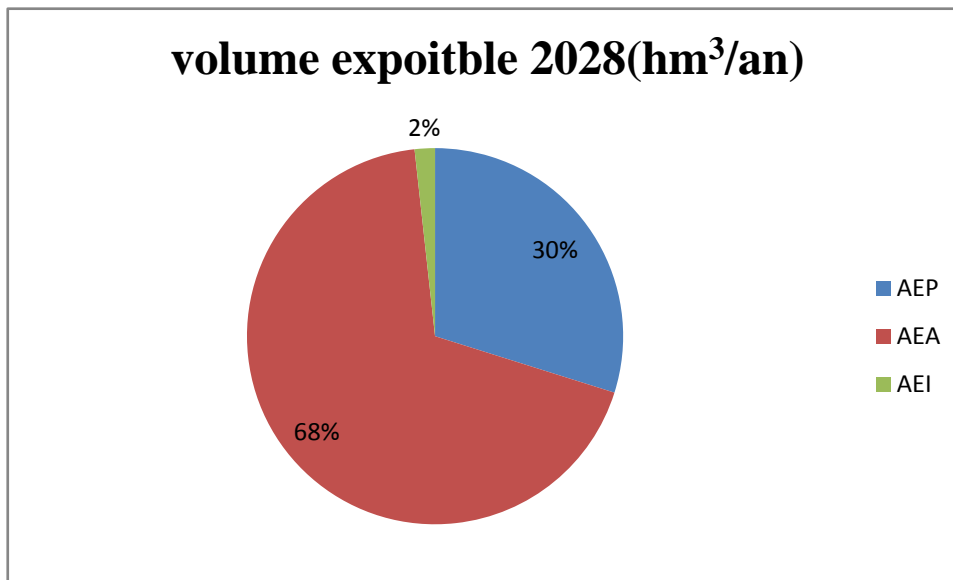


Fig39 : Le distribution de potentialité hydrique sur les différents secteurs (2028)



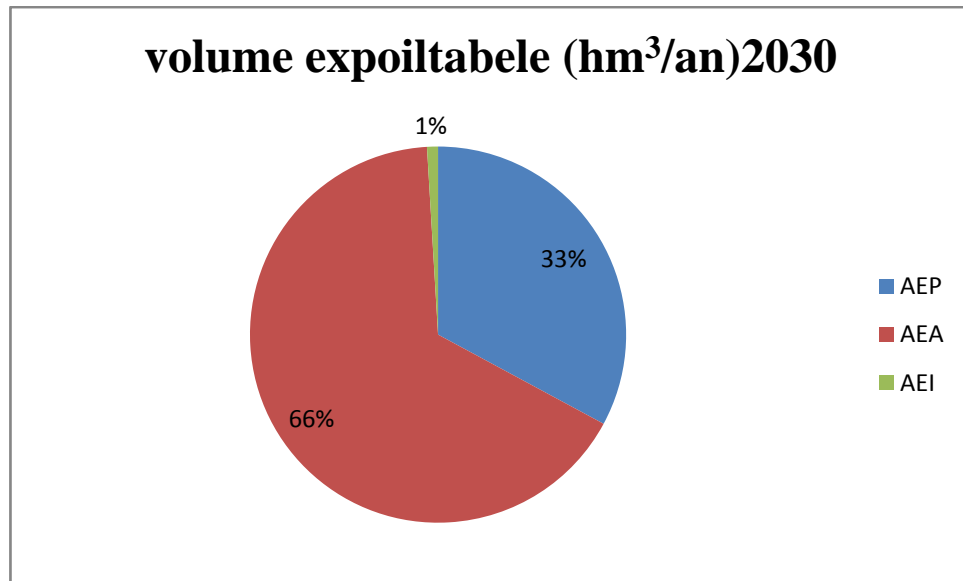


Fig40 :Le distribution des potentialités hydriques sur les différents secteurs (2038)

## II-5- situation 2028 et 2038 :

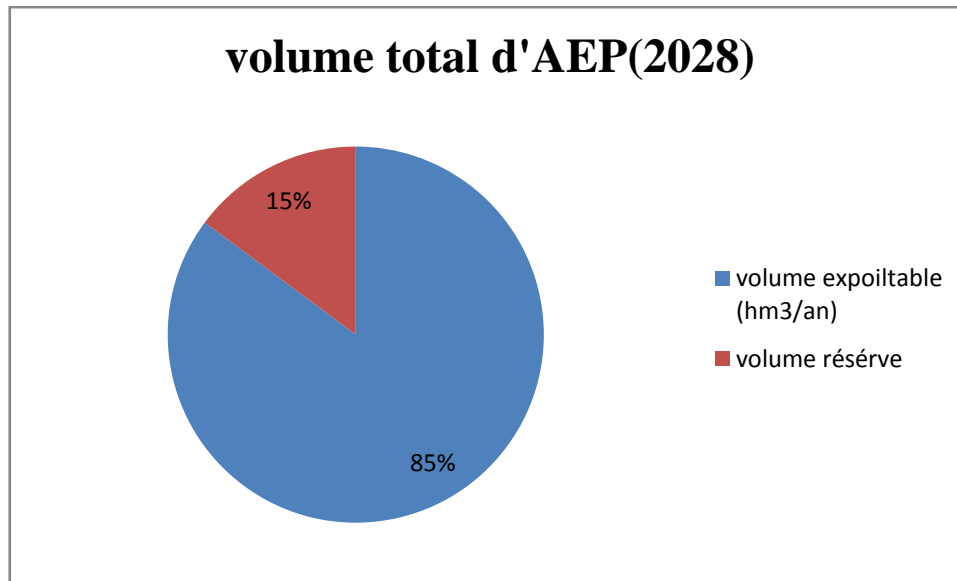
### II-5-1- Alimentation en eau potable :

#### II-5-1-1- Alimentation en eau potable en courts termes( 2028) :

d'après le taux de croissance de la région d' El'meghaier qui marqué par une augmentation de demande en eau

Tab 35: Alimentation en eau potable (2028)

Secteur	Nombre de forage	Volume total Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploitable hm <sup>3</sup> /an	Volume réservé Hm <sup>3</sup> / an
AEP	16	14,44	12	2,44



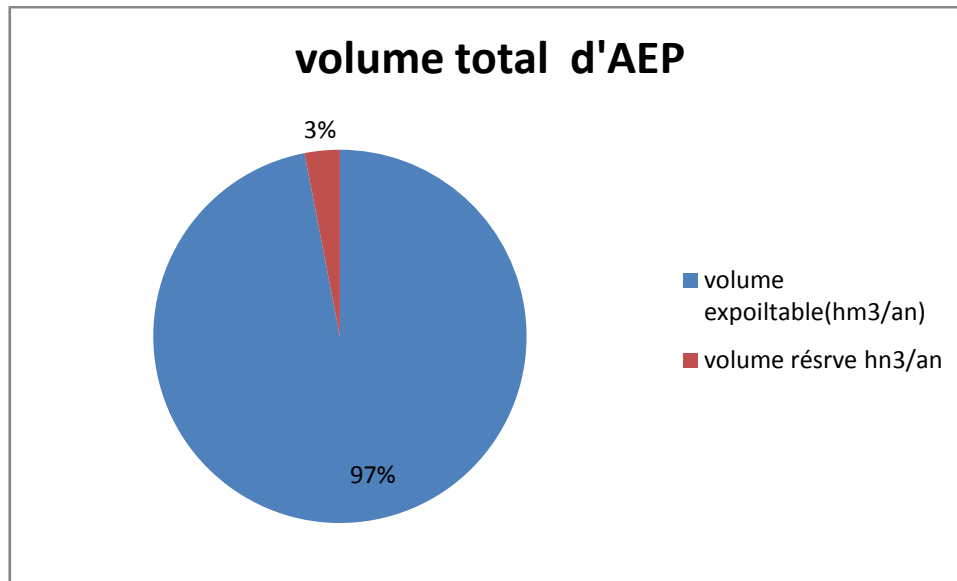
**Fig. 41: Représentation graphique de l'alimentation en eau potable à court termes en 2028**

**II-5-1-2- alimentation en eau potable à long termes(2038) :**

D'après le taux de croissance de la région d' El'meghaier qui est marqué par une augmentation de demande en eau

**Tab36 : Alimentation en eau potable (2038) :**

Secteur	Nombre de forage	Volume total (Hm <sup>3</sup> /an)	Volume exploitable (hm <sup>3</sup> /an)	Volume réservé Hm <sup>3</sup> / an
AEP	16	14,44	14	0,44



**Fig42 : Représentation graphique de l'alimentation en eau potable à long termes en 2038**

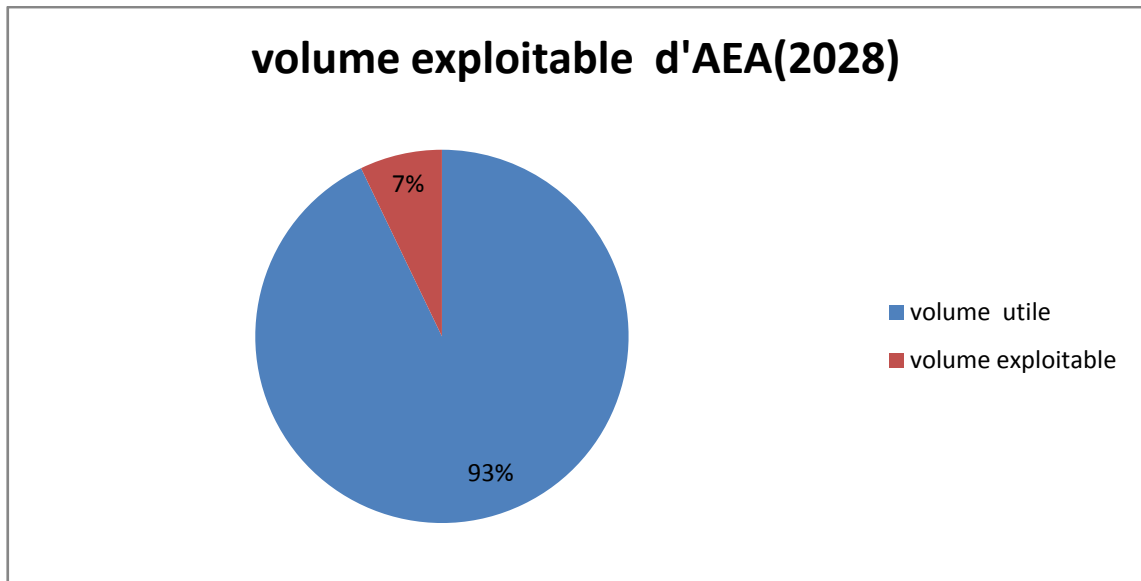
**II-5-2- Alimentation en eau agricole :**

**II -5-2-1-Alimentation en eau agricole court termes(2028) :**

Selon l'augmentation de surface pour le court terme (2028) et 6226 ha le volume exploitable est de l'ordre de 1,96 hm<sup>3</sup>/an

**Tab37 : Alimentation en eau agricole court terme(2028)**

Secteur	Nombre de forage	Volume utile hm <sup>3</sup> /an	Volume exploitable (2028) hm <sup>3</sup> / an	Volume réservé hm <sup>3</sup> / an
<b>AEA</b>	<b>130</b>	<b>25,24</b>	<b>27,5</b>	<b>1,94</b>



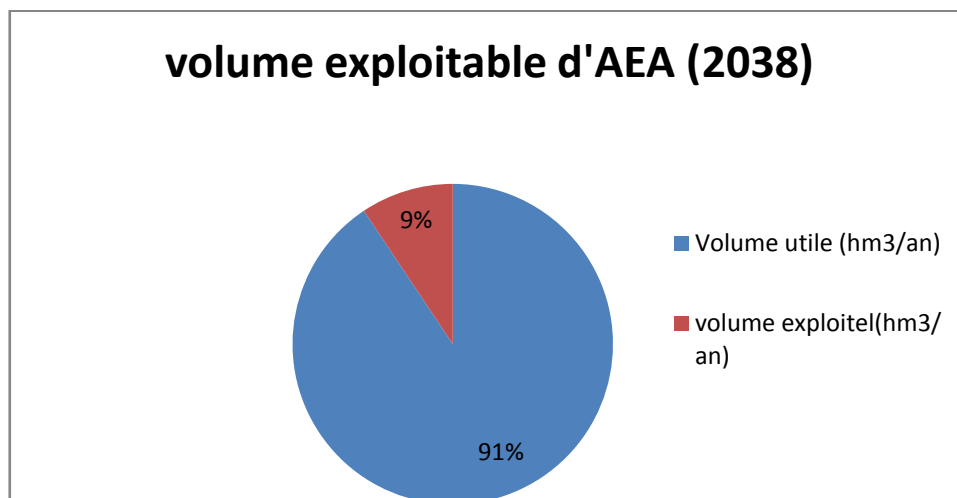
**Fig 43: représentation graphique de l'alimentation en eau agricole en (2028)**

**II -5-2-2-Alimentation en eau agricole long terme(2038) :**

Selon l'augmentation de surface pour la courts termes (2038) e82340 he le volume exploitable est de l'ordre de :2 ,64 hm<sup>3</sup>/an

**Tab 38 : Alimentation en eau agricole long termes(2038)**

Secteur	Nombre de forage	Volume utile hm <sup>3</sup> /an	Volume exploitable (2030) hm <sup>3</sup> / an	Volume réservé hm <sup>3</sup> / an
AEA	130	25,24	28,2	2,82



**Fig44 : représentation graphique de l'alimentation en eau agricole en (2038)**

### II-5-3- Alimentation industrielle :

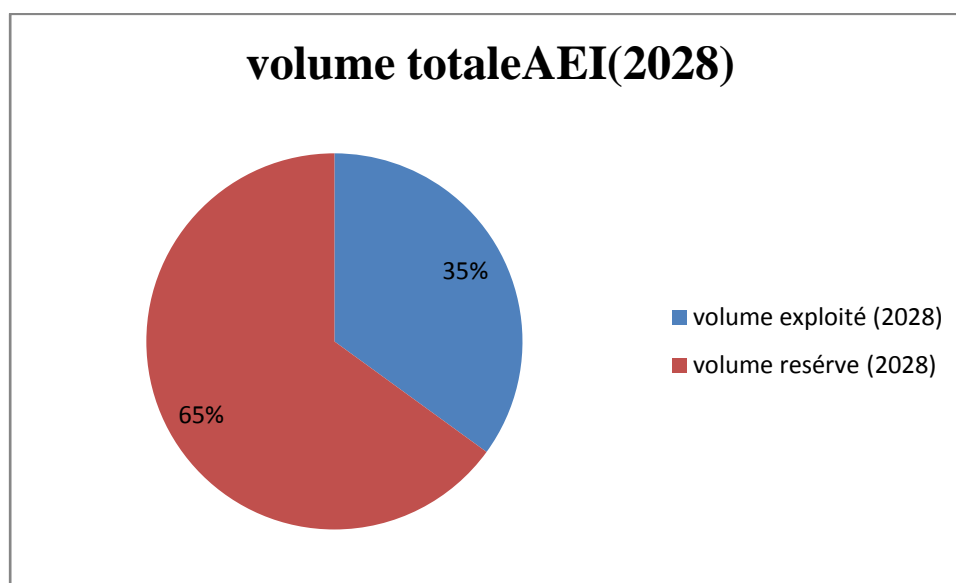
#### II-5-3-1- Alimentation en eau industrielle court termes(2028) :

Au de notre région d'étude les activités industriel presque inexistence sauf ; l'exploitations du brique au niveau El'meghaier .

Le volume totale exploité pour l'industrie est de l'ordre de  $2\text{Hm}^3/\text{an}$  et le nombre de forage est de l'ordre de 9

**Tab39 : L'alimentation en eau pour l'industrielle (2028)**

Secteur	Nombre de forage	Volume totale $\text{Hm}^3/\text{an}$	Volume exploitable(2028) $\text{hm}^3/\text{an}$	Volume réserve $\text{Hm}^3/\text{an}$
AEI	9	2	0,7	1,3



**Fig. 45. Représentation graphique de l'alimentation en eau industrielle (2028)**

#### II-5-3-2- Alimentation en eau industrielle long termes(2038) :

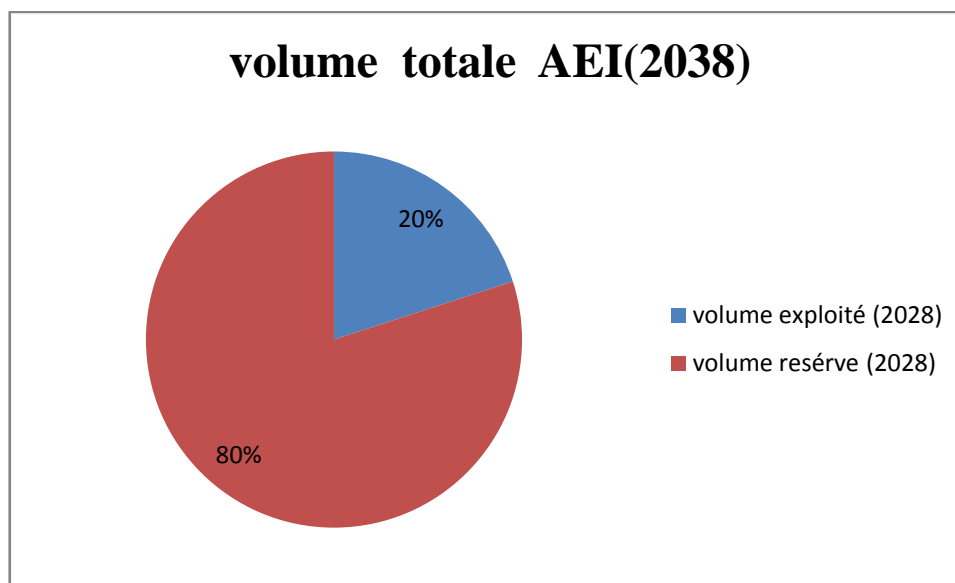
Au de notre région d'étude les activités industriel presque inexistence sauf ; l'exploitation du brique au niveau El'meghaier.

Le volume totale exploité pour l'industrie est de l'ordre de  $2\text{Hm}^3/\text{an}$  et le nombre de forage est de l'ordre de 9

L' évolution de ce volume est basée sur des rations moyennes exprimées en  $m^3/an/empois$  selon les activités . En admettant un taux d'accroissement moyen de 3,5%

**Tab 40: L'alimentation en eau pour l'industrielle (2038)**

Secteur	Nombre de forage	Volume totale $Hm^3/ an$	Volume exploitable(2038) $Hm^3/an$	Volume réserve $Hm^3/an$
AEI	9	2	0,4	1,6



**Fig. 46. Représentation graphique de l'alimentation en eau industrielle (2038)**

### II- 6- Le bilan global de ressource et utilisation :

Les ressource en eau actuelle de la région El'meghaier sont orientées vers les secteur de l'alimentation en eau potable sont et l'industrielle et irrigation sont respectivement de l'ordre de  $41,07 hm^3/an$  .

Et pour étal actuelle (2018)  $34,77 hm^3/an$  et court termes (2028)  $40,2 hm^3/ an$  et long termes (2038)  $42,6 hm^3/an$  on peut dire que ces ressources sont suffisants pour satisfaire les besoins.

Tab 41: besoins total en eau dans la région de el'maghaier (2018-2038)

Secteur	Ressources(2018) Hm <sup>3</sup> / an	Besoins 2018 Hm <sup>3</sup> / an	Besoins (2018) Hm <sup>3</sup> /an	Besoins (2038) Hm <sup>3</sup> /an
AEP et AEI	16,44	10,17	12,7	14,4
AEA	25,26	24,6	27,5	28,2

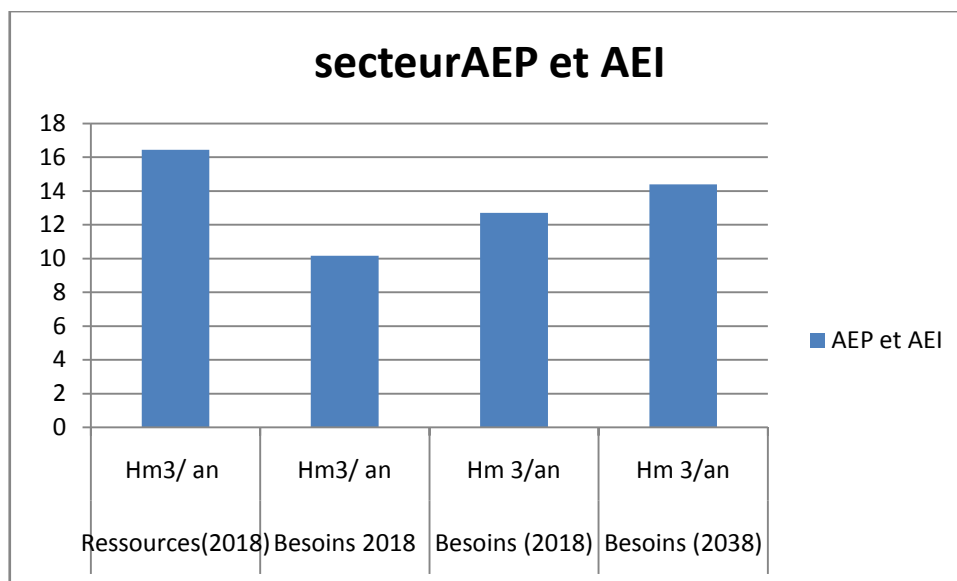


Fig47 : besoin total en eau dans la région el'mghaier (2018-2038)

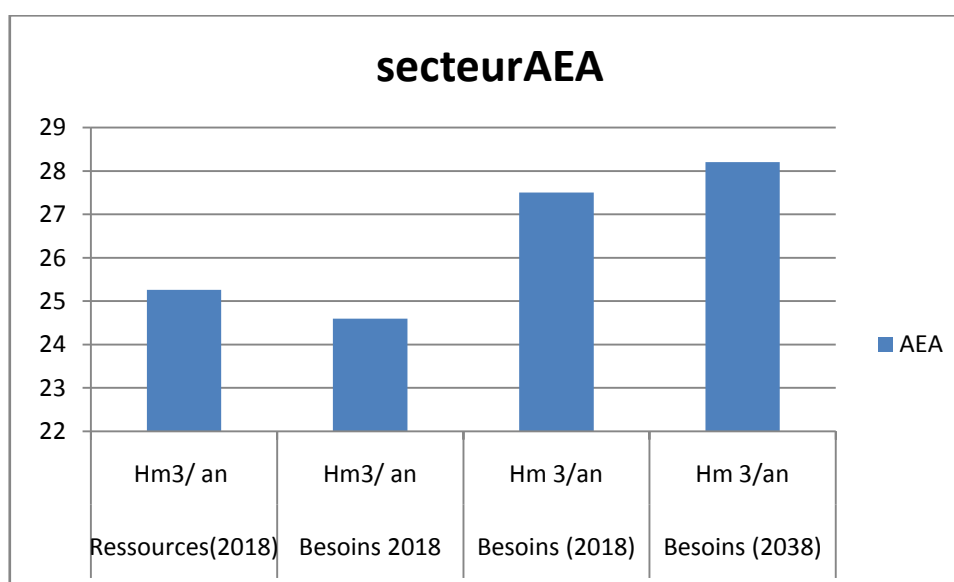


Fig48 : besoin total en eau dans la région El'mghaier (2018-2038)

### III- Conclusion:

L'étude hydro chimique nous permet de donner une idée sur la qualité et la potabilité de l'eau dans la région d'El'méghaier;

- De la deuxième nappe des sables de Mio-pliocène <<CT2>>
- De la nappe du continental intercalaire <<CI>>

-La température des eaux de CT2 est de l'ordre de 27°C, pour la nappe du continental

Intercalaire elle est très élevée ; elle est de l'ordre de 60°C l'augmentation de la température est fonction de la profondeur de la nappe.

- L'analyse chimique montre que les sulfates, magnésiums, chlorures et les sodiums sont les éléments chimiques dominants, cela montre que les eaux sont en contact avec les formations riches en sels (argileux, gypsifère), les bicarbonates possèdent l'élément le plus faible, ceci traduit une recharge faible des nappes.

- les classifications selon Stabler, Schoeller et Piper montrent que les faciès pour la nappe CT2 et la nappe Continental Intercalaire sont:

\* Sulfaté manganésien ; sulfate sodique ; Chloruré magnésien et chloruré sodique, on trouve que les eaux du CT2 se trouvent dans un stade très évolué que la nappe du CI.

- ces faciès chimiques sont liés d'une part à la géologie locale de la région et d'autre part aux quelques problèmes techniques concernant l'état des puits surtout ceux du Complexe Terminale (perforation des puits)

- Pour les deux situations 2018 -2038 les ressources qui alimentent le secteur AEP sont suffisantes et satisfaisantes par les ressources qui versent le secteur agricole présente un manque de l'ordre de 1,26hm<sup>3</sup>/an qui nous oblige à la réalisation d'autres forages pour satisfaire la demande agricole.

Etat actuel 2018 :

L'alimentation en eau potable est de 14,44hm<sup>3</sup>/an ;



## Chapitre III Etude qualitative et quantitative ressource en eaux

---

L'alimentation agriculture est  $25,56 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

L'alimentation industrielle  $2 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

Le bilan de besoin est  $33,7 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

D'après les données des volumes mobilisés et le bilan des besoins en 2018 est satisfaisant

Court terme 2028 :

L'alimentation en eau potable est  $14,44 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

L'alimentation agriculture est  $25,56 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

L'alimentation industrielle  $2 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

Le bilan de besoin est  $39,5 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

D'après les données de volume mobilisé et le bilan de besoin en 2028 est non satisfaisant

Long terme 2038 :

L'alimentation en eau potable est  $14,44 \text{ mh}^3/\text{an}$  ;

L'alimentation agriculture est  $25,56 \text{ mh}^3/\text{an}$

L'alimentation industrielle  $2 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

Le bilan de besoin est  $42,2 \text{ mh}^3/\text{an}$

D'après les données de volume mobilisé et le bilan de besoin en 2038 est non satisfaisant avec une demande de l'ordre est  $42,2 \text{ mh}^3/\text{an}$ .

demande en suivi de l'utilisation des eaux pour les deux secteurs et assurer la réalisation des autres forages. Votre bilan est négatif et l'alimentation est faible

### Conclusion général :

La plupart des pays accordent la priorité la satisfaction des besoins humains fondamentaux en eau, un cinquième de la population du monde n'a pas accès à l'eau potable.

Ces insuffisances de service affectent principalement les segments les plus pauvres de la population des pays en développement. Dans ces pays, la satisfaction des besoins d'approvisionnement en eau en faveur des zones rurales et urbaines. Représente un des défis les plus sérieux pour les années à venir. La réduction de moitié de la proportion de population qui ne dispose pas de service d'eau et d'assainissement jusqu'en 2016 était un des Objectifs pour le développement.

El'meghaier est une partie de la wilaya d' El 'oued qui se situe dans la zone saharienne. Son climat sec désertique est caractérisé par une précipitation faible variée entre juillet (0,07mm) et une haute température très élevée d'ordre au mois d'Aoute 33,75°C

A El'meghaier, l'eau souterraine est la seule ressource utilisée pour l'alimentation en eau potable et agriculture, le nombre total des forages d'exploitation est 146 avec un volume mobilisé en 2018 est 40 le nombre de forage dirigé vers la AEP est de 16 avec un volume de l'ordre et pour l'alimentation agriculture est 130 avec un volume de l'ordre

Le volume total exploité en 2018 est 41,7 hm<sup>3</sup>/an Pour :

L'alimentation en eau potable est 14,44 hm<sup>3</sup>/an ;

L'alimentation agriculture est 25,56 hm<sup>3</sup>/an ;

L'alimentation industrielle 2 hm<sup>3</sup>/an ;

Le bilan de besoin est 33,7 hm<sup>3</sup>/an ;

D'après les données des volumes mobilisés et le bilan des besoins en 2018 est satisfaisant

Court terme 2028 :

L'alimentation en eau potable est 14,44 hm<sup>3</sup>/an ;

L'alimentation agriculture est 25,56 hm<sup>3</sup>/an ;

L'alimentation industrielle 2 hm<sup>3</sup>/an ;

Le bilan de besoin est 39,5 hm<sup>3</sup>/an ;

## Conclusions générale

---

D'après les données de volume mobilisé et le bilan de besoin en 2028 est non satisfaisant

Long terme 2038 :

L'alimentation en eau potable est  $14,44 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

L'alimentation agriculture est  $25,56 \text{ hm}^3/\text{an}$

L'alimentation industrielle  $2 \text{ hm}^3/\text{an}$  ;

Le bilan de besoin est  $42,2 \text{ hm}^3/\text{an}$

D'après les données de volume mobilisé et le bilan de besoin en 2038 est non satisfaisant avec un déficit de l'ordre de  $42,2 \text{ hm}^3/\text{an}$

d'après les estimations on conclut que la région d'étude a un manque de quantité d'eau de l'ordre  $39,5 \text{ hm}^3/\text{an}$  pour 2028 et  $42,2 \text{ hm}^3/\text{an}$  pour 2038. Manque de demande en suivi de décontamination des eaux pour les deux secteurs et assés réalisation des autres forages.

Et, d'un premier temps et avant les 50 du 20<sup>ème</sup> siècle, les eaux de la nappe phréatique étaient les seules à être exploitées, mais après la découverte du pétrole qui arrive à l'ouverture des grandes aquifères et à cause de la nécessité de développement des deux grandes formations continentales intercalaires et le complexe terminal qui en exploitation à nos jours.

Gestion intégrée veut dire que toutes les différentes utilisations des ressources en eau sont

prises en compte ensemble. Les attributions et la décision de gestion de l'eau prennent en compte les effets de chaque utilisation sur les autres. Elles sont en mesure de tenir compte des objectifs sociaux et économiques globaux, y compris la réalisation du développement durable. Ceci signifie également assurer une prise de décision politique logique liée à tout le secteur.

**Annexe**

**DONNEES CLIMATOLOGIQUES DE LA REGION DE TOUGGOURT**

**PERIODE : 2005- 2010**

ANNEE	Mois	Moyenne de T MIN EN °C	Moyenne de T MAX EN °C	Moyenne HUMIDITE EN %	FORCE DU VENT Max EN KM/H	Cumul PRECIPITATIONS EN MM	Cumul EVAPORATION EN MM	Cumul INSOLATION EN Heure
2005	Janvier	2,0	15,5	69	72	0	63,5	252,7
	Fevrier	3,8	17,2	59	83	4,1	94,5	236,6
	Mars	11,4	24,4	47	79	0,8	157,9	228,8
	Avril	14,0	28,3	39	94	0,2	177,4	283,2
	Mai	19,9	35,4	32	79	0	199,1	325,1
	Juin	24,1	38,2	36	112	3,3	260,5	313
	Juillet	28,0	43,4	29	54	0	305,2	330,2
	Aout	25,9	40,6	36	58	6,2	223,8	322,5
	Septembre	22,1	34,8	46	83	6,1	234,1	272,2
	Octobre	17,5	30,4	55	43	3,2	146	272,1
	Novembre	10,3	23,7	53	54	1,7	129,2	235
Décembre	4,1	16,9	65	61	0,1	75,6	239,5	
2006	Janvier	3,3	14,9	67	43	38,7	48,7	228,1
	Fevrier	6,6	18,3	57	90	1,1	102	223,6
	Mars	10,5	26,1	40	65	0	176	306
	Avril	16,3	31,1	38	86	3,2	191,6	273,9
	Mai	21,1	35,5	32	101	1,1	200,6	281,7
	Juin	24,1	39,2	25	58	0,4	295,2	344,3
	Juillet	27,1	41,0	29	65	0,2	318,8	370,2
	Aout	26,3	40,9	35	79	2,2	247,9	332,2
	Septembre	20,4	33,5	45	61	14,5	160,3	274,7
	Octobre	17,6	31,8	47	58	14,2	158,1	285,2
	Novembre	9,6	23,6	59	40	2,7	83,8	253
Décembre	7,1	17,9	72	58	6,6	55,4	220,4	

2007	Janvier	4,5	18,8	65	65	0	45,3	259,7
	Fevrier	8,3	21,4	53	61	0,3	84,9	209,5
	Mars	9,3	23,3	45	86	0,8	117,5	284,6
	Avril	14,3	26,3	56	68	41,5	100,3	234,7
	Mai	18,9	33,8	33	68	0,2	266,6	339,9
	Juin	24,7	40,5	27	58	0	240,9	329
	Juillet	25,2	39,9	31	65	0	207,8	376,1
	Aout	26,7	41,0	31	112	21,3	241,9	312,4
	Septembre	23,8	36,9	40	68	0,5	220,4	266,8
	Octobre	17,5	30,1	47	72	0,9	182,5	261,2
	Novembre	7,8	22,1	51	50	0,1	101,9	275,3
Décembre	4,4	17,2	63	43	11,5	62,5	233,7	

<b>2009</b>	<b>Janvier</b>	6,9	16,5	76	90	90,1	45	205,4
	<b>Fevrier</b>	6,7	18,5	52	65	0,3	112,4	253,2
	<b>Mars</b>	10,0	23,2	55	94	25,2	109	266,1
	<b>Avril</b>	12,4	25,9	45	83	10,5	123,3	320,8
	<b>Mai</b>	18,3	32,7	38	76	5,7	166,3	358,5
	<b>Juin</b>	23,7	38,6	32	54	0,1	226,1	344,1
	<b>Juillet</b>	27,3	42,8	33	83	0	202,3	361,7
	<b>Aout</b>	26,9	41,3	32	65	0	200	346,7
	<b>Septembre</b>	21,5	33,3	54	65	23,1	118,5	267,3
	<b>Octobre</b>	15,2	28,7	49	50	0,4	122,3	313,6
	<b>Novembre</b>	9,2	23,2	53	61	0	104,2	264,2
	<b>Décembre</b>	7,3	20,9	57	65	0,5	90,9	251,6

<b>2008</b>	<b>Janvier</b>	5,2	17,9	64	43	5,4	51,8	271,3
	<b>Fevrier</b>	6,2	19,8	53	32	1,4	66,9	239,4
	<b>Mars</b>	10,1	24,7	44	76	0	114,5	266
	<b>Avril</b>	15,0	30,5	31	83	0	202,7	280,3
	<b>Mai</b>	20,0	34,1	35	86	1,1	233,7	283,4
	<b>Juin</b>	23,2	37,4	40	65	3	219,3	372,2
	<b>Juillet</b>	28,0	43,3	30	94	0,501	332,9	352,8
	<b>Aout</b>	26,8	41,3	37	101	0,1	216,7	337,1
	<b>Septembre</b>	23,6	36,4	46	97	5	160,7	254,4
	<b>Octobre</b>	17,8	28,6	64	68	29,8	87,9	205,4
	<b>Novembre</b>	9,4	21,2	67	58	3,4	78,4	267,7
	<b>Décembre</b>	5,4	16,8	72	72	6,1	52,3	228,9

<b>2010</b>	<b>Janvier</b>	6,7	19,1	62	86	9,8	69,6	266,8
	<b>Fevrier</b>	8,4	23,1	48	65	1,1	122	207,5
	<b>Mars</b>	11,3	26,1	44	72	0,3	142	224,6
	<b>Avril</b>	15,6	29,5	46	94	12,1	158,5	243,6
	<b>Mai</b>	17,5	31,4	38	97	2,1	182,5	320,6
	<b>Juin</b>	24,4	38,9	28	86	0	273,8	260,3
	<b>Juillet</b>	27,1	42,0	29	90	0	305,4	359
	<b>Aout</b>	26,9	41,8	34	58	0	284,9	351,2
	<b>Septembre</b>	22,2	35,0	47	72	2,4	190,1	273,6
	<b>Octobre</b>	15,7	29,0	49	65	0	175,5	265,8
	<b>Novembre</b>	9,5	23,4	55	54	0	163,8	264,5
	<b>Décembre</b>	6,2	19,3	56	50	0	140,8	245,5

# Résumé

## Résumé

La région d'El'meghaier possède une richesse hydraulique ,importante , représentée par deux systèmes d'aquifères multicouches (le complexe terminal et le continental intercalaire ). Ces différent nappes recèlent des potentialités hydriques importantes , qui sont actuellement abondamment exploitées pour les usages domestiques ,industriel et la palmeraies .Malgré la disponibilité de la ressource ,la qualité de l'eau reste un problème dans cette région .

**Mots clé :** Elmeghaier ,aquifère ,continental intercalaire , complexe terminal , potentialité hydrique ,ressource .

## ملخص:

منطقة المغير لديها ثروة مائية هامة متمثلة في نضامين من أنظمة متعددة طبقات المياه الجوفية الهامة والمستعملة حاليا في أغراض منزلية صناعية وكذلك زراعية ,على الرغم من توفر هذه الموارد المائية لا تزال نوعية المياه مشكلة في هذه المنطقة .

**الكلمات المفتاحية :** المغير , طبقة جوفية , الطبقة القارية الوسطية , المجمع القاري

,امكانات المياه , الموارد

## **Abstract :**

El'meghaier region possesses a wealth hydrique important , represented by two big watre Bearing systèmes multilyers(the continental intercalary and the complex terminal ). These various tablecloths conceal potentialities hydrique important ,which are expolited abundantly at present for domstic manners , Manufacturers and the irrigation of plam plantation,I dispit of the availablity of the resource ,the quality of the watre stays aproblem in region .

**keyword :** el'meghaier ,watre –bearing ,continental intrecalary , complex treminal ,ptentialities hydrique ressource