

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



N° d'ordre :

Série :

**Université Kasdi Merbah Ouargla**  
**Faculté des sciences appliqués**  
**Département : Génie civil et hydraulique**  
**Spécialité : Hydraulique**

**THESE**

**DÉVELOPPEMENT DURABLE ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU DE  
LA CUVETTE DE OUARGLA**

**Présenté et soutenu publiquement par**  
**MANSOURI Zina**

**Devant le jury composé de :**

<b>Non &amp; Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Université</b>	<b>Membre de jury</b>
<b>KRIKER Abdelouahed</b>	Professeur	Université d'Ouargla	Président
<b>LEGHRIEB Youcef</b>	Maitre conférence A	Université d'Ouargla	Rapporteur
<b>KATEB Samir</b>	Professeur	Université d'Ouargla	Examineur
<b>OUNOKI Samira</b>	Professeur	Université de Biskra	Examinatrice
<b>ZEGAIT Rachid</b>	Maitre conférence A	Université de Djelfa	Examineur
<b>MILOUDI Abdelmonem</b>	Maitre conférence A	Université d'El Oued	Examineur

**Année universitaire : 2022/2023**

# Remerciements

Au terme de ce travail, nous ne manquons d'adresser mes sincères remerciements à tous ce qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail .

Ma premières reconnaissances sont adressées tout d'abord à mon directeur de thèses Monsieur Leghrieb Youcef, de part son suivi continu et ces conseils fructueux et judicieux. Il m'a permis d'élaborer cette thèse et qui sans aides, ce travail n'aurait point vu de jour.

Je voudrais également remercier présentent de jury : le professeur Kirke Abd elouahd université ouargla et les membres de jury : madame le professeur Ouanouki Samira de université de Biskra ; le docteur Miloudi El Mounem de l'université el\_ oued ; le professeur Kateb Samir université ouargla et le docteur Zegait Rachid de l'université el\_dejfa , pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre mon travail.

Je remercie toute l'équipe de l'ANRH de ouargla et Touggourt particulièrement Mr Ben Hamida silimen et Mr : Sayah Lambarek youcef, qui ont met à notre disposition tous les documents nécessaires, constituant la base de ce travail. Ainsi que

Je remercie affectueusement le docteur Kouadri Saber chef de l'unité ONA Illizi qui a déployé ses efforts, pour me faire profiter de ces vastes connaissances et qui m'a largement aidé au cours de la réalisation de ce travail.

Je remercie madame Souadnia Sabrina de maitre de conférence de l'université de Sétif  
Mes r e m e r c i e m e n t s et mes reconnaissances s'adressent aussi à tous les enseignants de département génie civil et hydraulique l'université d'ouargla , ceux du en particulier, Meziani Nedjma ;Belmabdi Amel Djireb Samir et Manai Omar ainsi que j e remercié Mr ben ganna larbi l'ingénieur en spécialité en system d'information géographique ( SIG) Boumerdés , je tiens à remercier tous les amis qui m'ont aidés et encouragés pour réaliser ce travail.

**Mansouri Zina**

## **TABLES DES MATIERES**

## TABLES DES MATIERES

Introduction Général 1

### PARTIE I, CHAPITRE I

I - Situation géographiques du la cuvette d'ouargla : .....	4
I .1 les limites administratives de la cuvette d'ouargla : .....	4
I . 2 Les communes de la cuvette d'ouargla : .....	4
II. Cadre géologique régional : .....	5
II.1. Les bassins sédimentaires de la plateforme saharienne .....	6
II.2. Cadre géologique local : .....	7
II.2.1 Cadre stratigraphique et paléontologique de La cuvette d'ouargla : .....	8
II.2.2 Tectoniques de la cuvette d'Ouargla .....	10
II.2.3 Paléogéographie de la cuvette d'Ouargla .....	11
II.2.4 Pédologie de la cuvette d'ouargla : .....	12
II.2.5 La géomorphologie de la cuvette d'ouargla : .....	14
II.2.6 Le couvert végétal de la cuvette d'ouargla : .....	15
III. Aperçu climatique du La cuvette d'ouargla : .....	20
III.1. Etude des paramètres Climatiques du la cuvette d'ouargla : .....	20
III.1.1. La répartition des pluies mensuelles, annuelles et saisonnières .....	20
III.1.2. La répartition des températures mensuelles : .....	22
III.2. Synthèse climatique : .....	23
III.2.1. Méthode courbe pluvio-thermique : .....	23
III.2.2. Méthode de quotient pluviométrique d' EMBERGER .....	24
III.2.3. Méthode d'Indice de sécheresse : .....	25
III.2.4. Humidité relative de l'air : .....	26
III.2.5. Vitesse Vents : .....	27
III.2.6. Durée de solarisation : .....	28
III.3. Bilan hydrique : .....	29
II.3.1. Méthodes de calcul de l'évapotranspiration potentielle ( l'ETP) .....	29
III.3.2. Estimation de l'ETR (Évapotranspiration réelle) .....	30
IV . Potentialités en eau : .....	32

IV . 1 Les eaux souterraines :	33
IV . 2 . Le contexte hydrogéologique régional :	34
IV .2.1. Le Complexe Terminal :	35
IV .2 .2. Le Complexe intercalaire :	36
IV. 3 -1 Le contexte hydrogéologique local.....	36
V. L'inventaire des points d'eau :	38
V.1 La Piézométrie la nappe superficielle de la cuvette d'ouargla 2008 et 2018 :	38
V.2 La Piézométrie la nappe sénonien ( CT ) 2008 et 2018 :	41

## **PARTIE I,CHAPITRE II**

I Réservoirs de Stockages :	44
I.1 les réservoirs de stockage dans la cuvette d'ouargla.....	44
I .2 – Types d'ouvrage de Stockage de la cuvette d'ouargla .....	45
II.3- Station d'épuration de la cuvette d'ouargla .....	46
II .3 – 1- Réparation stations d'épurations de la cuvette d'ouargla :	46
II .3 .2 Estimation volume d'eau brute entrant dans les stations traitements 2018 ..	46
III . Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla :	47
III . 1 Stations de déminéralisations et ces forages .....	47
III . 2 Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla :	49
III. 3 -Capacité d'eau traite m <sup>3</sup> /j Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla:	50
I V - Les Fonctions socio-économiques.....	51
I V – 1 La population et la Répartition par commune .....	51
I V – 2 Répartition des forages hydrique .....	52
I V – 3 Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'ouargla .....	53
IV- 4 La Surface Agricole Totale de la cuvette d'ouargla :.....	54
IV- 5 La Surface Agricole Utilisée Irriguées de la cuvette d'ouargla :.....	55
V. Bilan d'eau de la nappe superficielle de la cuvette d'ouargla .....	56
V -1 Entrées .....	56
V-2 Sorties : .....	57
V-3 Estimation des termes du bilan d'eau .....	57
V-3 -1 Entrées = QF-Irr + QF Aep + QPréInf.....	57
V-3 -2 Sorties = QPEc + QP-AbEtr + QP-SbEv + Q-HumEv + Q-drdrr .....	58

## **PARTIE II,CHAPITRE I**

Introduction .....	62
--------------------	----

I .Les eaux souterraines désignées a l'irrigation	:.....63
II. Cartographie les paramètres physico-chimiques	.....63
II .1.Les paramètres physiques	:.....65
II.1.1 Résidu sec (RS)	:.....65
II.1.2.La minéralisation	:.....67
II.1.3.Conductivité électrique	:.....69
III .Les paramètres chimiques	: .....73
III .1.Les éléments majeurs (ions positives)	: .....73
III .1 . 1 Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	: .....73
III .1 . 2 Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	: .....75
III .1 . 3 Sodium (Na <sup>+</sup> )	: .....77
III .2.Les anions	:.....79
III .2. 1 Bicarbonate(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	:.....79
III .2. 2 Chlorure (Cl <sup>-</sup> )	:.....81
III .2. 3 les Sulfates (So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	: .....83
IV .Classement des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018	.....85
IV . 1. Le premier procédé	:.....85
IV. 1 . 2 le deuxième procédé	:.....85
IV. 1.3. Représentation graphique des facies chimiques par Diagramme de PIPER	...86
IV.2 .Aptitude des eaux à l'irrigation	.....87
IV. 3 .Potableuilité des eaux souterrains des forages désigner a l'irrigation février 2018	.....91
VI.4- Résultats et discussion sur Les paramètres des eaux à usage agricole des eaux souterrains de la nappe Mio_pliocène	.....91
VI.4. 1 Résiduel Sodium Carbonate(RSC)	: .....91
VI.4. 2 Sodium Adsorption Ratio (SAR)	:.....93
VI.4. 3 Indice de perméabilité (PI)	: .....95
VI.4. 4 Le pourcentage du sodium (% Na <sup>+</sup> ou SSP)	:.....97
VI.4.5. Indice d'échange de sodium ( KI)	:.....99
VI.4. 6 Relations entre les paramètres	..... 101
V. Cartographie des Les paramètres physico-chimiques de nappe Sénonien désalignées pour l'alimentation potable	: ..... 102
V. 1. Les paramètres physiques	: ..... 104
V. 1. Conductivité électrique	: ..... 104
V. 2. Lepotential Hydrogène (PH)	: ..... 106
VI .Les paramètres chimiques	: ..... 108

VI.1. Les cations :.....	108
VI .1 . 1 Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) :.....	108
VI .1 . 2 Magnésium ( Mg <sup>+2</sup> ) :.....	110
VI .1 . 3 Sodium ( Na <sup>+</sup> ) :.....	112
VI.2. Les anions :.....	114
VI .1 . 1 Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) :.....	114
VI .1 . 2 Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) :.....	116
VI .1 . 3 sulfure (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) :.....	118
VII .Classification des eaux des forages (AEP) février 2018 :.....	120
VIII . Classification graphique des eaux des forages (AEP) février 2018.....	120
IV. 3 .Potableuilité des eaux souterrains :.....	122

## **PARTIE II,CHAPITRE II**

Introduction : .....	124
I – Les paramétrés généraux du modelé WEAP.....	125
I.1 Site et secteurs de demandes.....	125
I. 2 Création des scénarios d'alimentations eau :.....	126
I.2 – 1 Scénario de référence :.....	126
I. 2.2 Les paramètres introduites dans logiciel WEAP scénario de référence.....	127
II- Niveau d'activité annuelle.....	128
II - 1 Sites de demandes domestiques scénario Année de référence 2018 :.....	128
II . 2 Evolution de la population tous les scénarios (2018-2058) :.....	130
II .3 . Demande en eau potablaule .....	132
II .3. 1. Mobilisation des eaux souterraine :.....	132
II . 3. 2 Evolution de consommation de scénario de référence : .....	133
II.3. 3 .Evolution le taux de consommation annuelle d'eau scenario amélioré (2018-2058) :.....	134
II.3. 4 Evolution taux de consommation annuelle d'eau scénario normalisée, (2018-2058) :.....	135
II.3. 5 Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm <sup>3</sup> scénario optimale (2018-2058).....	137
III Sites de demandes surface agricoles utilisées (S a u ) scénario de référence 2018 .	138
III - 1 Demande en eau agricole.....	139
III .1. 1. Potentiel hydrique des eaux souterraine destinée à l'irrigation : .....	139
III – 1- 2 Evolution des S a u (ha) les scénarios .Amélioré , .Normalisée , .Optimale (2018-2058).....	140

III – 3 – 3 Evolution les volumes de consommation des eaux d’irrigation le scénarios .Amélioré.....	141
III – 3 – 3 Evolution les volumes de consommation des eaux d’irrigation de scénario Normalisée.....	142
III – 3 – 6 Evolution les volumes de consommation des eaux d’mitigation de scénario optimal .....	143
VI - Les Besoins en eau industrielle : .....	144
VI- 1 . Perspective de l’évolution demande en eau industrielle 2018- 2058 .....	145
VI -2 Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058.....	146
Hm3/an.....	146
I - Résultats et discussions : .....	147
I.1- Alimentation eau potable (A E P) : .....	147
I. 1. 1 Perspective de l’évolution demande en eau potable des différents Scénario 2018- 2058.....	148
I .1 . 2 Demande non satisfaite (DNS) des différents Scénario 2018- 2058 : .....	149
I . 2 Alimentation en eau d’irrigation (AEA) :.....	150
I. 2. 1 Perspective de l’évolution demande en eau d’irrigation des différents scénarios 2018- 2058 : .....	150
I.2 . 2 Demande non satisfaite (DNS) en eau d’irrigation des différents Scénario 2018- 2058 : .....	152
II-Analyses global.....	153
II . 1 -Evolution des besoins en eau globale des différents Scénarios.....	153
II .2 . Evolution des besoins en eau non satisfaite globale des différents Scénarios.....	154
II .3 Débits de retour :.....	155
II .3 . 1 .Estimation Débits de retour.....	155
II .3 . 2 .Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm <sup>3</sup> /an) 2018 - 2058.....	156
III - Développement durable : .....	158
III – 1 Actions pour Développement durable .....	158
III – 1 -1 Diminution taux consommation en eau pour différents secteurs.....	158
III – 1 -2 Préservation de la qualité des eaux consommation :.....	159
III – 1 -3 : les décisions des autorités et sensibilisation des sociétés civile : .....	161
II.4 Conclusion.....	162

## **CONCLUSION GENERALE**

## **REFERENCES**

## **ANNEXE**



# Liste des tableaux

## Partie I, Chapitre I

Tableau I. 1 : le découpage administratif de la cuvette d'ouargla .....	4
Tableau I. 2: Classements des formations géologiques selon type de roches .....	9
Tableau I. 3: les phases de présences les déformations géologique .....	11
Tableau I. 4 : Classification des sols selon la superficie.....	13
Tableau I. 5 : : de surface agricole 2017/2018 [23];.....	17
Tableau I. 6: Répartition de la superficie irriguée par types de cultures .....	19
Tableau I. 7: Coordonnées géographiques de la station métrologique étrologique étrologique étrologique .....	20
Tableau I. 8 : : Les valeurs moyennes mensuelles de la précipitation (2008-2018).....	21
Tableau I. 9: Répartitions saisonnières des précipitations .....	21
Tableau I. 10 : : Les valeurs de la température (2008-2018) .....	22
Tableau I. 11: les valeurs des précipitations et les températures moyennes mensuelles de cuvette d'Ouargla (2008-2018).....	24
Tableau I. 12: Répartition des climats en fonction de la valeur de l'indice de sécheresse ..	26
Tableau I. 13: Calcule l'indice de sécheresse. (2008-2018).....	26
Tableau I. 14 : : Les valeurs de l'humidité de l'air en %. (2008-2018).....	26
Tableau I. 15 : : Les valeurs des vitesses de vent à la cuvette d'ouargla. (2008-2018).....	27
Tableau I. 16: Les valeurs durée de solarisation de cuvette d'ouargla (2008-2018).....	28
Tableau I. 17: Bilan hydrique selon la méthode de THORNTHWAITE.....	30
Tableau I. 18: Répartition des ressources en eaux mobilisables en Algérie .....	32
Tableau I. 19: les piézométries de la nappe phréatique (2008 et 2018) :.....	38
Tableau I. 20: les mesures piézométriques la nappe sénonien ( CT ) de la cuvette d'Ouargla 2018.....	41

## Partie I, Chapitre II

Tableau I.II. 1: les réservoirs de stockage dans la cuvette d'Ouargla 2020. ....	44
Tableau I.II. 2: Ouvrage de Stockage de la ville d'Ouargla.....	45
Tableau I.II. 3: Réparation stations de traitements de la cuvette d'Ouargla .....	46
Tableau I.II. 4: Débit entrant dans STEP (Hm <sup>3</sup> /an) 2018 .....	46
Tableau I.II. 5: Stations de déminéralisations et ces forages de la cuvette d'Ouargla [35].	47
Tableau I.II. 6: Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla.....	49
Tableau I.II. 7: Capacité d'eau traite m <sup>3</sup> /j de Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla [35] .....	50
Tableau I.II. 8: La population et la Répartition par commune dans la cuvette d'Ouargla...	51
Tableau I.II. 9: Répartition des forages de la cuvette d'Ouargla.....	52
Tableau I.II. 10: Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'ouargla.....	53
Tableau I.II. 11: Réparation du surface agricole totale de la cuvette d'ouargla.....	54
Tableau I.II. 12: Taux d'évolution SAU par commune de la cuvette d'ouargla .....	55
Tableau I.II. 13: Quantité d'eau QPréInf (m <sup>3</sup> ) tombée sur la cuvette d' Ouargla [23].....	58
Tableau I.II. 14: Débits forages destinés à l'AEP (QF Aep Hm <sup>3</sup> /j) ET Débits forages destinés à l'irrigation (QF-Irr Hm <sup>3</sup> /j) .....	58
Tableau I.II. 15: les resultats de bilan d'eau .....	59

## Partie II, Chapitre I

Tableau II.I. 1:Les valeurs de Résidu sec ( mg / l ) des eaux souterraines (février 2018)...	65
--	----

Tableau II.I. 2: Les valeurs de minéralisation ( mg / l ) des forages désigner a l'irrigation (février 2018).....	67
Tableau II.I. 3: Les valeurs de conductivité électrique (CE).des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	69
Tableau II.I. 4: Les valeurs de Potentiel Hydrogène (pH) : des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	71
Tableau II.I. 5: Les valeurs de magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) des forages désigner a l'irrigation février 2018 .....	75
Tableau II.I. 6: Les valeurs de Sodium (Na <sup>+</sup> ) des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	77
Tableau II.I. 7: Les valeurs de Bicarbonate(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) des forages désigner a l'irrigation février 2018 .....	79
Tableau II.I. 8: Les valeurs de Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	81
Tableau II.I. 9: Les valeurs de Sulfate (So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	83
Tableau II.I. 10: Classement des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018 .....	85
Tableau II.I. 11: Concentration des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018.....	91
Tableau II.I. 12: Les paramètres chimiques des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018 .....	101
Tableau II.I. 13: Les valeurs de Conductivité électrique des forages (AEP) février 2018	104
Tableau II.I. 14: Les valeurs de potentiel Hydrogène (PH) des forages (AEP) février 2018 .....	106
Tableau II.I. 15: Les valeurs de Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) des forages (AEP) février 2018.....	108
Tableau II.I. 16: Les valeurs de Magnésium ( Mg <sup>+2</sup> ) des forages (AEP) février 2018 .....	110
Tableau II.I. 17: Les valeurs de Sodium ( Na <sup>+</sup> ) des forages (AEP) février 2018.....	112
Tableau II.I. 18: Les valeurs de Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) des forages (AEP) février 2018 .....	114
Tableau II.I. 19: Les valeurs de Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) des forages (AEP) février 2018...	116
Tableau II.I. 20: Les valeurs de sulfure (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) des forages (AEP) février 2018.....	118
Tableau II.I. 21: Classification des eaux des forages (AEP) février 2018 .....	120
Tableau II.I. 22 : Concentration des forages (AEP) février 2018Lediagramme de Pipe ...	122

## **Partie II, Chapitre II**

Tableau II.II. 1 : Population des Sites de demandes domestiques scénario: Année de référence 2018 .....	128
Tableau II.II. 2 :Evolution de la population (tous les scénarios (2018-2058)).....	130
Tableau II.II. 3: Mobilisation des eaux souterraine eau potable de la cuvette d'Ouargla Année 2018 .....	132
Tableau II.II. 4: Taux de Consommation annuelle d'eau Hm <sup>3</sup> scénario de référence 2018 .....	133
Tableau II.II. 5: Evolution le taux de consommation annuelle d'eau Hm <sup>3</sup> scénario Amélioré (2018-2058).....	135
Tableau II.II. 6: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm <sup>3</sup> scénario Normalisée, (2018-2058) .....	136
Tableau II.II. 7: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm <sup>3</sup> scénario optimale (2018-2058) .....	137
Tableau II.II. 8: Surface Agricoles utilisées (ha) scénario Année de référence 2018 .....	138

Tableau II.II. 9: Répartition de Potentiel mobilisable en eau agricole Hm <sup>3</sup> /an et Potentiel exploitées Hm <sup>3</sup> /an de scénario de référence 2018.....	139
Tableau II.II. 10 : Evolution des S a u (ha) les scénarios .Amélioré, .Normalisée, .Optimale (2018-2058).....	140
Tableau II.II. 11: Evolution les volumes de consommation des eaux d' mitigation ( les scénarios .Amélioré.....	141
Tableau II.II. 12 : Evolution les volumes de consommation des eaux d' mitigation de scénario normalisée 2018-2058.....	142
Tableau II.II. 13: Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario des eaux d' mitigation optimal 2018-2058.....	143
Tableau II.II. 14: Repartitions des zones industrielles , Potentiel hydrique et Volume de consommation industrielle en eau la cuvette de Ouargla 2018.....	144
Tableau II.II. 15: les valeurs des besoins en eau industrielle de la période 2018- 2058....	145
Tableau II.II. 16: Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058.....	146
Tableau II.II. 17: Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable des différents Scénario 2018- 2058.....	148
Tableau II.II. 18 : Demande non satisfaite (DNS) des différents scénario 2018- 2058.....	149
Tableau II.II. 19: Perspective de l'évolution de la superficie irriguée et de la demande en eau d' irrigation des différents scénario 2018- 2058.....	151
Tableau II.II. 20: Demande non satisfaite (DNS) en eau d' irrigation des différents scénarios 2018- 2058.....	152
Tableau II.II. 21: Evolution des besoins en eaux globale des différents Scénarios (2018 - 2058).....	153
Tableau II.II. 22: Evolution des besoins en eau non satisfaite globale des différents Scénarios.....	154
Tableau II.II. 23: Débit entrant dans STEP (Hm <sup>3</sup> /an) 2018 -2058.....	156
Tableau II.II. 24: Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm <sup>3</sup> /an) 2018 - 2058.....	157
Tableau II.II. 25: les corrélations entes les éléments de consommation.....	159
Tableau II.II. 26: les corrélations entes les éléments chimique et la salinité.....	160

## Liste des Figure

### Partie I, Chapitre I

Figure I. 1: Présentation géographique de la cuvette d'ouargla .....	5
Figure I. 2: représentation des formations géologique du Bas-Sahara .....	7
Figure I. 3 : Carte géologique .....	10
Figure I. 4 : Carte de Repartition des sos selon ( BONARD et GARDEL, 2003 ) .....	13
Figure I. 5 : Coupe schematique de la formation superficielle de la civette d'OUARGLA	15
Figure I. 6 : 06 Répartitions du couvert végétal .....	16
Figure I. 7 : : Répartition de la superficie totale et irriguée .....	17
Figure I. 8: Répartition spatiale des surfaces agricoles totales par commune de la cuvette d'ouargla (2017/2018). « Mansouri Zina » .....	18
Figure I. 9: Histogramme des précipitations (2008-2018) .....	21
Figure I. 10: Répartitions saisonnières des précipitations en % .....	22
Figure I. 11: Histogramme des températures moyennes mensuelles (2008-2018).....	23
Figure I. 12: courbe pluvio-thermique .....	24
Figure I. 13: Climagramme d'EMBERGER .....	25
Figure I. 14: Histogramme de l'humidité de l'air en pourcentage (2008-2018). .....	27
Figure I. 15 : Les valeurs des vitesses de vent à la région d'ouargla. (2008-2018) .....	28
Figure I. 16: Variation durée de solarisation (2008-2018).....	29
Figure I. 17: Évapotranspiration potentielle (ETP) et Évapotranspiration réelle ETR.....	31
Figure I. 18: Répartition des ressources en eaux mobilisables en Algérie.....	32
Figure I. 19: Présentation de la Carte hydrogéologique des aquifères du Sahara .....	33
Figure I. 20: Représentation de profil hydrogeologique .....	34
Figure I. 21 Coupe hydrogéologique de CI.....	36
Figure I. 22: Schéma de la Chronolithostratigraphie dans la zone d'étude (ANRH,2004) .	37
Figure I. 23: Représentations des courbes piézométriques de nappe superficielle 2008 .....	39
Figure I. 24: Représentations des courbes piézométriques de nappe superficielle 2018 .....	40
Figure I. 25: Carte piézométrique de la nappe sénonien ( CT ) de la cuvette d'Ouargla 2018.....	42

### Partie I, Chapitre II

Figure I.II. 1: Réparation des s réservoirs de stockage dans la cuvette d'Ouargla .....	45
Figure I.II. 2: Réparation Volume (Hm3/an) eaux usées domestique et Débit entrant dans les trois STEP (Hm3/an) la cuvette d'ouargla .....	47
Figure I.II. 3: Positionnement des Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla ..	49
Figure I.II. 4: Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla.....	50
Figure I.II. 5: Capacité Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla .....	51
Figure I.II. 6: La population et la Répartition par commune dans la cuvette d'Ouargla .....	52
Figure I.II. 7: Répartition des forages de la cuvette d'Ouargla .....	53
Figure I.II. 8 : Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'Ouargla .....	54
Figure I.II. 9: Réparation du Surface Agricole Totale de la cuvette d'Ouargla .....	55
Figure I.II. 10: Taux d'évolution SAU par commune de la cuvette d'ouargla .....	56
Figure I.II. 11: Représentations du Bilan d'eau .....	61

### Partie II, Chapitre I

Figure II.I. 1: Localisation géographiques des forages désigner a l'irrigation (février 2018). .....	64
--	----

Figure II.I. 2: Variation spatiale des teneurs en Résidu sec des forages désigner a l'irrigation (février 2018).	66
Figure II.I. 3: Répartions spatiale des minéralisations des forages désigner a l'irrigation février 2018.	68
Figure II.I. 4: Répartition spatiale des conductivités électriques des forages désigner a l'irrigation février 2018.	70
Figure II.I. 5: Variation spatiale de (pH) des forages désigner a l'irrigation février 2018	72
Figure II.I. 6: Variation spatiale des Calcium ( $Ca^{2+}$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018	74
Figure II.I. 7: Variation spatiale des valeurs ( $Mg^{2+}$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018	76
Figure II.I. 8: Variation spatiale de ( $Na^{+}$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018	78
Figure II.I. 9: Variation spatiale des Bicarbonates des forages désigner a l'irrigation février 2018.	80
Figure II.I. 10: Variation spatiale des Chlorures des forages désigner a l'irrigation février 2018.	82
Figure II.I. 11: Variation spatiale des Sulfates des forages désigner a l'irrigation février 2018.	84
Figure II.I. 12 Représentation graphique par Diagramme de Piper « A »	86
Figure II.I. 13 : Représentation graphique par Diagramme de Piper « B »	87
Figure II.I. 14 Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « A »	88
Figure II.I. 15 : Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « B »	89
Figure II.I. 16 Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « C »	90
Figure II.I. 17: Variation spatiale des (RSC) des forages désigner a l'irrigation février 2018.	92
Figure II.I. 18: Variation spatiale des Sodium Adsorption Ratio (SAR) des forages désigner a l'irrigation février 2018	94
Figure II.I. 19: Variation spatiale des Indice de perméabilité (PI) des forages désigner a l'irrigation février 2018.	96
Figure II.I. 20: Variation spatiale des (% $Na^{+}$ ou SSP) des forages désigner a l'irrigation février 2018	98
Figure II.I. 21 Variation spatiale des Indice d'échange de sodium ( KI) des forages désigner a l'irrigation février 2018	100
Figure II.I. 22: Présentation de situations des forages (AEP) février 2018	103
Figure II.I. 23 : Répartition spatiale Conductivité électrique des forages (AEP) février 2018	105
Figure II.I. 24: Répartition spatiale Lepotentiel Hydrogène (PH) des forages (AEP) février 2018	107
Figure II.I. 25: Répartition spatiale Calcium ( $Ca^{2+}$ ) des forages (AEP) février 2018	109
Figure II.I. 26: Répartition spatiale Magnésium ( $Mg^{2+}$ ) des forages (AEP) février 2018	111
Figure II.I. 27: Répartition spatiale Sodium ( $Na^{+}$ ) des forages (AEP) février 2018	113
Figure II.I. 28: Répartition spatiale Chlorure ( $Cl^{-}$ ) des forages (AEP) février 2018	115
Figure II.I. 29: Répartition spatiale Bicarbonate ( $HCO_3^{-}$ ) des forages (AEP) février 2018	117
Figure II.I. 30: Répartition spatiale de sulfure ( $SO_4^{-2}$ ) des forages (AEP) février 2018	119
Figure II.I. 31: Représentation graphique des forages (AEP) février 2018 Lediagramme de Piper	121

## Partie II, Chapitre II

Figure II.II. 1 : Représentation des sites de demandes présents par les 05 communes de la cuvette d'ouargla sur WEAP .....	125
Figure II.II. 2: Représentation de création de scénarios dans le modèle WEAP.....	126
Figure II.II. 3: Présentation sur le WEAP Années des scénarios et le pas de temps .....	127
Figure II.II. 4: Répartition spatiale de population de scénario de référence 2018 de la cuvette d'ouargla en 2018 .....	129
Figure II.II. 5: Niveau d'activité annuelle des sites de demandes domestiques scénario de référence 2018 ( modèle WEAP).....	129
Figure II.II. 6: Répartition spatiale de population de la cuvette de Ouargla pour tous les scénarios(2018-2058).....	131
Figure II.II. 7: Évolution de la population tous les scénarios 2018-2058 Par ( modèle WEAP) .....	131
Figure II.II. 8: Mobilisation des eaux souterraine de la cuvette d'ouargla Année 2018... 133	
Figure II.II. 9: Taux de Consommation annuelle d'Eau Hm3 scénario de référence 2018 ( modèle WEAP) .....	134
Figure II.II. 10 Evolution taux de consommation annuelle d'Eau Hm3 scénario Amélioré (2018-2058)( modèle WEAP) .....	135
Figure II.II. 11: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm3 scénario Normalisée, (2018-2058)( modèle WEAP).....	136
Figure II.II. 12: Evolution taux de consommation annuelle d'eau scénario optimale (2018-2058)( modèle WEAP).....	137
Figure II.II. 13: Sites de demandes agricoles scénario de référence 2018 ( modèle WEAP) .....	138
Figure II.II. 14: Potentiel hydrique des eaux souterraines destinées en irrigations .....	140
Figure II.II. 15: Evolution des S a u (ha) (Amélioré , .Normalisée , .Optimale (2018-2058)( modèle WEAP).....	141
Figure II.II. 16 : Evolution les volumes de consommation des eaux d' mitigation le scénarios .Amélioré ( modèle WEAP) .....	142
Figure II.II. 17 :Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario normalisée ( modèle WEAP).....	143
Figure II.II. 18: Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario optimal ( modèle WEAP) .....	144
Figure II.II. 19 Repartitions du Potentiel hydrique et Volume de consommation industrielles en eau la cuvette d'ouargla 2018 .....	145
Figure II.II. 20: Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la cuvette d'ouargla 2018- 2058 ( modèle WEAP) .....	146
Figure II.II. 21: Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058 .....	147
Figure II.II. 22: Perspective des besoins en eau potable des différents scénarios.....	148
Figure II.II. 23: Demande non satisfaite (DNS) des différents Scénario 2018- 2058( modèle WEAP) .....	150
Figure II.II. 24: Perspective de l'évolution de la demande en eau d'irrigation des différents Scénario 2018- 2058 (modèle WEAP).....	151
Figure II.II. 25: Demande non satisfaite (DNS) en eau d'irrigation des différents scénarios 2018- 2058 ( modèle WEAP) .....	152
Figure II.II. 26: Evolution des besoins en eau globale des différents Scénarios ( modèle WEAP) .....	154

Figure II.II. 27: Evolution de la demande en eau non satisfaite globale (AEP +AEA +AEI) Mm3/an .....	155
Figure II.II. 28: Débit entrant de la cuvette d'ouargla dans STEP (Hm3/an) 2018 -2058.	156
Figure II.II. 29: Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm3/an) 2018 - 2058.....	157
Figure II.II. 30: Représentation les différents acteurs socioéconomique de consommation des eaux .....	158
Figure II.II. 31: représentations de corrélations entent les éléments de consommation .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure II.II. 32: Représentations de la corrélations entent les éléments chimique et la salinité .....	161

## الملخص

حوض ورقلة هو جزء من ولاية ورقلة. تبلغ مساحتها 1268200 هكتار ، ويبلغ عدد سكانها حوالي 276481 نسمة في عام 2018 ؛ وأشار إلى أن معدل النمو يبلغ 2.6٪ ، ويتميز بمناخ من النوع شديد الجفاف بهطول أمطار منخفض يصل إلى 36.82 ملم ودرجات حرارة عالية جدًا بمتوسط 31.09 درجة مئوية ؛

أدت التنمية الاجتماعية والاقتصادية لمنطقتنا إلى زيادة كبيرة في الطلب على المياه من مختلف القطاعات.

يعتمد هذا العمل على تطبيق برنامج WEAP على حوض ورقلة ؛ الذي يسمح لنا بتحليل السعة المحتملة للمياه ؛ استخدامه وتقدير الاحتياجات المختلفة (مياه الشرب والمياه الصناعية والزراعة).

يعتمد هذا التقييم على البيانات الاجتماعية والاقتصادية مثل السكان ومناطق السقي من السنة المرجعية 2018 والسيناريوهات الثلاثة (محسنة ؛ طبيعية ومثالية) حتى أفق 2058 ،

تظهر المقارنة بين السيناريوهات انخفاضًا ملحوظًا في الطلب على المياه ، وهذا الانخفاض بسبب العرض اليومي المتغير ؛ أدى الاستخدام المكثف للمياه الجوفية إلى مشاكل تصريف مياه الصرف ومياه الري الزائدة التي تسبب التدهور البيئي

**الكلمات الرئيسية:** برنامج WEAP. إمكانات المياه؛ جودة ؛ سيناريوهات. تحسن؛ تطبيع والأمثل.

## **Abstract**

The basin of ouargla is part of the Department of ouargla; it covers an area of 1268200 ha, with a population of about 276481 inhabitants in 2018; it noted that the growth rate is about 2.6%, it is characterized by a hyperacid type of climate with low precipitation in the order of 36.82 mm and by very high temperatures with an average of 31.09 °C;

The socio-economic development of our area has produced a significant increase in the demand for water in different sectors.

This work is based on the application of WEAP software on the Ouargla basin; which allows us to analyze the capacity of water potential; its use and evaluate the different needs (drinking water, industrial water and agriculture).

This evaluation is based on socio-economic data such as population and irrigation surfaces from the reference year 2018 and the three scenarios (improved, normalized and optimal) up to the horizon 2058,

The comparison between scenarios shows a remarkable decrease in water demand due to the variable daily allocation; the intensive use of groundwater has led to problems of wastewater discharge and excess irrigation water that cause environmental degradation

**Keywords:** WEAP software; water potential; quality; scenarios; improved; standardized and optimal

## **Résumé :**

La cuvette d'ouargla fait partie de la willaya d'ouargla ; elle s'étend sur une superficie de 1268200 ha, avec une population de près 276481 habitants en 2018 ; elle relevé que le taux de accroissance est de l'ordre 2,6%, elle se caractérise par un climat de type hyperaride de faible précipitation de l'ordre 36.82 mm et par des températures très élevées présente une moyenne 31.09 °C; Le développement socioéconomique de notre zone a produit un accroissement importante de la demande en eau des différents secteurs.

Ce travail s'articule sur l'application du logiciel WEAP sur la cuvette d'ouargla ; qui nous permet d'analyser la capacité de potentiel hydrique ; son utilisation et évaluer les différents besoins (eau potable, eau industrielle et agriculture).

Cette évaluation est fondé sur les données de socioéconomique telle que la population les surfaces d'irrigation à partir de l'année de référence 2018 et des trois scénarios (amélioré ; normalisé et optimal) jusqu'à l'horizon 2058,

La comparaison entre scénarios montre une diminution remarquable de la demande en eau cette diminution due la dotation journalière variable ; l'utilisation intensive des eaux souterraines a engendré des problèmes de rejets des eaux usées et d'excès d'eau d'irrigation qui provoquent une dégradation de l'environnement

**Mots clés :** logiciel WEAP ; potentiel hydrique ; qualité ; scénarios ; amélioré ; normalisé et optimal.

# Introduction générale

### Introduction Général

La gestion de l'eau dans le monde est l'une des questions importantes soulevées dans les forums internationaux et les sommets mondiaux ; car elle a été lancée pour la première fois lors d'un sommet mondial de l'environnement à Stockholm en 1972 puis suivi par sommet mondial organisé par les nation unies a Johannesburg en 2002 sur le développement durable , auquel de nombreux pays de monde ont participé ;dont l'Algérie . [1]

Compte tenu de la participation de l'Algérie à ces sommets, elle vise à réaliser et à améliorer le développement durable dans le but de préserver les sources d'eau et la santé des consommateurs.

Afin de parvenir un développement durable ; nous devons connaître la notion de gestion de l'eau ses fondements et ses objectifs souhaités, ceci afin de répondre aux besoins des secteurs socio-économique. [1] ; Selon la notion de gestion de l'eau, il comprend

- ✓ Gestion qualitative et
- ✓ Gestion quantitative.

Afin d'attendre les objectifs suintant :

- ✓ Améliorer la qualité de l'eau fournie au consommateur
- ✓ La protection les sources d'eau contre la pollution externe
- ✓ Déterminer les catégories de consommateurs en fonction de la capacité de la source d'eau
- ✓ L'utilisation du développement technologique et les recherches scientifiques afin de déterminer la répartition spatiale des ressources en eau et comment les adapter aux besoins des consommateurs. [2]

A la lumière des objectifs susmentionnées ; la politique algérienne est passe par des nombreuses étapes depuis des années (lois 1983, lois 1996 et lois 2005) dans l'élaboration des lois conformes aux orientations futures et vision globale de gestion par l'état algérienne [3]

Sur la base des décisions politiques représentées par lois 1996 et selon les études hydrographiques ; le territoire algérien a été divisé en 05 grands bassins hydrographiques comme ce suit [3]

## Introduction Général

---

(1. l'Oranie Chott-Chergui 2. Cheliff –Zahrez 3. Algérois- Hodna –Soummam4. Constantinois - Seybouse –Mellegue 5. Sahara) [3] les comités de ces bassins :

- ✓ Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH)
- ✓ Les Agences de bassins hydrographiques (ABH) [3]

Ces bassins hydrographiques se caractérisent par la capacité de leurs ressources en eau, où la plus grande partie est occupée par le bassin de Sahara, qui a une capacité estimée de cinq milliards de mètres cubes d'eau souterraine, tandis que le reste des quatre vallées, qui sont situées dans le nord de l'Algérie, disposent d'une réserve d'eau de surface et de limbe estimée à deux milliards de mètres cubes. [4] ; [ 5]

Alors que le bassin hydrographiques de Sahara est considéré comme une eau non renouvelable, ce qui l'expose à une mauvaise gestion malgré la faible consommation En conséquence, la stratégie politique algérienne dépend des éléments suivants Au nord, réduire l'exploitation des eaux souterraines Quant au bassin sud, restructuration du secteur avec des plans particuliers pour préserver en qualité et en quantité les eaux souterraines non renouvelables [6]. [7]

En conséquence, de ce qui précède, nous avons suivi dans notre étude à travers cette thèse pour la région du bassin d'ouargla, qui appartient au grand bassin hydrographique Saharien

En fonction de l'application des caractéristiques du concept de gestion des ressources en eau et des différentes activités économiques et sociales en plus des caractéristiques naturelles et climatiques afin de répondre à la question importante de cette thèse sur l'équilibre entre l'offre et la demande en eau et si ce dernier répond aux exigences de qualité et de quantité de différents secteurs à horizon court, moyen et long terme [8] ; [ 9]

Dans le cadre de la réalisation de cette thèse, nous avons examiné les différentes méthodes liées aux approches quantitatives et qualitatives, en recueillant les plus grandes informations liées au domaine de l'eau, sa répartition, le nombre d'habitants, déterminant les activités économiques de la région, en en plus du travail de terrain pour prélever des échantillons dans les puits et analyser les informations grâce à des logiciels précises en particulière ; le (WEAP ) .[10 ]

Afin que le travail soit harmonieux, nous avons divisé la thèse en deux parties principales, se complétant l'une l'autre, de sorte que chaque partie comprend deux chapitres.

### **1. La première partie I : Cadre physique et naturelle**

- ✓ Chapitre 1 : Situation géographique et caractéristiques générales ce chapitre présente le portrait générale de la zone d'étude ; il comprend les sections suivante : (situation géographique ; étude climatique et hydrogéologique).
  - ✓ Chapitre 2 : Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique ce chapitre

### **2. La deuxième Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau**

- ✓ Chapitre 1 : Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla ; il porte sur l'étude quantitative des ressources en eau de défèrent secteurs de consommations ;
- ✓ Chapitre 2 : Gestion et planification des ressources en eau  
Il concerne une contribution à la gestion durable liée aux secteurs usagères socioéconomique et des ressources en eau et perspectives entre demande et offre au niveau du Cuvette d' Ouargla, et enfin la thèse s'achève par une conclusion générale.  
Et en fin se termine par une conclusion

*Partie I : Cadre physique du La cuvette  
d'ouargla*

*Chapitre I. Situation géographique et  
caractéristiques générales*

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

**I - Situation géographiques du la cuvette d'ouargla :**

Le bassin d'ouargla est situé dans la partie nord-ouest de la wilaya d'ouargla, où il occupe une superficie de 12256 kilomètre carrée (soit 7,16 % de la superficie de la wilaya 171000 kilomètre carrée d'ouargla) ; selon leur localisation géographique la cuvette est le cœur socioéconomique de la wilaya d'ouargla [11]

**I.1 les limites administratives de la cuvette d'ouargla :**

Elle s'étend entre les latitudes 31° au Sud, 33° Au nord , les longitudes 3,9° A l' est, et 4,3° a l' ouest, comme le montre Figure. n° 01 .

Elle est bordé au nord par la communes d'Al-Hujaira et Al-Alia Depuis l'est, la commune de Hassi Ben Abdellah ; le sud-est est la commune de Hassi Messaoud et à l'ouest est bordé par la wilaya de Ghardaïa

**I. 2 Les communes de la cuvette d'ouargla :**

Selon le découpage administratif de la direction de l'Aménagement et de planification le bassin d'ouargla comprend cinq départements et vingt communes ; la commune principale est « ouargla » [12]

Elle est répartie comme ce suit :

***Tableau I. 1 : le découpage administratif de la cuvette d'ouargla***

Communes	Localités
Ouargla	Hassi-Miloud, Said-Otba, Bamendil, Makhadma, Bour El-Haicha Centre Ksar, Beni Thour et la zone industrielle
N'Goussa	Larbaa, Boughoufala, El-Bour, El-Koum et Ghers
Rouissat	Rouissat, El-Hadeb et SoKra
Ain El-Beida	Ain El-Beida, et chott adjadja
Sidi Khouiled	Oum Ranneb, et Aouinet Moussa

Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla  
Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

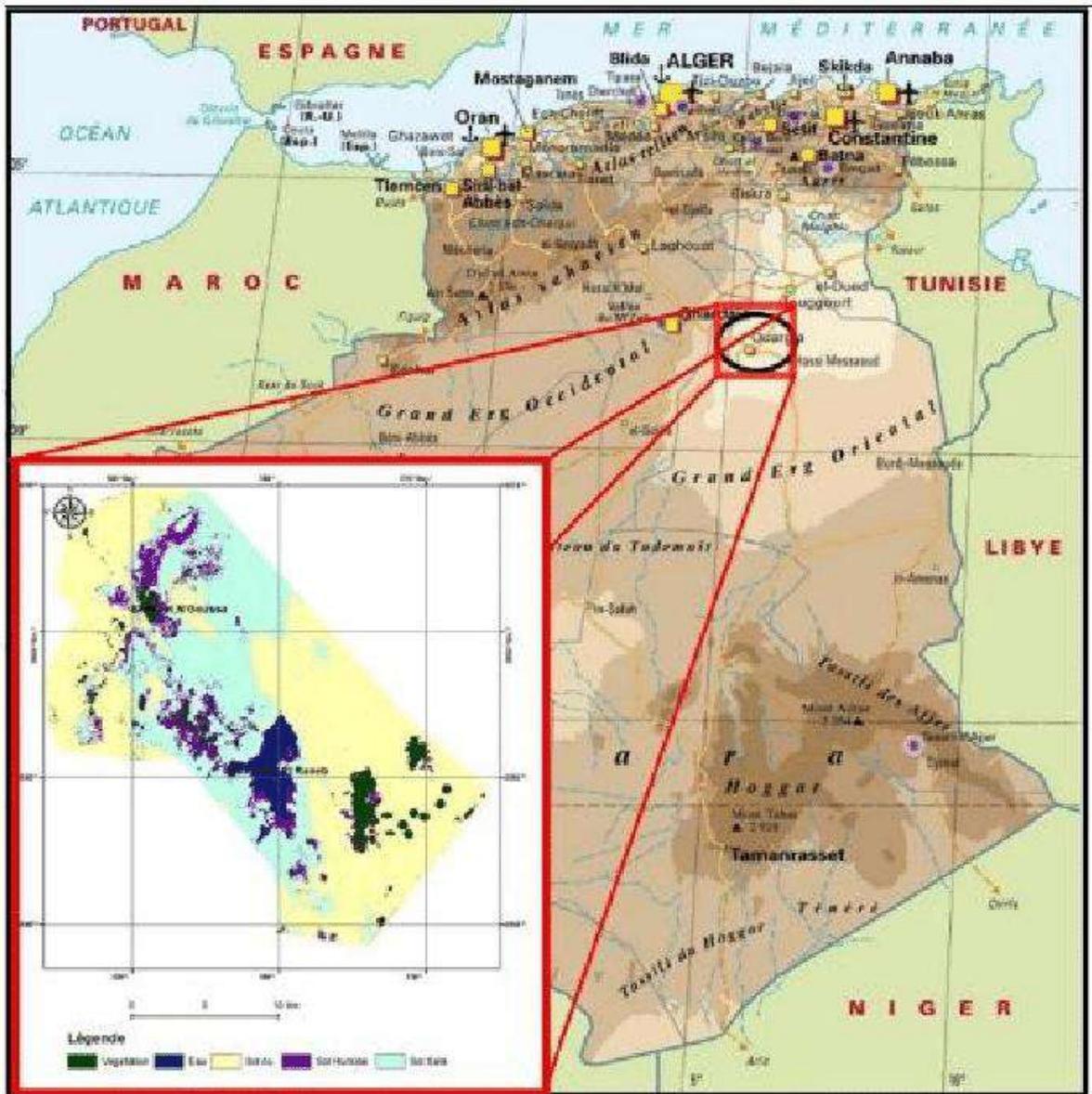


Figure I. 1: Présentation géographique de la cuvette d'ouargla

## II. Cadre géologique régional :

L'un des objectifs de l'étude géologique d'une zone particulière est de connaître les structures rocheuses, les formations lithosphériques, leur âge et les périodes de temps dans lesquelles elles se sont formées, ainsi que la façon dont elles sont placées et les déformations qui les ont provoquées. Ce qui nous permet de connaître les eaux souterraines des nappes phréatiques, ainsi que les mouvements internes, leur écoulement en surface

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

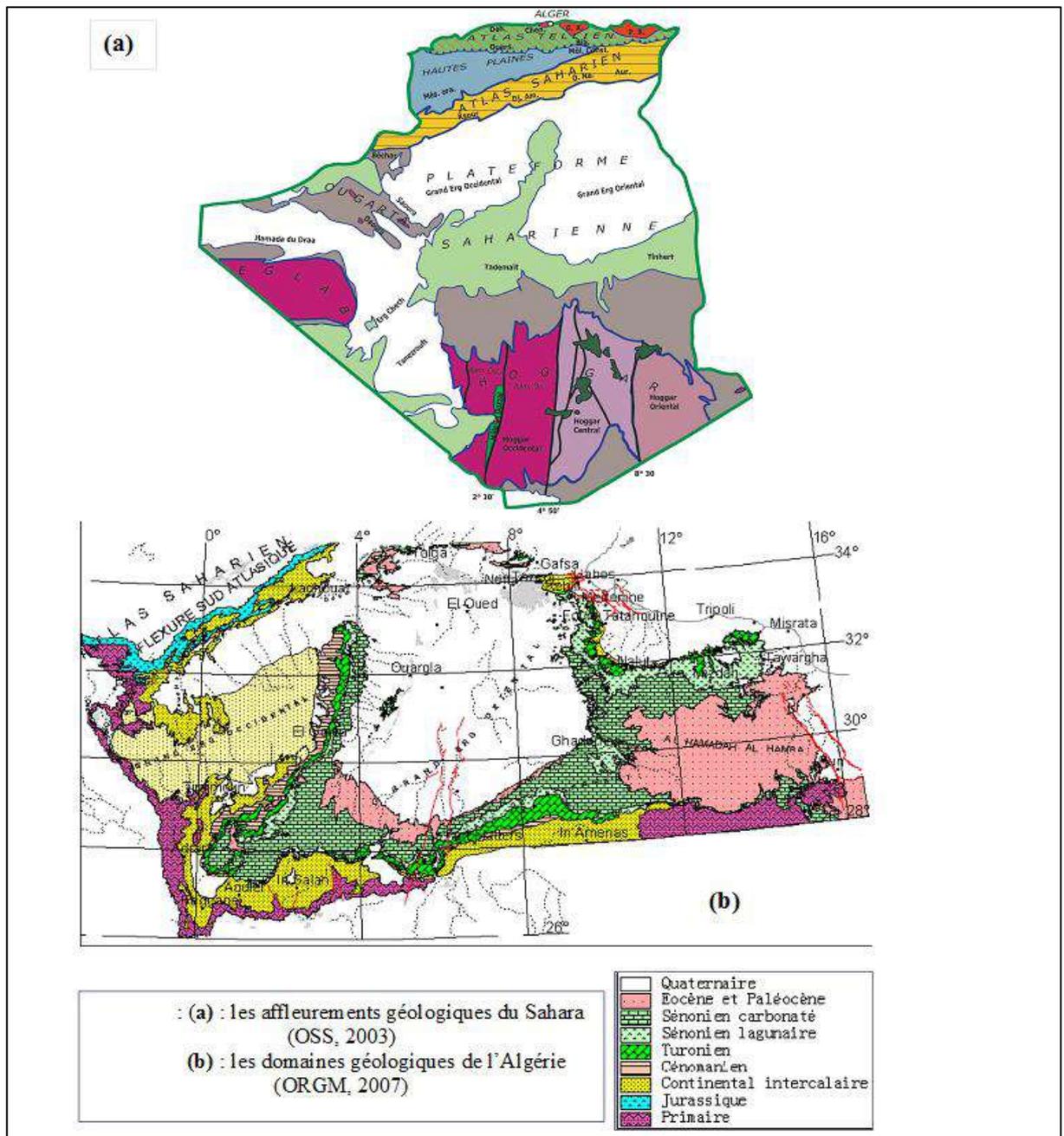
**II.1. Les bassins sédimentaires de la plateforme saharienne**

La zone d'étude appartient du domaine sédimentaire dite la plateforme saharienne ; ou il est formé à partir d'un socle, ce dernier caractérise par des roches éruptives et métamorphiques d'âge appartenant à l'ère précambrienne et qu'il surmonté par des remplissages de type sédimentaire ; formant ainsi le plu grand bassin sédimentaire [13]

- ✓ A la base par des formations géologiques d'un socle magmatiques et métamorphiques ;
- ✓ En haut des couches sédimentaires, elles sont formées d'un grand bassin sédimentaire Voir (Figureure N° 02)

D'après les études topographiques, la cuvette d'ouargla est située dans une grande dépression de l'oued m'ya ; la profondeur de cette dépression est moins a quarante mètre ( - 40m) dessous de niveau de la mer [14] ] ; la couverture sédimentaire a une épaisseur varie entre 400 m et 6000 m [15] .

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure I. 2: Représentation des formations géologique du Bas-Sahara**

**II.2. Cadre géologique local :**

La cuvette d'ouargla présent des formations géologique suivantes :

- ✓ Terrains d'âge Tertiaire et des dépôts détritiques quaternaires
- ✓ Un dépôt continental du Mio-Pliocène, des sables siliceux,
- ✓ Formation géologique du Miocène continental de grès, des argiles et parfois des marnes,

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

- ✓ Le continental constitue la structure des regs sous forme d'une croûte calcaire, avec des poudings ou des calcaires lacustres.

### **II.2.1 Cadre stratigraphique et paléontologique de La cuvette d'ouargla :**

Selon les travaux faites en 1970, 1976 ; la réalisation des différents types de forages pétrolière ou hydraulique montre la litho –stratigraphique suivante dans notre zone d'étude [18] , [16]

- ✓ **l'Albien**

Les formations d'âge Albien sont de type gréseux continental à ciment argileux ou carbonaté et des passées d'argiles, elles sont connais par épaisseur de 400 m en moyenne,

- ✓ **l'Aptien**

ou, la barre aptienne imperméable, constituée de marnes et dolomies, avec une épaisseur de 10 a 30 m ;

- ✓ **Le Vraconien**

Les formations géologiques sont de type argileuses et dolomitiques avec des épaisseurs entre ( 50 à 100m d'épaisseur), caractérisé par une alternance de niveaux argileux et dolomitiques,

- ✓ **Le Turonien**

Il est constitué de banc du calcaire poreux ; d'une épaisseur de 70m environ, elle est surmonte par des couches d'une formation sédimentaire étanche du Cénomanién.

- ✓ **Le Sénonien**

Les couches de cette âge sont de type salifère et anhydritique, (350 m d'épaisseur), constitue le substratum imperméable aux Sénonien et Eocène carbonatés, ayant une épaisseur allant de 150 à 200 m.

- ✓ **l'Eocène évaporitiques,**

il présentes par une formation lagunaire ; qui est constituée de banc ducalcaires, d'argiles, demarnes etd'anhydrites, très peu perméable et séparant l'Eocène carbonaté des sables du mioPliocène

- ✓ **Le MioPliocène**

Est une formations géologiques qui constitues des couches de grés,sables etd'argiles,

- ✓ **Le Quaternaire**

fine à moyenne , et sablesgypseux et parfois argileuxoucarbonaté, Il constitué de couches sableuse etalluviales , ou la taille des grains est très [18] , [16]

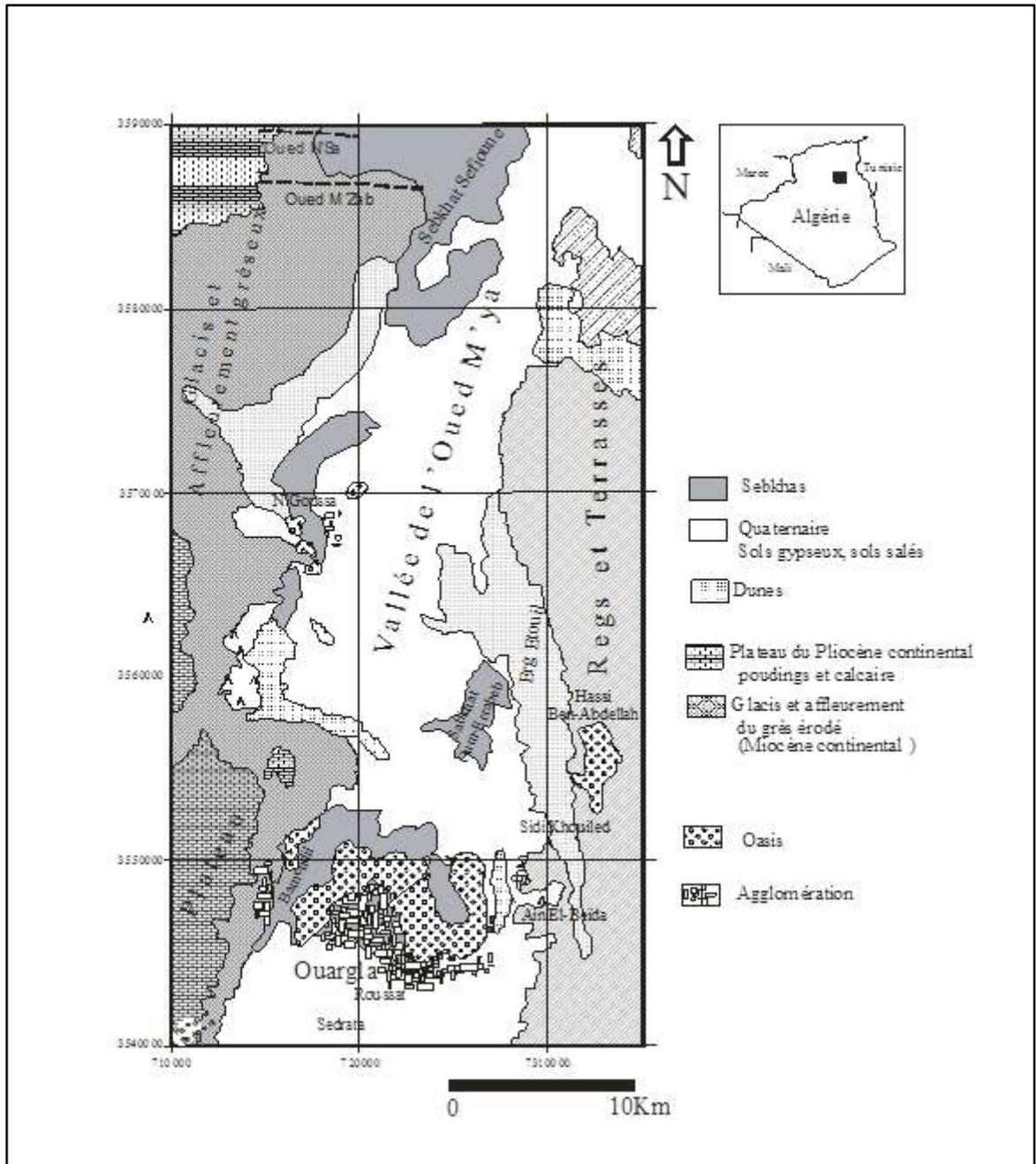
**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**Tableau I. 2: Classements des formations géologiques selon type de roches**

Classes	Faciès géologiques	Classes	Faciès géologiques
1.Sables	Sables fins	5.Argiles sableuses	Argiles gréseuses
	Sables moyens		Argiles et sables
	Sables grossiers		Argiles, sables et calcaires
	Grès et conglomérats		Marnes gréseuses
	Sables et graviers	6.Alluvions	Limons, sables, galets
	Sables et conglomérats		Poudingues
	Sables et galets		Galets et argiles
2.Argiles	Schistes argilo-sableux	7.Calcaires	Dolomie
	Schistes		Croute calcaire
	Argiles marneuses		Calcaire compact
3.Marnes	Marne		Calcaire fissuré
	Marno-calcaire		Calcaire dolomitiques
	Marne argileuse		8.Anhydrites
4.Sables argileux	Sable et argile	Sable gypseux	
	Sable et limoneux	Argiles gypseuses	
	Sable marneux	Calcaires gypseux	
	Grès argileux	Argile anhydritique et gypseuse	
	Calcaires, sables et argiles	Marnes et gypses	

Source : E.R.E.S.S

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure. I. 3 : Carte géologique de la basse Vallée de l'Oued Mya (Ouargla) d'après Cornet et Gouscov (1952)**

### II.2.2 Tectoniques de la cuvette d'Ouargla

Ce tableau résume les types de formations géologiques et l'ère de constitutions des déformations existants et leurs localisations

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

**Tableau I. 3: les phases de présences les déformations géologique**

Age des formations géologiques	Type des formations géologiques
1-Antecambrien	Plis très aigus, failles.
2-Paléozoïque	Mouvements amples d'axes est-ouest F,ormations de chaînes orientées N-S, NNE-SSW ou NW-SE sur des axes antécambriens
3-Poste Eocène et Ante Miocène	des structures hercyniennes avec leur orientation ancienne
4-Post-Miocène	Premiers plis d'axe NW-SE
5-Post Pliocène	Mouvements possibles dans la région Nord seule Plis en genoux de l'Aurès d'axe E-W
6-Fini Quaternaire Ancien	Plis affectant le Mio- Pliocène seul ou accompagné du Quaternaire ancien, suivant deux axes orthogonaux selon l'axe principal NW-SE
7-Neolithique Mouvements	de grande amplitude à plis faibles et localisés.

### II.2.3 Paléogéographie de la cuvette d'Ouargla

Les formations qui affleures sous formes d'un dépressions ; elles sont constituées au cours de la période de l'ère cénomanien. [19] ; Elles sont passées par les évènements géologiques suivante

- ✓ un abaissement central
- ✓ réapparition d'un dépôt lagunaire
- ✓ Une élévation de l'ensemble des affleurements et naissance d'une fleuve principale de de la cuvette saharienne [ 20]

Les période et les ère de formation de dépression de la cuvette saharienne de plus ancien ver le récente sont les suivant :

- ✓ Cénomaniaen ;
- ✓ Turoniaen supérieur ;
- ✓ Sénoniaen inférieur ;
- ✓ Sénoniaen supérieur ;
- ✓ Eocènae inférieur et
- ✓ MiomPliocène.

Les distinctives paléogéograaphiques sont :

- ✓ Présence d'un grand remplissage sédimentaire de couche [19] [ 20].

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

- ✓ Remplacement d'une partie de formation de type calcaire de continent par un autre de type marin [19].
- ✓ Les phénomènes des transgressions sont formés dans une mer peu profonde [ 21] ; [ 22]

**II.2.4 Pédologie de la cuvette d'ouargla :**

D'après les études précédentes faites sur les types de sol ; il montre qu'il a deux grande type de terres ('Holomorphie et 'Hydrographie. ) ; Les formations ces deux types de terres est liée par plusieurs facteurs naturelles ; parmi ces facteurs on citons les suivants :

- ✓ Type de climat et principalement le taux des évaporations [23],
- ✓ Les type de roches existantes a la surfaces et principalement les roches de type évaporitiques du d'âge (Triais et du Sénonien)

Parmi les études descriptives sur les terres de la cuvette d'ouargla ; une étude a était basée sur plusieurs points localisées au niveau de la vallée d'ouargla ;ils ont étableaulies cinq 0(5) profil qui couvres tous les points choisies ; a fin de déterminer les caractéristiques pédologique des terres ; [24]

L'interprétation de ces profils comme se Suit :

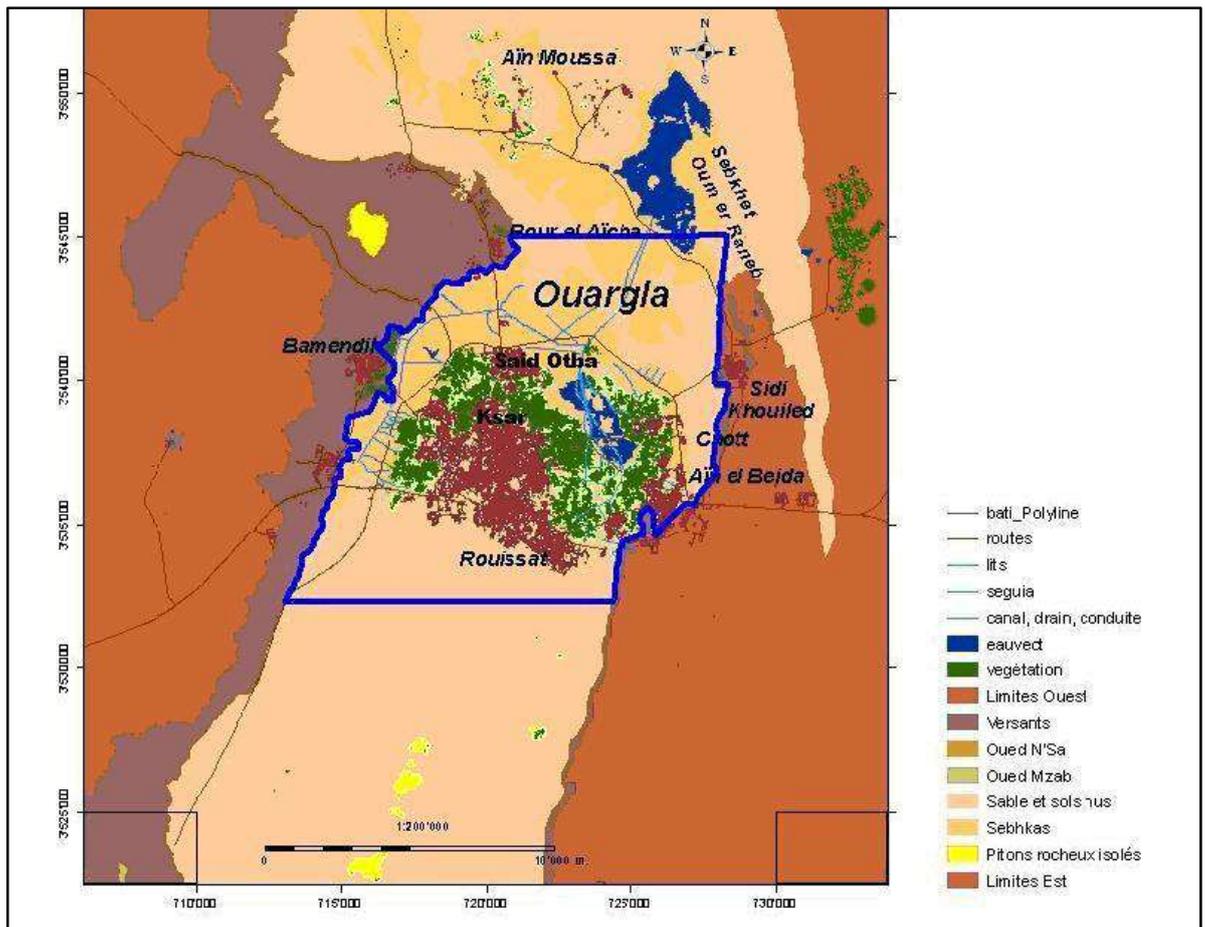
- ✓ Au nord de bas en haut , la dominances des terres riche en sel de type le chlorure de sodium
- ✓ Une forte conductivité électrique dépasse 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$
- ✓ Le caractère générale des cinq profils est sodique dépasse 15% rapport a tous les éléments compositions des terres étudiées. [24]

Tableau N°04

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**Tableau I. 4 : Classification des sols selon la superficie**

Classe	Classification des sols	Surface totale (ha)	Surface totale en %
1	Sable et sols nus	75 461	80 %
2	Zones humides	12 011	13 %
3	Zone bâtie	3 183	3 %
4	Végétation	3 214	3 %
5	Plans d'eau	1 105	1 %
La texture		sableuse ou sablo-limoneuse	
La structure		structure polyédrique	
Compacité de la structure		Faible	
Couleur de la structure		brun rougeâtre, brun clair ou beige	
pH		de 7,6 à 8,4.	



**Figure I. 4 : Carte de Repartition des sos selon ( BONARD et GARDEL, 2003 )**

### **II.2.5 La géomorphologie de la cuvette d'ouargla :**

A la lumière des études antérieures sur la forme superficielle de la vallée d'ouargla ; elle présente les orogénèses suivantes comme le montre la Figure suivante :

- ✓ La première catégorie de la structure a été localisée à l'ouest de la vallée ; elle reconnaît par son nom le «plateau de Hamada pliocène» ; l'abaissement de cette forme est légèrement vers l'ouest en est. L'épaisseur de cette orogénèse est 220 m au-dessus de la vallée. [23]
- ✓ La deuxième catégorie de la structure est dite les glacis se sont des affleurements de différents types de couches sableuse, gravier et sable grossier il est d'altitude variable entre 160m à 180m ; ils sont visibles Ouest et l'est de la vallée. [23]
- ✓ La troisième catégorie de la structure présente les zones basses ; elles sont dites Chott et la sebkha ; leurs structures sont structurées par les deux types de roches sable siliceux et ou gypseux. [21]
- ✓ La quatrième catégorie de la structure présente par le bas-fond ; elle se définit comme d'une nappe phréatique qui affleure en surface au centre de la sebkha. [21] ; [23]
  
- ✓ La cinquième catégorie de la structure présente les formations dunes d'altitude d'environ 150 m ; formations, elles s'occupent l'Est et le Nord-est d'ouargla et bordent les sebkhas le long de la vallée de l'oued Mya. [21] ; [23]

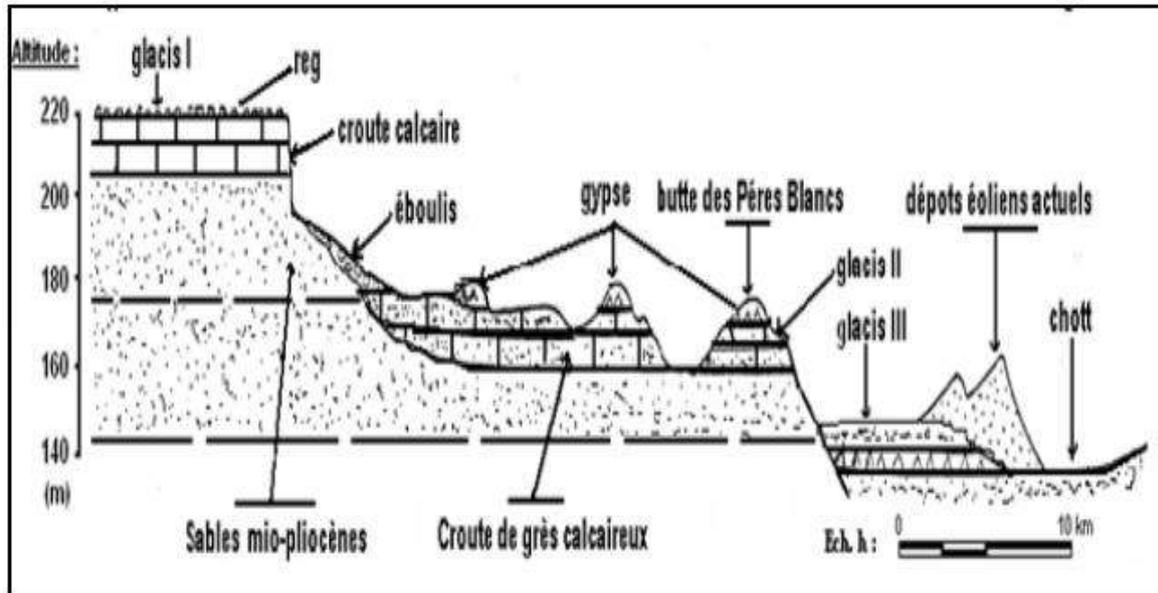


Figure I. 5 : Coupe schématique de la formation superficielle de la cuvette d'OUARGLA

#### II.2.6 Le couvert végétal de la cuvette d'ouargla :

La végétation naturelle est étale sur une superficie de 3 214 ha (soit 0,26% ha de la surface de totale de la cuvette 12256 kilomètre carrée) ; [24]

Elle est concentrée dans l'espace des oasis de « Ouargla, Ain Beida, Rouissat » avec un potentiel considérable en palmiers dattiers [25]

Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla  
Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

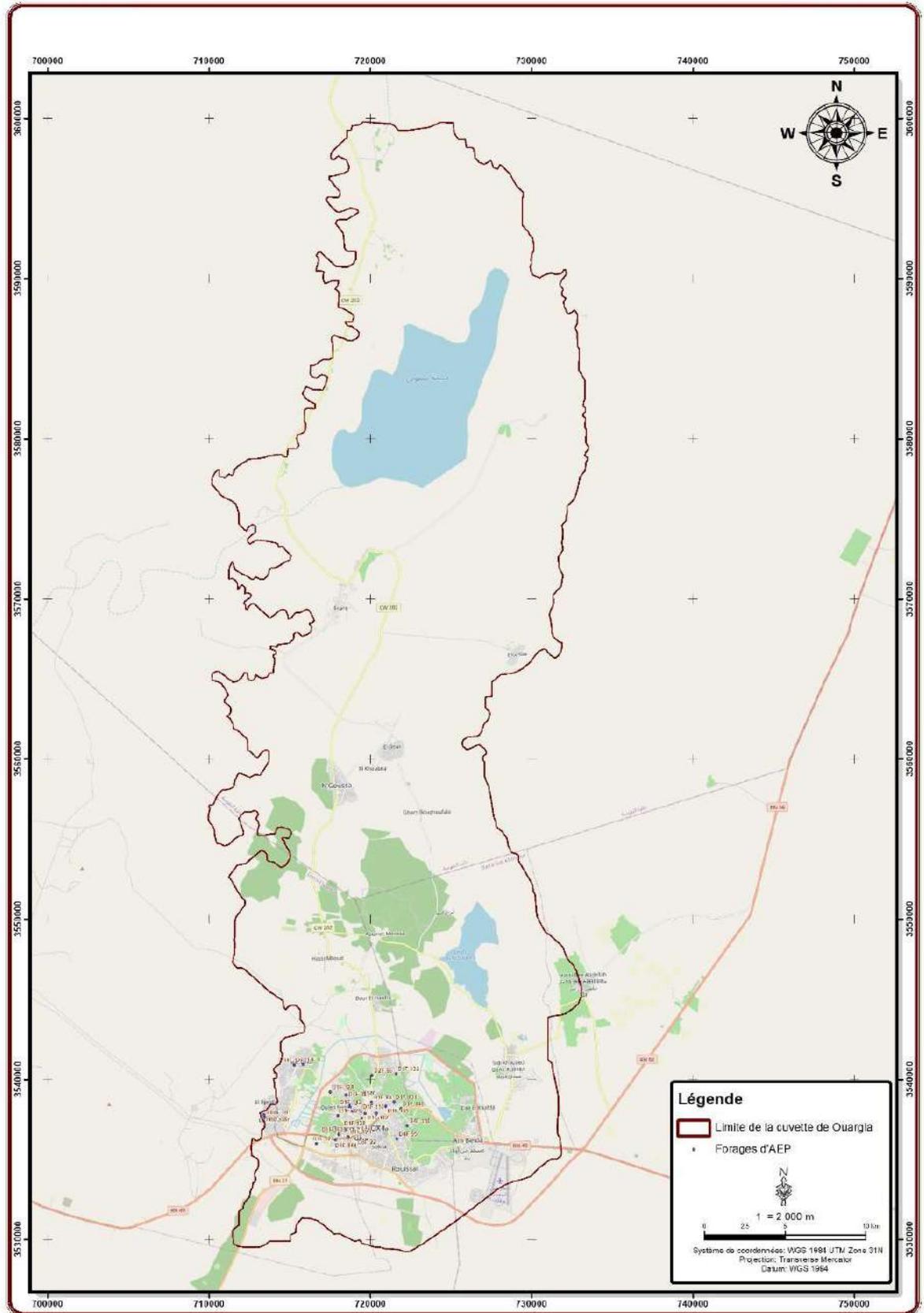


Figure I. 6 : 06 Répartitions du couvert végétal

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**II.2.6 1. Répartition de la superficie totale et irriguée par types de cultures**

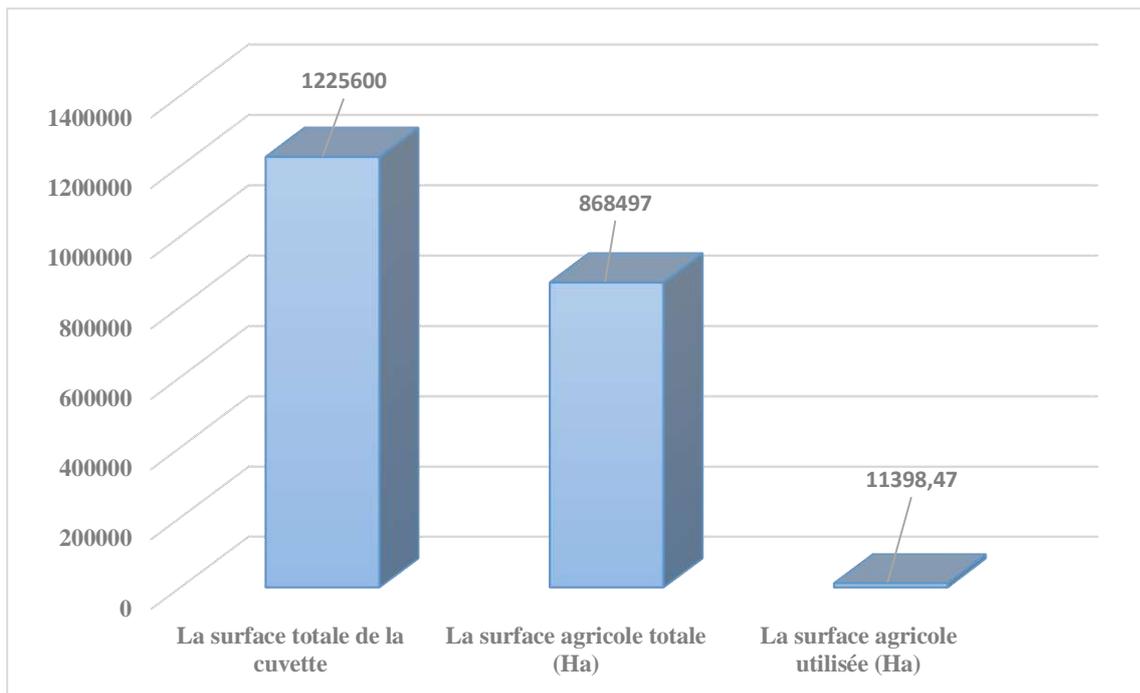
Selon le service des statistiques, l'évolution des surfaces agronomiques est comme suite dans l'année (2017/2018) [26]; La surface agricole totale (SAT) est de l'ordre 868497he, ( soit 70,86 % de La surface totale de la cuvette ) [26]

Alors que la surface agricole utilisée est de 11398,47he . ;

**Tableau I. 5 : : de surface agricole 2017/2018 ;.**

Type de surface	Surface (he)	%
La surface totale de la cuvette	1225600	100,0
La surface agricole totale (Ha)	868497	70,86
La surface agricole utilisée (Ha)	11398,47	01,31

Source : (DSA) 2017/2018



**Figure I. 7 : : Répartition de la superficie totale et irriguée**

Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla  
Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

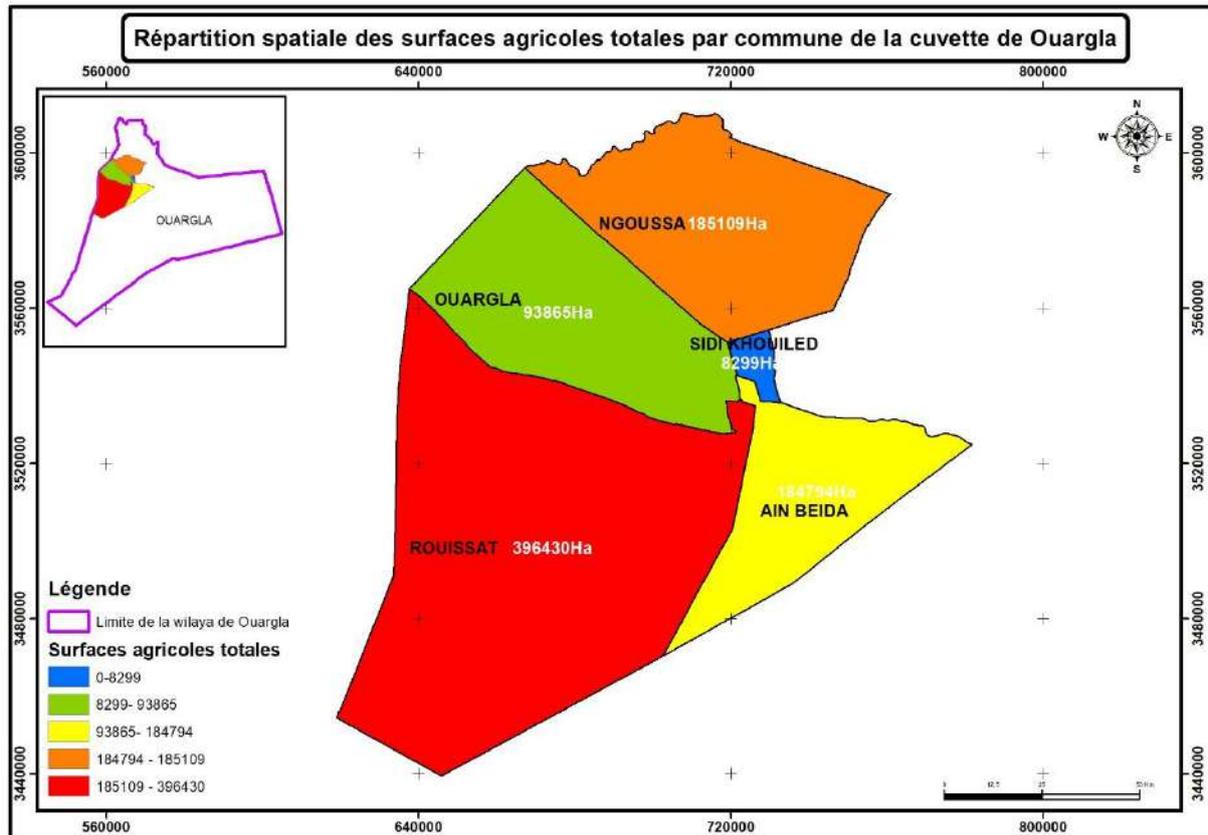


Figure I. 8: Répartition spatiale des surfaces agricoles totales par commune de la cuvette d'ouargla (2017/2018). « Mansouri Zina »

### II.2.6 2 Répartition de la superficie irriguée par types de cultures

D'après les données collectées de la direction agricole en 2018 de notre région d'études montre qu'il y a des plusieurs types de cultures variées entre les Cultures maraichères qui représente 95.60 % de irriguées avec des différents modes d'irrigation [26]; le tableau suivantes présentes

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**Tableau I. 6: Répartition de la superficie irriguée par types de cultures**

	Commune	Ouargla	Rouissat	Ain Beida
		Surface irriguée ( he)		
Type de culture	Céréales		224 ,50	125
	cultures Fruitières	39	1025	1781,89
	Cultures maraichères	2067	311	53
	Cultures vignobles	56	7	0
	Cultures fourragères		4	10
Total		2162	1571 ,5	1969,89
	Commune	Ouargla	Rouissat	Ain Beida
		Surface irrigue ( he)		
Mode d'irrigation	Aspiration	4	7.5	
	Gravitaires	1831 ,48	1025	1289,32
	Goute a goutte	55,20	319	555,57
	Pivote	35	220	125
	Autres mode	237	00	
Total		2162	1571 ,5	1969

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

**III. Aperçu climatique du La cuvette d'ouargla :**

L'étude climatique est considérée comme l'un des éléments importants dans la réalisation de la thèse Cela dépend des deux facteurs d'influence naturels les plus importants, les précipitations et la température. Afin de connaître la nature du climat pour ce travail, nous avons collecté toutes les informations climatiques et les données liées aux précipitations et aux températures Nous avons limité la période d'étude à dix ans ( 2008- 2018) pour nous permettre une parfaite illustration de la nature du climat ; [27];. Toutes les données climatiques ont été prises de la station métrologique de la ville d'ouargla. Le tableau suivant présente les coordonnées géographiques de la station métrologique. [28]

**Tableau I. 7: Coordonnées géographiques de la station métrologique**

Paramètres	x(m)	y(m)	z (m)
Coordonnées géographiques	31 . 92° N	5.40°E	141

✓ Source ANRH

**III.1. Etude des paramètres Climatiques du la cuvette d'ouargla :**

Selon la définition scientifique du terme précipitations, il représente tous les types d'eau qui tombent à la surface de la terre sous diverses formes, notamment la pluie, la neige et d'autres types connus. Et pour mesurer la quantité de précipitations, cela dépend de la mesure de la hauteur des précipitations au cours de chaque mois de l'année. [28] [29] et [30]

**III.1.1. La répartition des pluies mensuelles, annuelles et saisonnières**

En analysant les données de précipitations pour la période de 2008 à 2018, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

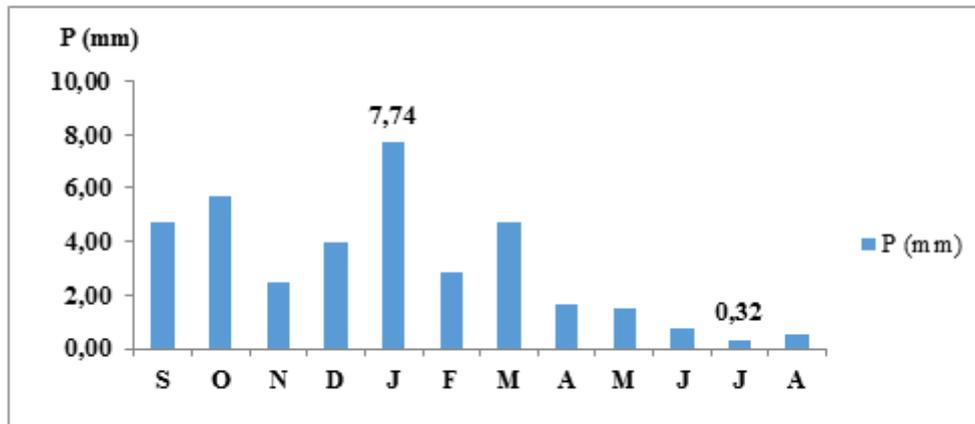
- ✓ une faible hauteur durant toute la période d'étude ; avec un total annuel (36.82 mm)
- ✓ la période de 2008 à 2018 est caractérisée par d'importante précipitation au mois de janvier (7.74 mm) .
- ✓ il a également été observé durant cette période que les précipitations les plus faibles ont été enregistrées au mois de juillet ( 0.32 mm)

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**Tableau I. 8 : : Les valeurs moyennes mensuelles de la précipitation (2008-2018).**

Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	
P(mm)	4.69	5.66	2.45	4.01	7.74	2.86	4.72	1.67	1.46	0.74	0.32	0.51	36.82

Station métrologique (2019)



**Figure I. 9: Histogramme des précipitations (2008-2018)**

**III.1.1.2. Répartitions saisonnières des précipitations :**

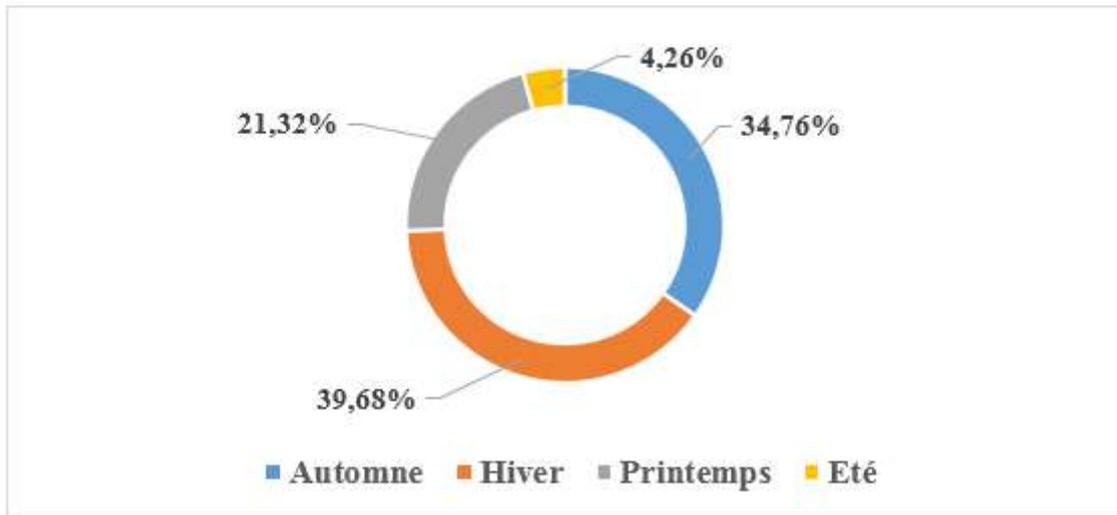
Le but de calculer le taux des précipitations saisonnière est de classer la saison la plus pluvieuse au cours de la période d'étude ; on remarque que :

- ✓ une variation spéciale des précipitations entre les quatre saisons
- ✓ une saison pluvieuse (Hiver) avec un pourcentage de précipitation de l'ordre 39,67 %
- ✓ une saison sèche (été) ou le pourcentage de précipitation est égale 4,26 %.

**Tableau I. 9: Répartitions saisonnières des précipitations**

Saison <sub>2008-2018</sub>	Automne <sub>2008-2018</sub>			Hiver <sub>2008-2018</sub>			Printemps <sub>2008-2018</sub>			Été <sub>2008-2018</sub>		
Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>
P(mm)	12,8			14,61			7,85			1,57		
P %	34,76			39,67			21,31			4,26		

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure I. 10: Répartitions saisonnières des précipitations en %**

**III.1.2.La répartition des températures mensuelles :**

A travers la définition scientifique du terme chaleur C'est une mesure de la température à différents niveaux de l'atmosphère terrestre. Il est régi par plusieurs facteurs, notamment : le rayonnement solaire entrant, l'humidité, etc. En ce qui concerne nos résultats obtenus à partir des données pour la période entre 2008 et 2018, nous avons trouvé ce qui suit :

Les températures maximales au mois de juillet, à une moyenne de 43 58°C, alors que les températures les plus basses ont été enregistrées au mois de janvier, cette dernière est estimée à une moyenne saisonnière de 19 34 °C

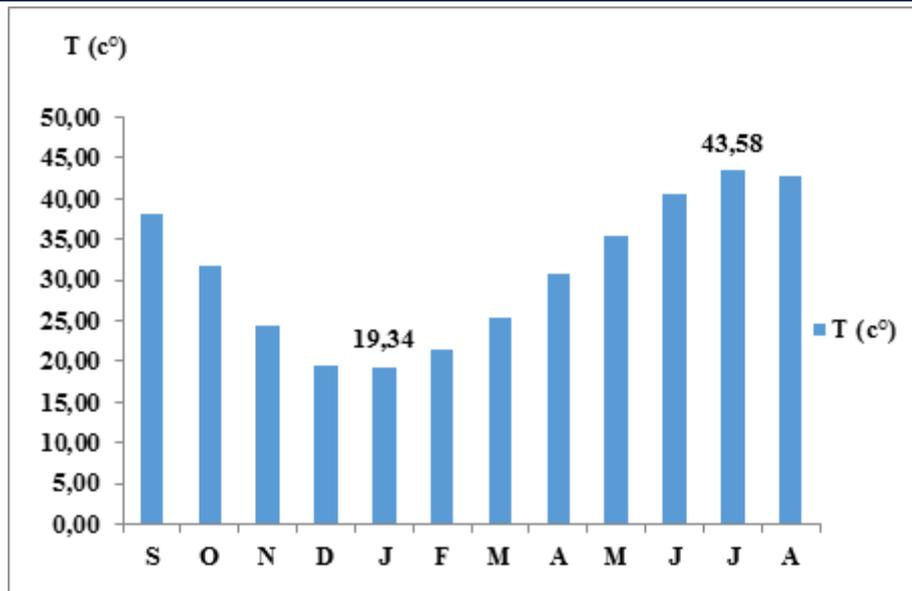
**Tableau I. 10 : : Les valeurs de la température (2008-2018)**

Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	Moy T
T (c°)	38.23	31.85	24.34	19.52	19.34	21.47	25.50	30.69	35.40	40.50	43.58	42.70	31.09

Station métrologique (2019)

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---



**Figure I. 11: Histogramme des températures moyennes mensuelles (2008-2018).**

### **III.2.Synthèse climatique :**

Afin de connaître le type de climat de la cuvette d'ouargla ; nous nous sommes appuyés sur trois méthodes différentes basées sur les deux éléments climatiques précipitations et températures

#### **III.2.1.Méthode courbe pluvio-thermique :**

L'établissement de la courbe pluvio-thermique de GAUSSEN entre les deux facteurs précipitations et la températures ; donc nous devons suivre les étapes suivantes

- ✓ Reporter les données climatiques de précipitations et températures sur même graphes qui caractérisé par deux des ordonnées l'un pour les valeurs de précipitations et l'autre de température ; alors que l'axe d'abscisse est réservé pour les mois de la période,
- ✓ Choisir échelle du graphe précipitations et températures on prend en considération la condition suivants ; échelle de précipitations est double de températures

#### **Remarques**

Il existe de cas selon les données climatiques de précipitations et températures

- ✓ La Précipitation  $\geq$  la température donc le climat de type humide ;
- ✓ La Précipitation  $\leq$  la température donc le climat de type sèche

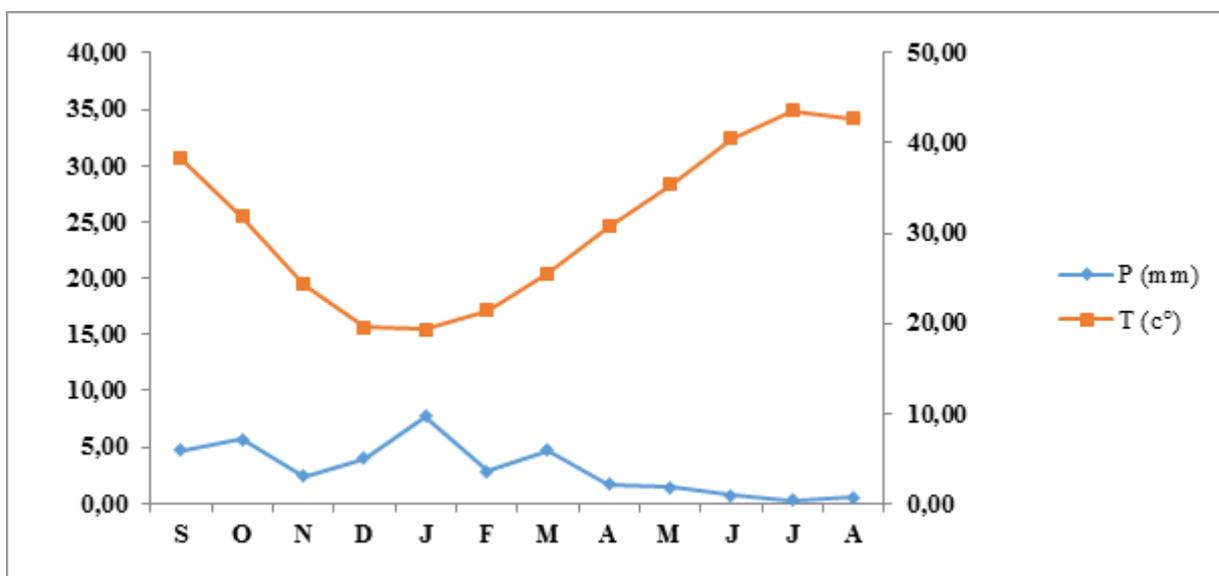
D'après la lecture des données climatiques, on remarque que les valeurs de précipitations sont très inférieures aux valeurs de température Quant au graphique, cela confirme que, comme il n'y a pas de zone d'intersection entre les deux courbes, et nous en concluons que le bassin de

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

Ouargla dans la période entre 2008 et 2018 est caractérisé par un climat sec, et cela a été indiqué par des études antérieures.

**Tableau I. 11: les valeurs des précipitations et les températures moyennes mensuelles de cuvette d'Ouargla (2008-2018).**

Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>
P (mm)	4.69	5.66	2.45	4.01	7.74	2.86	4.72	1.67	1.46	0.74	0.32	0.51
T (c°)	38.23	31.85	24.34	19.52	19.34	21.47	25.50	30.69	35.40	40.50	43.58	42.70



**Figure I. 12: courbe pluvio-thermique**

**III.2.2. Méthode de quotient pluviométrique d'EMBERGER**

Dans cette méthode, nous nous appuyons sur une formule empirique développée par le scientifique STEWART (1969) ; ou cette formule nous permet de déminer la classe et type de climat sur un graphe ;alors qu' elle a été adapté aux données climatiques algériennes

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

P: pluviométrie moyenne annuelle (en mm). M: moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m: moyenne des minima du mois le plus froid.

En appliquant la formule ; le résultat obtenue (Q = 5,21 ) prouve une fois de plus que le climat de cuvette d'ouargla est sec .

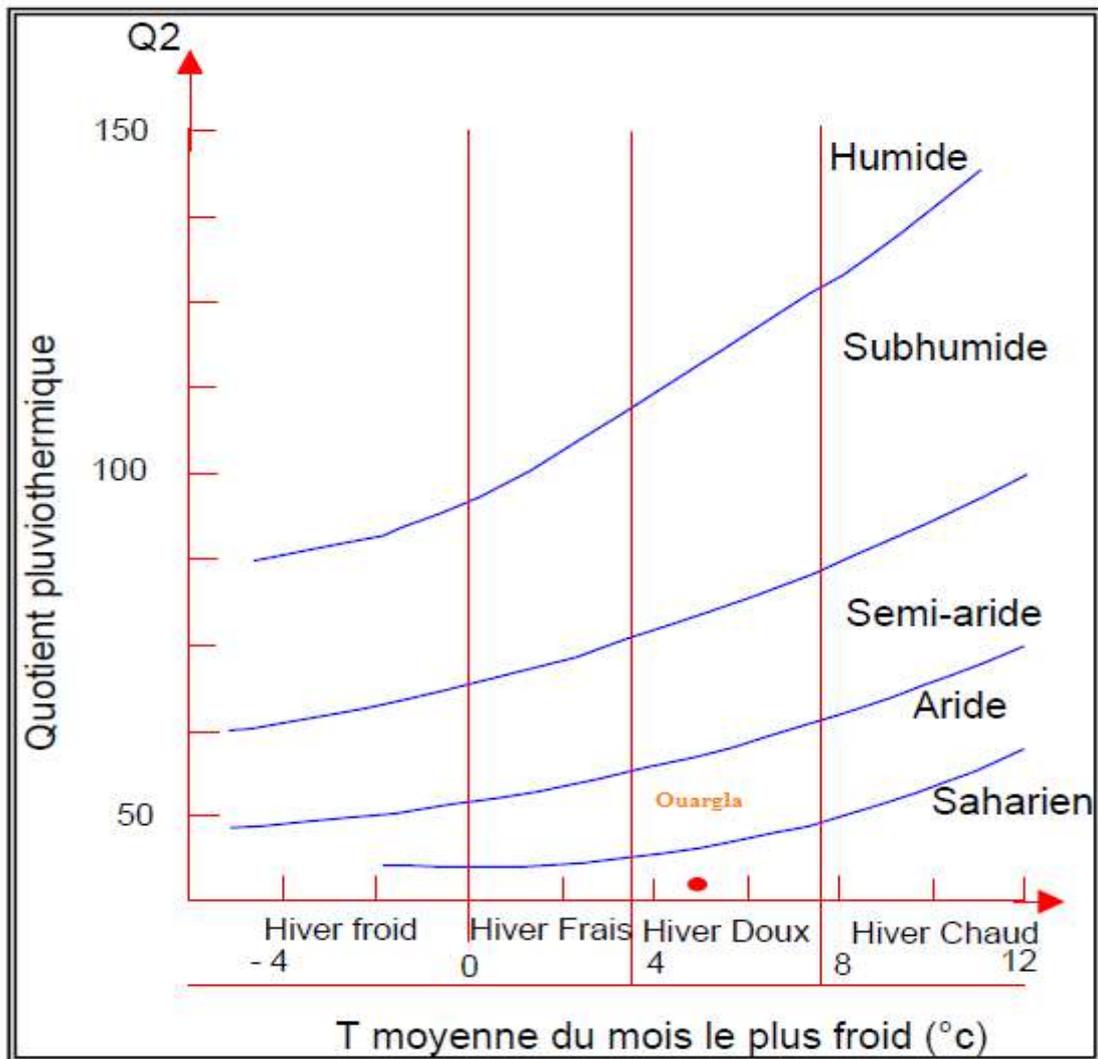


Figure I. 13: Climagramme d'EMBERGER

### III.2.3. Méthode d'Indice de sécheresse :

Cette méthode indice de sécheresse confirme les résultats précédentes (méthode courbe pluvio-thermique ; méthode de quotient pluviométrique) ; elle est fondé par la formule suivante

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

P : la précipitation moyenne annuelle (mm) ; T : la température moyenne annuelle (C°)

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**Tableau I. 12: Répartition des climats en fonction de la valeur de l'indice de sécheresse**

Intervalle	Valeur de l'indice	Type de climat
1	$0 < I < 5$	Hyper- aride
2	$5 < I < 10$	Aride
3	$10 < I < 20$	Semi- aride
4	$20 < I < 30$	Semi- humide
5	$30 < I < 55$	Humide

Après l'application de formule ; nous avons trouvé une valeur de 0.98 qui appartient au intervalle 1 ; prouvant que le type de climat est hyper- aride

**Tableau I. 13: Calcule l'indice de sécheresse. (2008-2018)**

Précipitations (mm)	36.82
Température (C°)	31.09
Indice de sécheresse	0.90

**III.2.4.Humidité relative de l'air :**

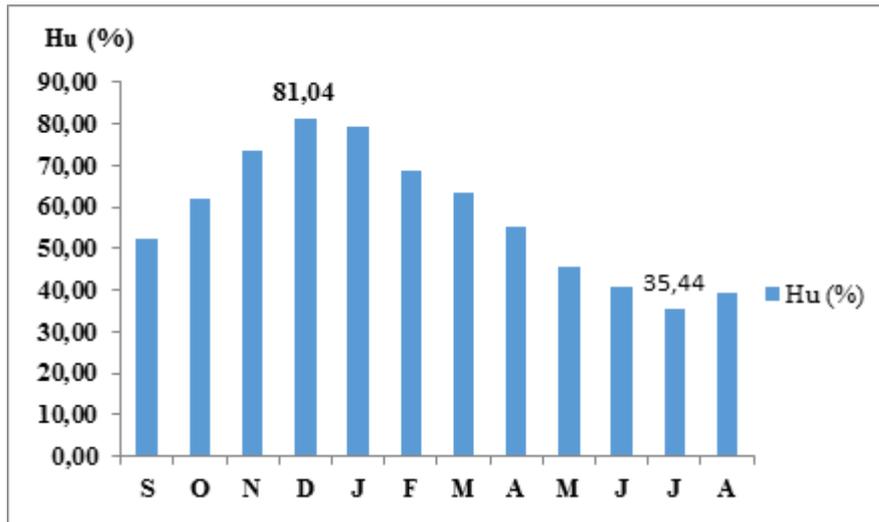
Ce tableau montre que les valeurs de l'humidité de l'air en pourcentage ; elle sont variées entre (35.44% en mois juillet et 81.04% en mois de décembre)

**Tableau I. 14 : : Les valeurs de l'humidité de l'air en %. (2008-2018)**

Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	Moy
Hu (%)	52.27	61.80	73.75	81.04	79.25	68.65	63.29	55.05	45.67	40.77	35.44	39.41	58.03

Station métrologique 2018

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure I. 14: Histogramme de l'humidité de l'air en pourcentage (2008-2018).**

**III.2.5. Vitesse Vents :**

Selon la définition générale du vent, son concept peut être défini comme suit C'est une transition du mouvement de l'air sous forme de haute pression vers la basse pression

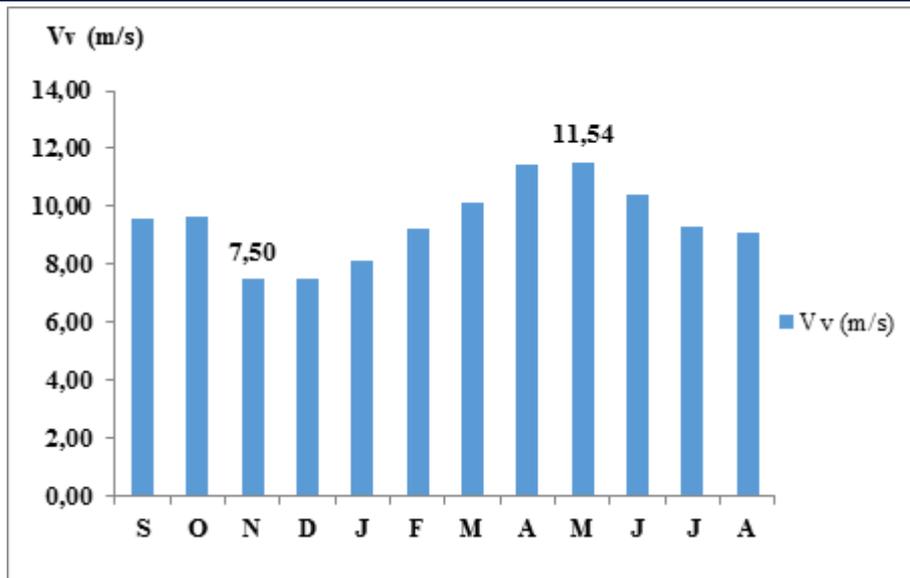
A travers les données climatiques de notre étude, la vitesse annuelle moyenne est estimée à 9,46 mètres par seconde, et ce tableau représente la vitesse moyenne pour la période de 2008 à 2018

**Tableau I. 15 : : Les valeurs des vitesses de vent à la cuvette d'ouargla. (2008-2018)**

Mois 2008-2018	S 2008-2018	O 2008-2018	N 2008-2018	D 2008-2018	J 2008-2018	F 2008-2018	M 2008-2018	A 2008-2018	M 2008-2018	J 2008-2018	J 2008-2018	A 2008-2018
V (m/s)	9 61	9 63	7 50	7 51	8 15	9 23	10 11	11 43	11 54	10 40	9 30	9 10

Station métrologique (2019)

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure I. 15 : Les valeurs des vitesses de vent à la région d'ouargla. (2008-2018)**

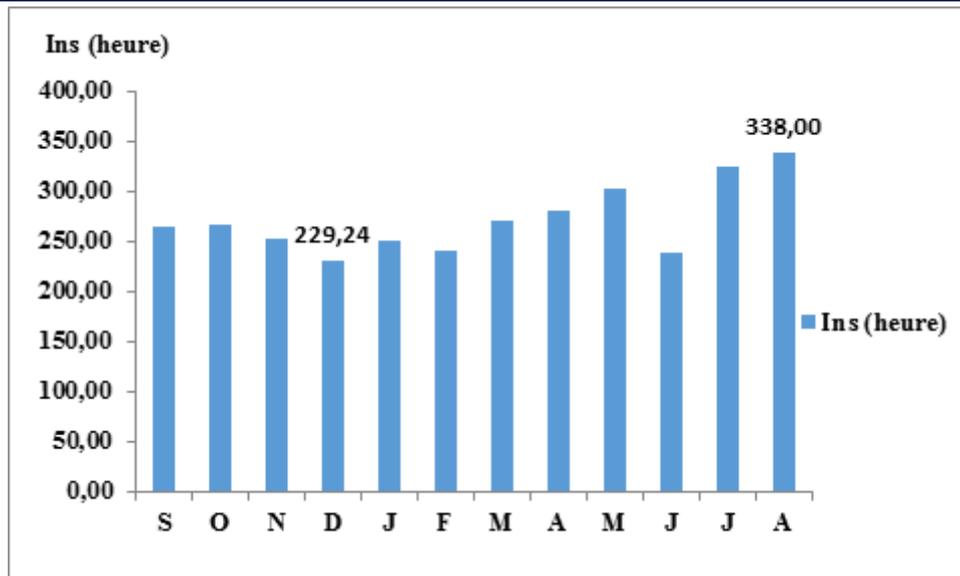
**III.2.6. Durée de solarisation :**

Le mouvement de la terre passe par la période de la nuit et du jour, et en conséquence, les rayons qui atteignent la surface de la terre diffèrent d'un jour à l'autre et d'un mois à l'autre, et ainsi de suite. Nous pouvons connaître le temps qu'il faut pour la période d'éclairage au-dessus de la surface de la terre en heures, qui est l'unité de base pour mesurer la durée du rayonnement A travers l'histogramme et les données, la moyenne annuelle est estimée à 271,18 heures . voir le tableau suivant

**Tableau I. 16: Les valeurs durée de solarisation de cuvette d'ouargla (2008-2018).**

Mois <sub>2008-2018</sub>	S <sub>2008-2018</sub>	O <sub>2008-2018</sub>	N <sub>2008-2018</sub>	D <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	F <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>	M <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	J <sub>2008-2018</sub>	A <sub>2008-2018</sub>
Ins (h)	264.63	267.01	252.15	229.24	249.60	239.26	270.14	280.92	301.59	237.60	324.02	338.00

Station métrologique (2019)



**Figure I. 16: Variation durée de solarisation (2008-2018).**

**III.3. Bilan hydrique :**

Afin d'atteindre un bilan hydrique, nous devons connaître les composants de base. Nous mentionnons que le plus important d'entre eux est la précipitation. Comment calculer l'intensité de l'évaporation réelle et d'évaporation potentielle en plus des températures. Ce bilan hydrique est également affecté par la densité du couvert végétal.

**II.3.1. Méthodes de calcul de l'évapotranspiration potentielle (l'ETP)**

**III.3.1.1. Méthode Formule de Thornthwaite :**

En 1948, Thornthwaite a proposé une méthode de calcul de l'évapotranspiration potentielle (l'ETP) ; ou il a pris en compte les valeurs des températures .

Cette méthode est fondée sur formule empirique suivante :

$$ETP = 16[10t/I]^a k$$

avec :  $i = (t/5)^{1.514}$

$$a = 1.6 \cdot I/100 + 0.5 = 1.83$$

**i : Indice thermique mensuel a : paramètre arbitraire lié à la température.**

**I: Somme des indices thermiques mensuels. t: Température moyenne mensuelle (°C).**

**K: coefficient d'ajustement mensuel.**

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**III.3.1.2. Méthode d'estimation de la réserve facilement utilisable**

Sur la base du concept du cycle de l'eau dans la nature ( **Gastany 1972** ),, on constate que des quantités d'eau s'évaporent et d'autres filtrent, formant un réservoir d'eau à partir duquel la plante peut absorber l'eau stockée dans cette couche, et on le dite la réserve facilement utilisable

**III.3.2.Estimation de l'ETR (Évapotranspiration réelle)**

**III.3.2.1.ETR selon la formule de Turc**

$$ETR = P / (0.9 + L/P)^{1.5}$$

Avec :  $L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$  ;

**ETR** : évapotranspiration réelle (mm). **P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

**L** : paramètre arbitraire lié à la température. **T** : température moyenne annuelle (°C).

**III.3.2.2.L'ETR selon la Thornthwaite**

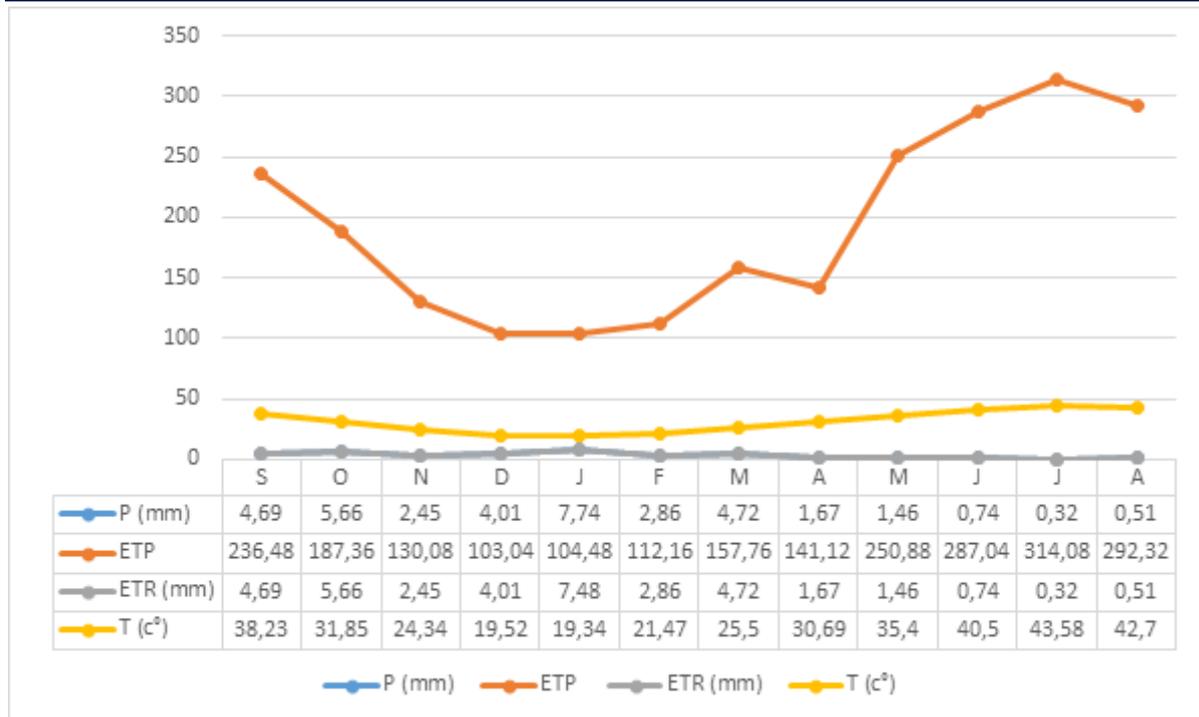
l'ETR est calculer pour l'un des cas suivants :

- ✓ Si  $P < ETP$  (1) suffisant      **ETR=ETP**
- ✓ (2) insuffisant égale à (0)      **ETR=P+RFU (mois précédent)**
- ✓ Si  $P > ETP$       **ETR=ETP**

**Tableau I. 17: Bilan hydrique selon la méthode de THORNTHWAITE**

	Mois <sub>2008</sub>	S <sub>2008-2009</sub>	O <sub>2008-2009</sub>	N <sub>2008-2009</sub>	D <sub>2008-2009</sub>	J <sub>2009-2010</sub>	F <sub>2009-2010</sub>	M <sub>2009-2010</sub>	A <sub>2009-2010</sub>	M <sub>2009-2010</sub>	J <sub>2009-2010</sub>	J <sub>2009-2010</sub>	Total
P (mm)	4,69	5,66	2,45	4,01	7,74	2,86	4,72	1,67	1,46	0,74	0,32	0,51	36,83
ETP	236,48	187,36	130,08	103,04	104,48	112,16	157,76	141,12	250,88	287,04	314,08	292,32	2316,8
ETR (mm)	4,69	5,66	2,45	4,01	7,48	2,86	4,72	1,67	1,46	0,74	0,32	0,51	36,57
T (c°)	38,23	31,85	24,34	19,52	19,34	21,47	25,5	30,69	35,4	40,5	43,58	42,7	
DS	231,79	181,7	127,63	99,03	96,74	109,3	153,04	139,45	249,42	286,3	313,76	291,81	2279,97

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**



**Figure I. 17: Évapotranspiration potentielle (ETP) et Évapotranspiration réelle ETR**

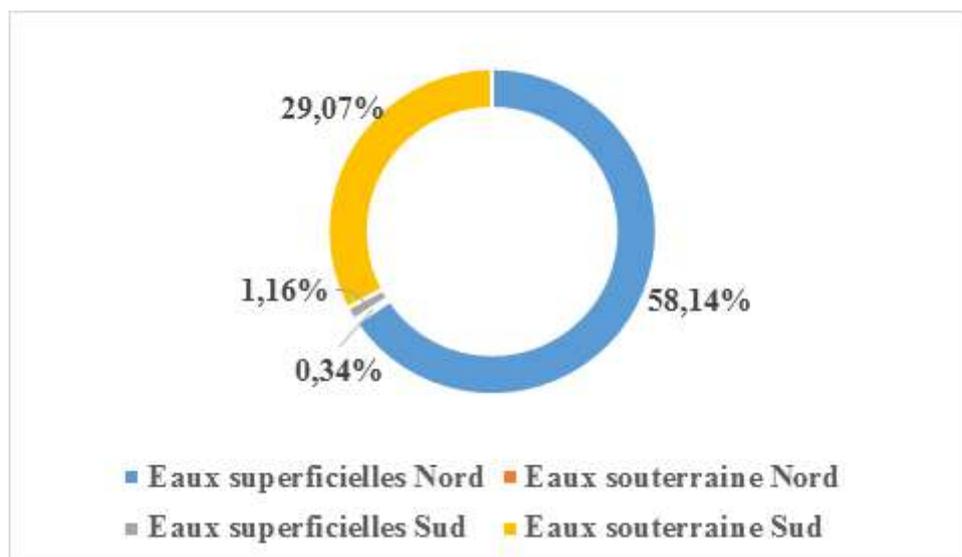
**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**IV . Potentialités en eau :**

A pour objectif de valoriser les ressources en eaux de notre pays par une gestion intégrée et durable la potentialité des ressources en eau totale soit des ressources en eau de surface et souterraine est de l'ordre 17.2 milliards m<sup>3</sup> ; elle repartie comme ce suit en [25]

**Tableau I. 18: Répartition des ressources en eaux mobilisables en Algérie**

la potentialité des ressources en eau		
17.2 milliards m <sup>3</sup>		
Région	Nord	Sud
	12 milliards m <sup>3</sup>	5.2 milliards m <sup>3</sup>
Eaux superficielles	10 milliards m <sup>3</sup>	0.2 milliards m <sup>3</sup>
Eaux souterraines	02 milliards m <sup>3</sup>	05 milliards m <sup>3</sup>



**Figure I. 18: Répartition des ressources en eaux mobilisables en Algérie**

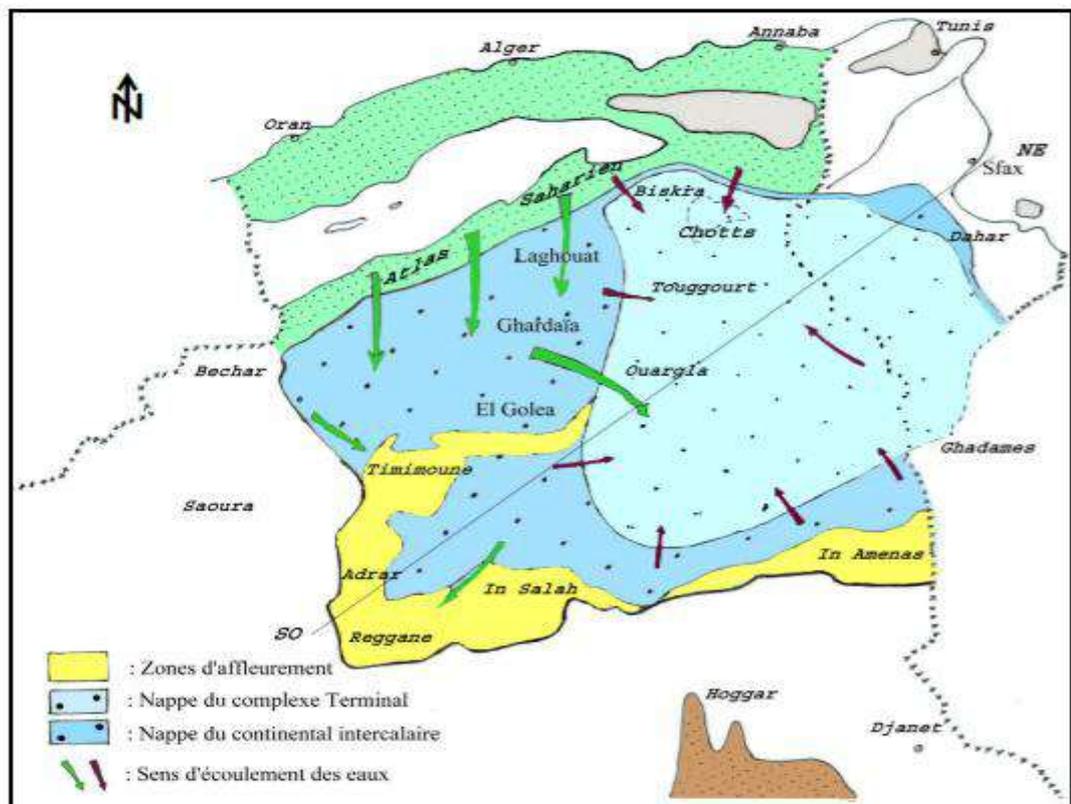
**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**IV . 1 Les eaux souterraines :**

L'Algérie partage avec la Tunisie et la Libye le plus grand réservoir d'eau souterraine, qui a une superficie d'environ un million de kilomètres carrés. Géologiquement, ce réservoir est Il comprend le système aquifère le « Continental Intercalaire et le Complexe Terminal » [13]

L'aptitude générale des aquifères du Sahara est évaluée un potentiel hydrique de l'ordre 31 mille milliards m<sup>3</sup> ;

les récentes études en hydrogéologie montre que le taux recharge de l'aquifère ne dépasse pas de un (01) milliards m<sup>3</sup> par an [27] ; [28] ; Elle est également connue sous le terme « eau non renouvelable » ; ces eaux de cette aquifère sont datées entre l'ère Pléistocène inférieur et de l'Holocène [27] ; [28] , Avec un temps de recharge des aquifères entre l'ordre de 500 ans jusqu'à 40000 ans dans [13] ; La Figureure N ° 19 suivante montre les différents types des nappes des aquifères du Sahara.



**Le système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)**

**Figure I. 19: Présentation de la Carte hydrogéologique des aquifères du Sahara**

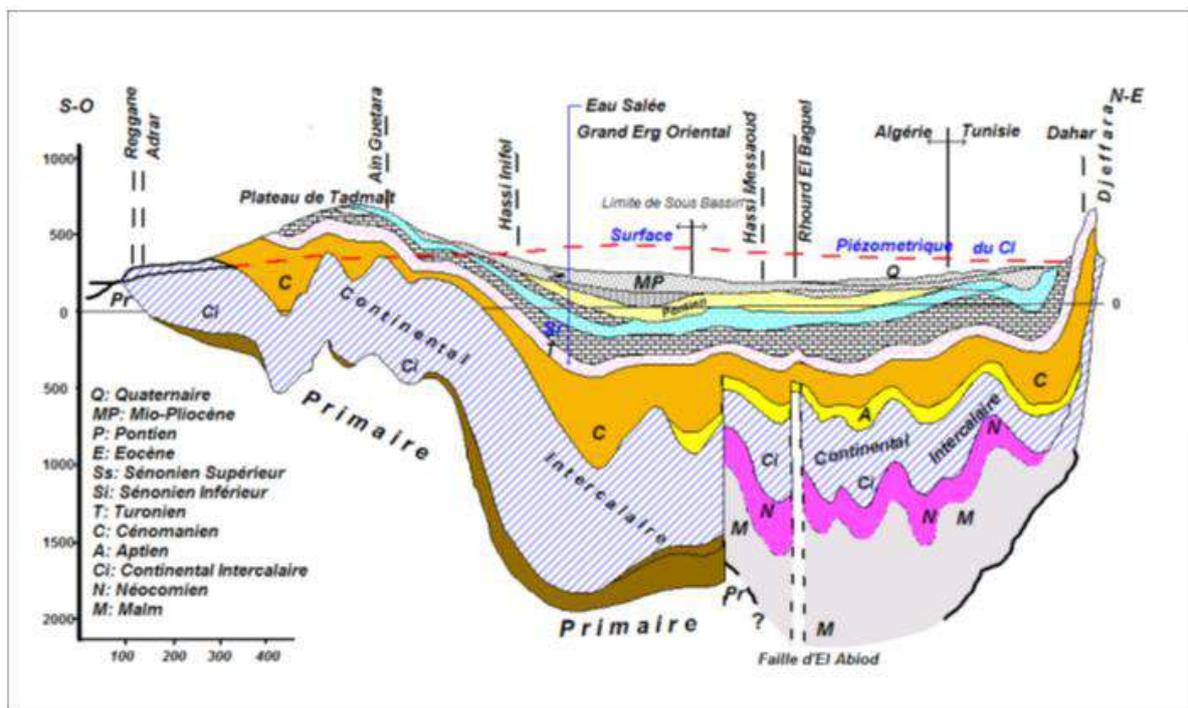
**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**IV . 2 . Le contexte hydrogéologique régional :**

A la lumière des études hydrogéologiques dans la partie sud de l'Algérie ; le système aquifère est caractérisé par une épaisseur moyenne approximativement de l'ordre 4500 m avec une vaste superficie globale de l'ordre 700 mille kilomètres carré [29].

L'analyse du profil hydrogéologique de Figure N° 20 du système aquifère suivants ; on note qu'il existe deux types de sous bassins ils sont distribués comme suit [29].:

- ✓ Le sous bassin occidental : il se caractérise par une superficie de l'ordre 280 mille kilomètres carré, [29]
- ✓ Le sous bassin oriental : il englobe une surface de 500 mille kilomètres carré [29]



Système aquifère CI et CT (UNESCO, 1972)

**Figure I. 20: Représentation de profil hydrogéologique**

#### IV .2.1. Le Complexe Terminal :

Il indiquait les couches géologiques principalement constituées par des sables et des argiles [30], ces dernières ont été présentes en deux formes ; elles ont daté du cénoomanien au mio-pliocène. [31], on distingue de bas en haut :

- ✓ L'aquifère de série mio-pliocène
- ✓ les aquifères du Sénonien, de l'Eocène

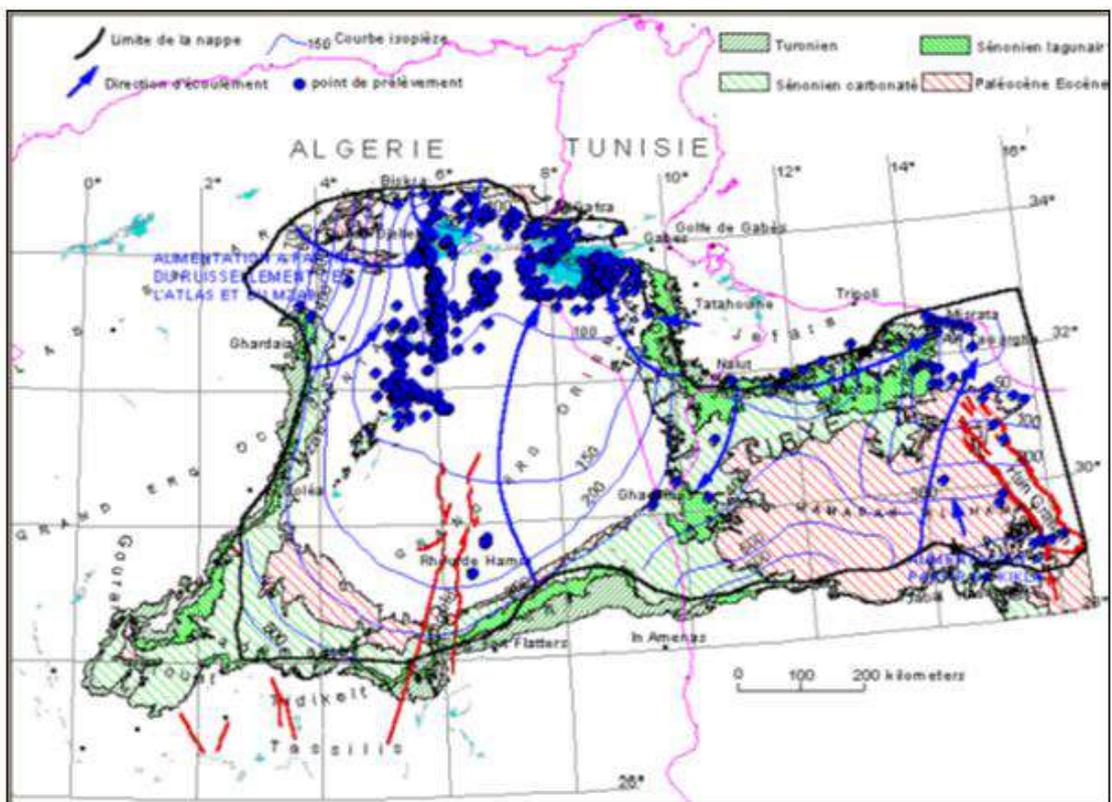


Fig. N° 21 : Carte piézométrique de référence du Complexe Terminal (OSS, 2003)

#### IV .2 .2. Le Complexe intercalaire :

Il présente des formations géologiques d'âge crétacé inférieurs qui comprise entre l'ère albien et néocomien ; il est reconnait sous le terme nappe artésienne ; ces formations géologiques sont composés des couches sableuses et gréseuses et couches argileuses .[13]

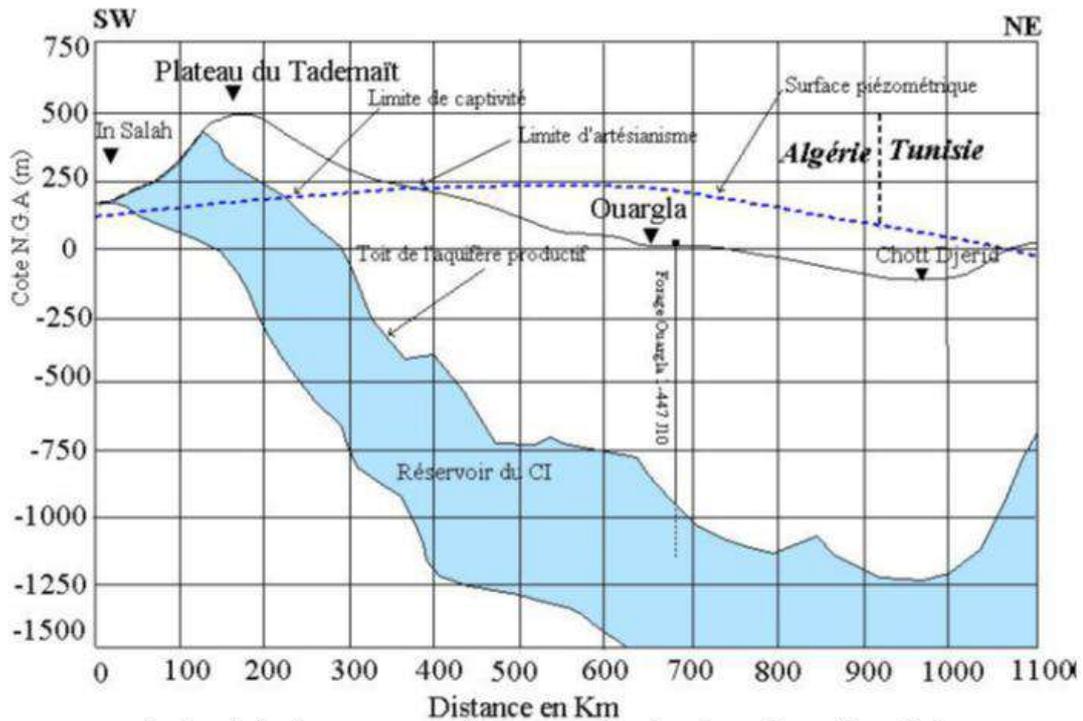


Fig. N° 22 : Coupe hydrogéologique transversale montrant le toit et la surface piézométrique de la nappe du continental intercalaire Source : UNESCO, 1972

#### Figure I. 21 Coupe hydrogéologique de CI

#### IV. 3 -1 Le contexte hydrogéologique local

Dans cette section d'après l'analyse de Schéma de la Chronolithostratigraphie on distingue les différents types des aquifères de bas en haut [29] ; [24] Figureure N° 23

- ✓ des formations variées entre des couches de types gréseuses ; argileuse et sableuses elles sont reconnais par le terme nappe albien ;
- ✓ des formations de types calcaires ; elles sont dite nappe du Sénono-Eocène ;
- ✓ des formations présentent une série des couches entre sables, argiles et évaporites ce sont des formations la nappe du mio-piocène et
- ✓ une formations superficielle ; elle est formée par des roches sableuses de taille fine et couches des argiles et des gypses d'ère quaternaire.

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

---

Chronostratigraphie	Unités hydrogéologiques		Prof	Lithostratigraphie	Lithologie
Quaternaire	Nappe phréatique		20m	Mio-Pliocène	
Tertiaire	Nappe du Complexe Terminal	Nappe des sables	120m	Eocène évaporitique	
		Impermeable		Eocène carbonaté	
Nappe des calcaires (Sénono-Eocène)		520m	Sénonien carbonaté		
Impermeable		700m	Sénonien lagunaire		
Secondaire	Crétacé	Nappe du turonien	1100m	Turonien	
		Impermeable		Cénomaniens	
		Nappe du Continental Intercalaire	2000m	Vraconien	
		Nappe de l'Albien		Albien Aptien Barrémien	

**Figure I. 22: Schéma de la Chronolithostratigraphie dans la zone d'étude (ANRH,2004)**

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**V. L'inventaire des points d'eau :**

Parmi les outils utilisés pour interpréter la relation entre le milieu aquifères et l'eau ; la carte piézométrique ; elle basée sur les données de localisation forages ; le niveau d'eau.

A l'aide de quelque donnée que nous avons recueillie de la nappe superficielle et sénonien des périodes 2008 et 2018.

On s'appuyés sur 32 piézomètres implantés dans la cuvette d'ouargla comme le montre le tableau suivant :

**Tableau I. 19: les piézométries de la nappe phréatique (2008 et 2018) :**

Nom	Piez (m) 2008	Piez (m) 2018	Nom	Piez (m) 2008	Piez (m) 2018
P001	103,27	104	P055	113,15	113
P002	104,85	106	P056	113,00	114
P003	105,92	107	P059	113,81	124
P006	107,88	109	P067	128,43	128
P008	112,18	112	P068	128,10	127
P009	112,23	112	P093	126,87	125
P017	116,28	105	P096	128,07	125
P018	115,23	101	P113	128,30	128
P021	104,03	102	P114	128,01	113
P023	100,28	101	P117	128,63	114
P034	102,74	101	P121	127,47	124
P035	99,52	102	P153	126,36	128
P036	99,54	113	P163	124,36	127
P037	102,21	104	P165	124,22	125
P043	111,94	112	PL04	127,65	125
P054	122,42	113			

**V.1 La Piézométrie la nappe superficielle de la cuvette d'ouargla 2008 et 2018 :**

L'interprétation des deux cartes piézométriques 2008 – 2018 montre que :

## Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla

### Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

- ✓ la partie centrale se caractérise par des courbes piézométriques très serrées ; celui-là explique un fort gradient hydraulique
- ✓ la partie nord et sud marquées par des courbes piézométrique espacées ; qu'ils indiquent un très faible gradient hydraulique. (pente faible)
- ✓ Les lignes de courant pour l'ensemble de la plaine sont dirigées sud-ouest vers le nord.

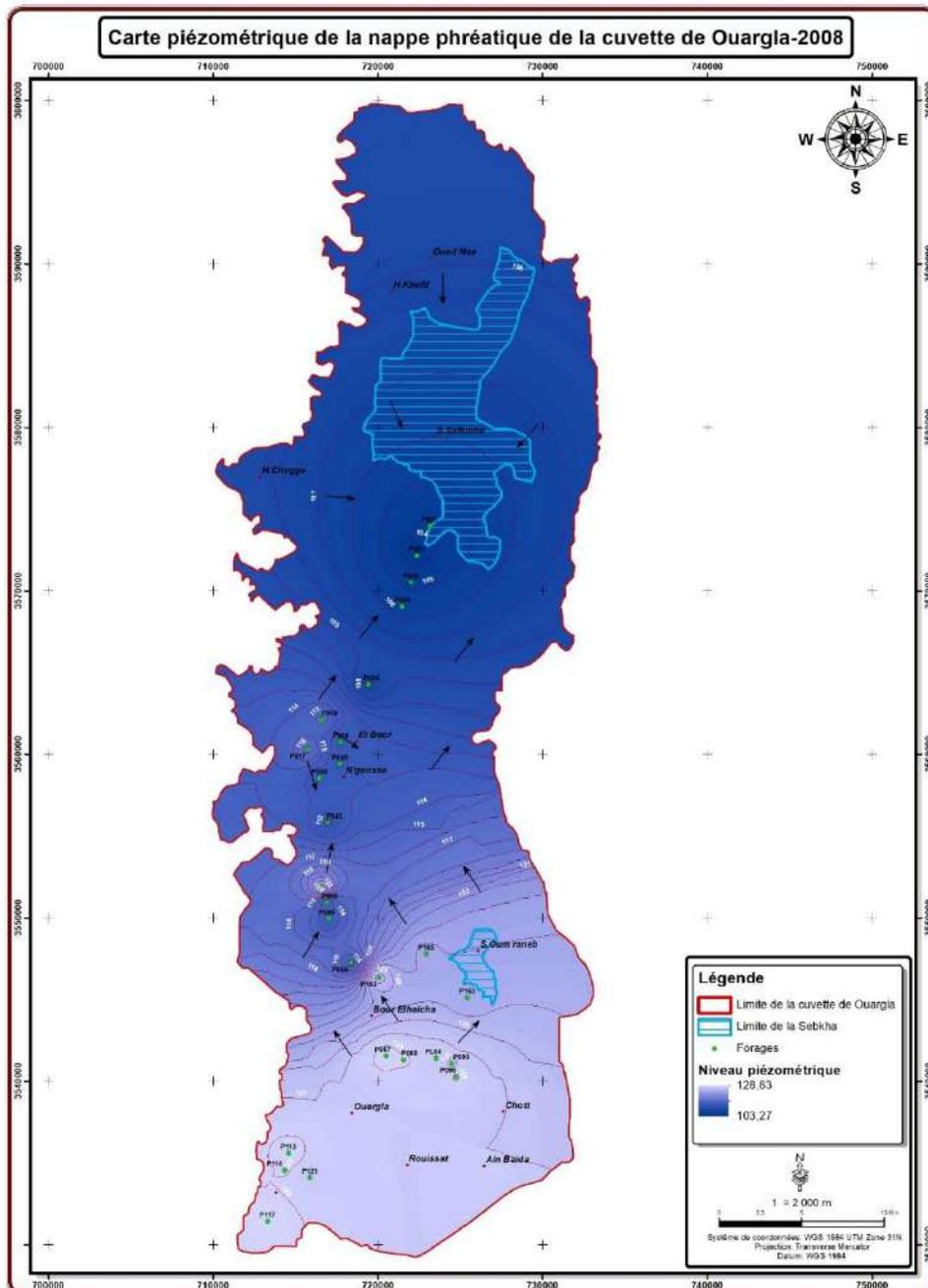


Fig I. 23: Représentations des courbes piézométriques de nappe superficielle 2008

Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla  
Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

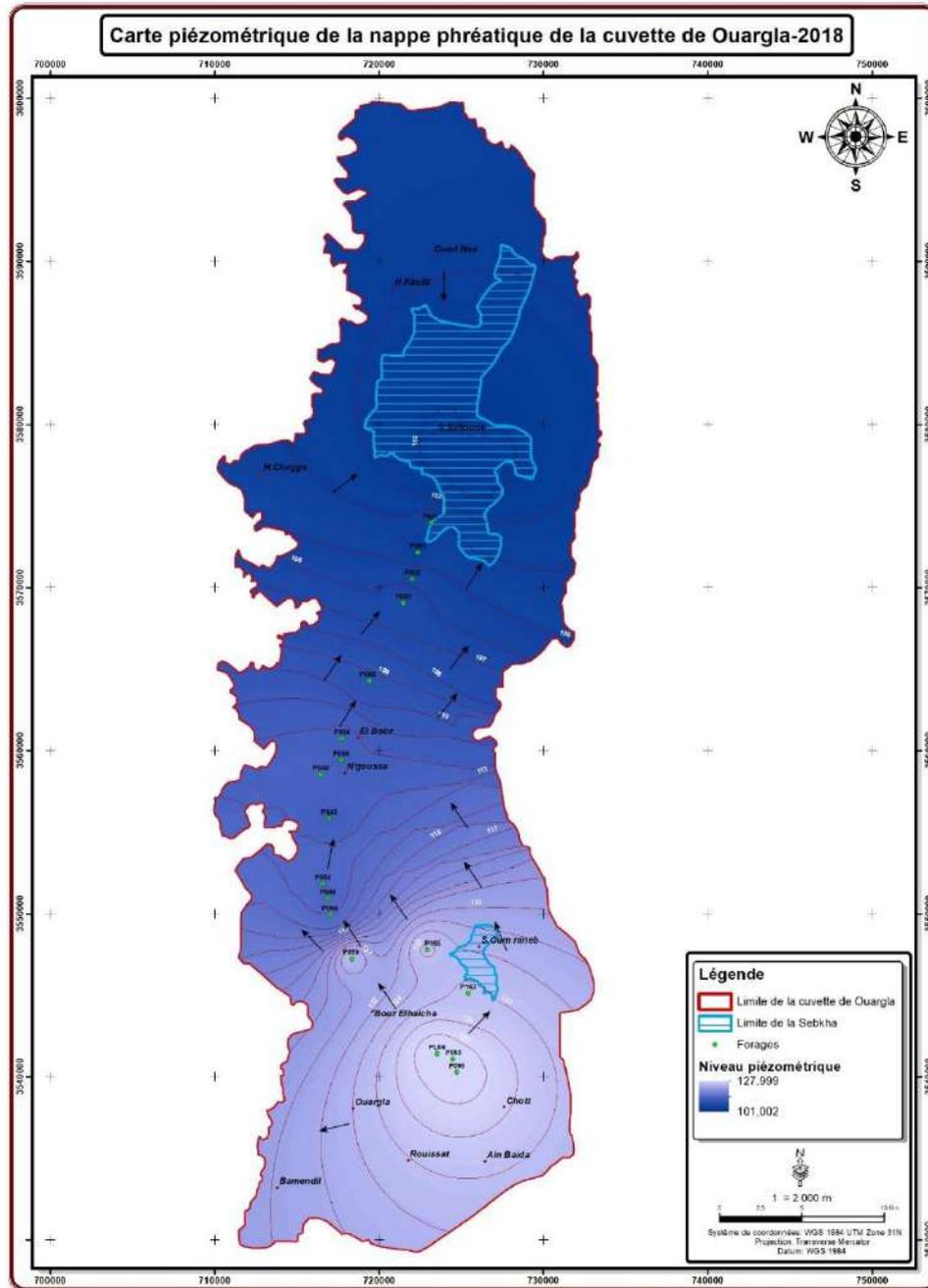


Figure I. 24: Représentations des courbes piézométriques de nappe superficielle 2018

**Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla**  
**Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales**

**V.2 La Piézométrie la nappe sénonien ( CT ) 2008 et 2018 :**

La réalisation de cette carte piézométrique ; nous nous appuyons sur les mesures piézométriques de mois février 2018 sur 25 forages de la nappe sénonien ( CT ) .

**Tableau I. 20: les mesures piézométriques la nappe sénonien ( CT ) de la cuvette d'Ouargla 2018**

Nom	Piez (m) 2018	Nom	Piez (m) 2018
D4F75	121	D2F59	115
D5F77	123	D4F73	112
D6F41	105	D1F106	124
D6F67	101	D2F54	131
D6F78	104.5	D1F131	129
D6F87	102	D1F132	121
D6F52	103	D1F111	117
D6F86	103.9	D1F96	111
D7F2	130	D1F100	134
D1F113	117	D1F124	128
D1F110	125	D1F125	133
D7F4	133	D1F126	125
D2F51	127		

**Interprétation :**

On observe que : la carte se caractérise par deux types de courbes

- ✓ Partie sud vers le centre ; est caractérisé par des courbes serrées et
- ✓ Partie de centre vers le nord ; les courbes sont éloignées l'un a l'autre et on remarque que l'orientation de sens de l'écoulement est de sud- ouest

Partie I : Cadre physique du La cuvette d'ouargla  
Chapitre I. Situation géographique et caractéristiques générales

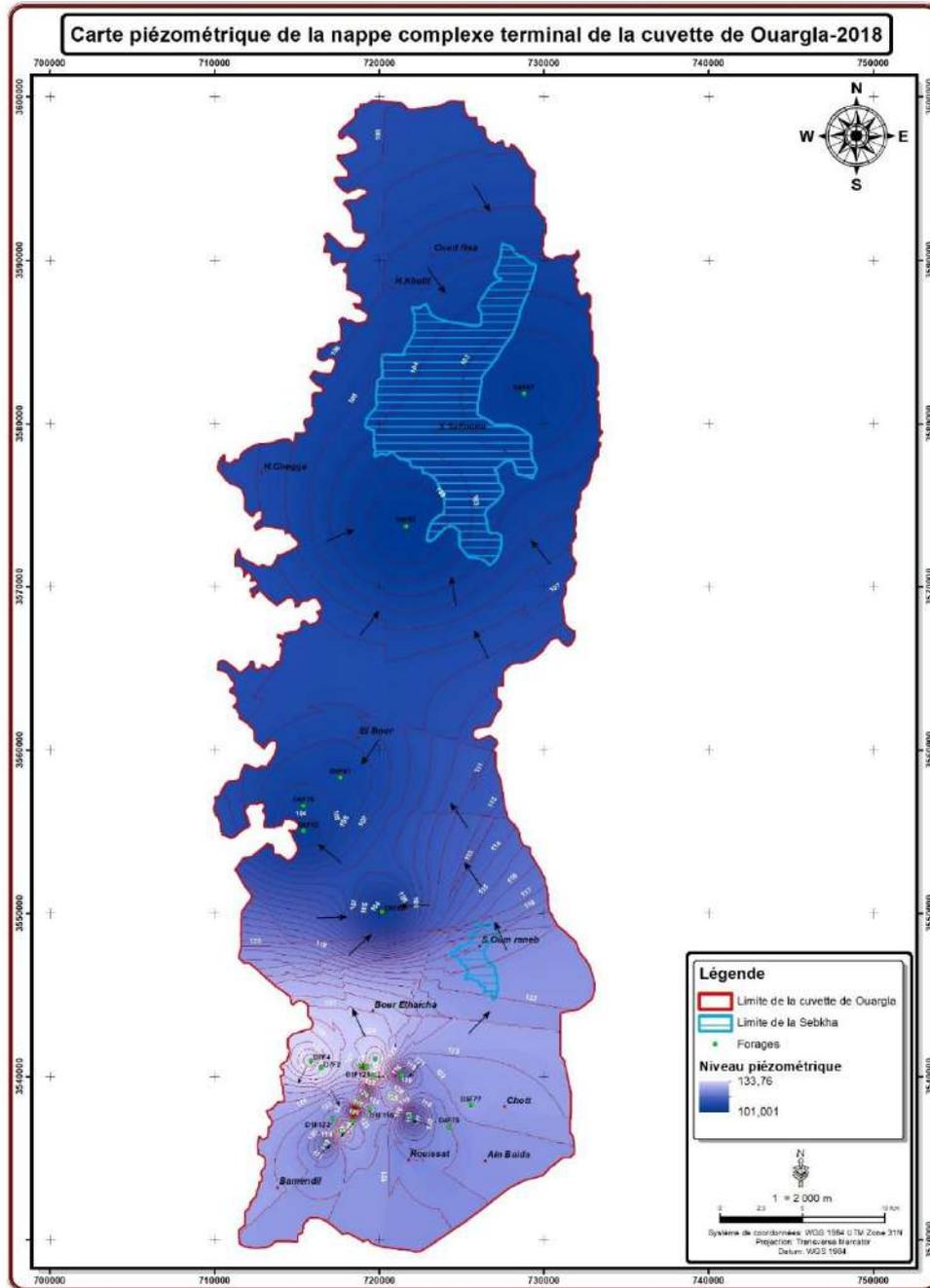


Fig I. 25: Carte piézométrique de la nappe sénonien ( CT ) de la cuvette d'Ouargla 2018

*Partie I : Cadre physique du La cuvette  
d'ouargla*

**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de  
l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'ouargla**

## **I Réservoirs de Stockages :**

### **I.1 les réservoirs de stockage dans la cuvette d'ouargla**

La sécurité de l'eau est l'un des défis les plus importants que la plupart des pays cherchent à atteindre leur sécurité en eau.

.L'Algérie s'efforce depuis des décennies, surtout récemment à la lumière de la rareté des précipitations, en établissant diverses infrastructures pour les ressources en eau au niveau de toutes les municipalités algérienne.

Dans notre cas on a collectées des informations sur de l'infrastructure des ressources en eau dans le bassin de Ouargla [35].

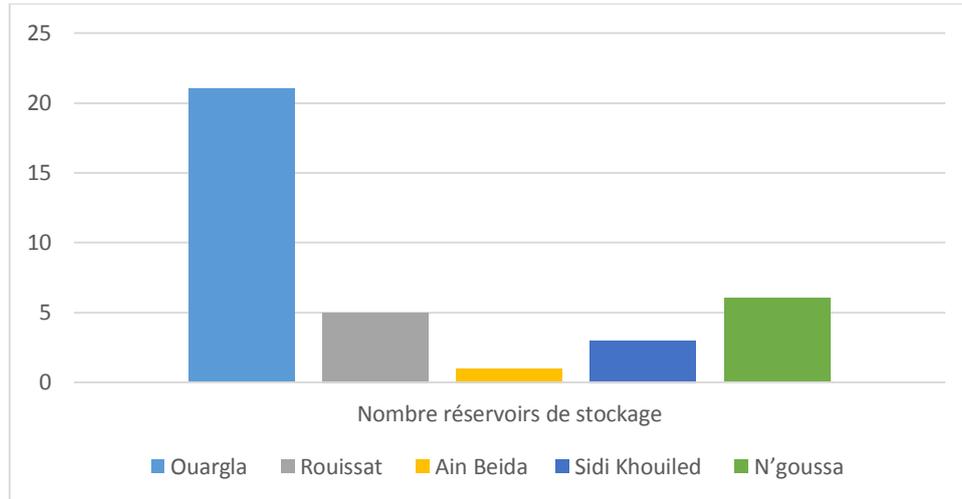
D'après les données recueillies de ADE sur Ouvrage de Stockage de la cuvette d'ouargla recensés 36 réservoirs de stockage repartie comme ce suit .

**Tableau I.II. 1: les réservoirs de stockage dans la cuvette d'Ouargla 2020.**

Communes	Nombre réservoirs de stockage
Ouargla	21
Rouissat	05
Ain Beida	01
Sidi Khouiled	03
N'goussa	06
Total	36

Source ADE 2020

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**



**Figure I.II. 1: Réparation des s réservoirs de stockage dans la cuvette d'Ouargla .**

**I.2 – Types d'ouvrage de Stockage de la cuvette d'ouargla**

Letableau suivant montre les Ouvrages de Stockage de la cuvette d'Ouargla et Zone d'implantation ; Type d'ouvrage et volume de stockage m<sup>3</sup> [35]

**Tableau I.II. 2: Ouvrage de Stockage de la ville d'Ouargla**

Nom	Zone d'implantation	Type d'ouvrage	volume de stockage m <sup>3</sup>
Ain El Kheir	M'khadma	complexe hydraulique	1500
Gharbouz	Gharbouz	complexe hydraulique	300
M'khadma	M'khadma	complexe hydraulique	300
Beni Thour 2	cite Bouzid	complexe hydraulique	300
Bemendil 1	Bemendil	château d'eau	250
Bemendil 2	Bemendil	château d'eau	500
Bâche El khafdji	Bemendil	Bâche sur la terre	2000
Cite universitaire	Bemendil	château d'eau	300
Saïd Otba	Saïd Otba	château d'eau	300
Unité	centre-ville	château d'eau	1500
Sokra 1	Sokra	château d'eau	500
Sokra 2	Zone d'activité	château d'eau	300

Source ADE 2020

**II.3- Station d'épuration de la cuvette d'ouargla**

**II .3 – 1- Réparation stations d'épurations de la cuvette d'ouargla :**

Afin de préserver l'environnement et de réutiliser les eaux de diverses activités (socio-économique) ; li devrait équiper les régions qui consomment l'eau par les stations et des unités de traitement des eaux

Dans la cuvette d'ouargla ; il existe trois ( 03 ) stations d'épuration qui traitent les rejets des eaux usées domestique avec trois ( 03 ) milieux récepteurs letableau suivant présente quelques informations sur ces stations [36]

**Tableau I.II. 3: Réparation stations de traitements de la cuvette d'Ouargla**

station de traitement	Localités	Milieu récepteur
S T E P d' ouargla	Ouargla	Sebkhet Sefouine
	Rouissat	
	Ain Baida	
STEP Sidi Khouiled	Sidi Khouiled	Sebkhet Ome Ranneb
STEP N'goussa	N'goussa	Sebkhet Mekkid

Source ONA 2022

**II .3 .2 Estimation volume d'eau brute entrant dans les stations traitements 2018**

D'après les données d'ONA sur le volume journalier et Equivalant habitat on peut estimer le volume de la période 2018 letableau suivant montre les résultats des calculs [36]

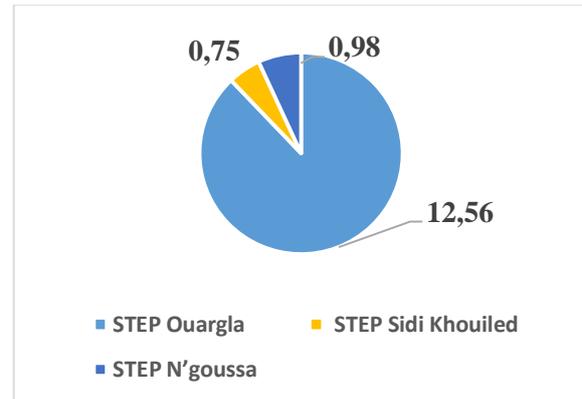
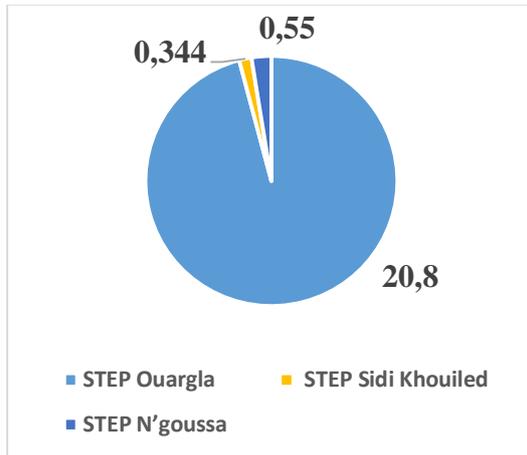
**Tableau I.II. 4: Débit entrant dans STEP (Hm<sup>3</sup>/an) 2018**

station d'épuration	Localités	Equivalent habitat	Volume (m <sup>3</sup> /j)	Volume (Hm <sup>3</sup> /an)	Débit entrant dans STEP (Hm <sup>3</sup> /an) 2018
STEP Ouargla	Ouargla	400000	57000	20,80	12,56
	Rouissat				
	Ain Baida				
_STEP Sidi Khouiled	Sidi Khouiled	7000	945	0,344	0,75

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

STEP N'goussa	N'goussa	10914	1515	0,55	0,98
TOTAL				21,70	14,309

Source ONA 2022



Volume (Hm³/an) eaux usées domestique

Débit entrant dans les trois STEP (Hm³/an)

**Figure I.II. 2: Répartition Volume (Hm3/an) eaux usées domestique et Débit entrant dans les trois STEP (Hm3/an) la cuvette d'ouargla**

### III . Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla :

Les stations de déminéralisation implantées dans la cuvette d'Ouargla a pour but de traitées les eaux brutes de forages d'alimentation en tableau a partir de déminéraliser ces eaux

#### III . 1 Stations de déminéralisations et ces forages

D' après la direction Algérie des eaux ADE il existe neuf (09) stations de déminéralisation répartie au niveau de la cuvette d'ouargla . Elles sont alimentées par 28 forages voir le tableau N° 25 [35]

**Tableau I.II. 5: Stations de déminéralisations et ces forages de la cuvette d'Ouargla [35]**

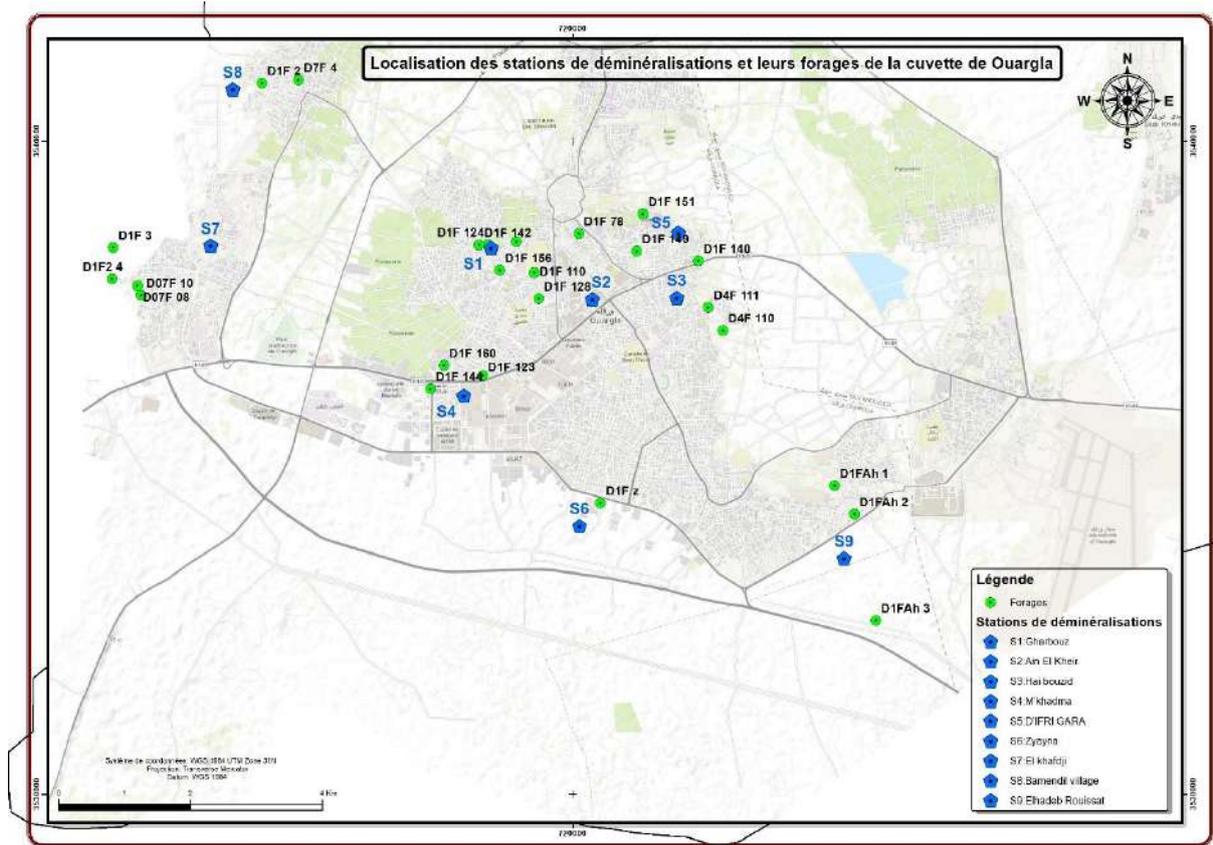
	Station	Nom de forage	x	Y
1	Gharbouz	D1F 124	718717,08	3538417,04
		D1F 142	718739,623	3538258,79

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

2	Ain El Kheir	D1F 110	719422,522	3537985,08
		D1F 128	719486,903	3537592,65
		D1F 1155	719149,199	3538463,4
		D1F 156	718897,523	3538026,84
		D1F 78	720097,752	3538583,69
		D4F 110	722288,392	3537103,15
3	Hai bouzid	D4F 111	722064,391	3537455,31
4	M'khadma	D1F 123	718640,41	3536413,88
		D1F 160	718050,494	3536566,97
		D1F 144	717843,378	3536211,09
5	D'IFRI GARA	D1F 149	720977,287	3538318,78
		D1F 140	721910,712	3538168,23
		D1F 151	721071,288	3538888,62
6	Zyayna	D1F z	720425,2	3534456,31
		D07F 08	713399,341	3537785,82
7	El khafdji	D07F 10	713451,778	3537639,11
		D1F2 4	713013,723	3537893,38
		D1F 3	713028,169	3538372,73
		D7F 4	715841,465	3540942,49
8	Bamendil village	D1F 2	715288,776	3540889,6
9	Elhadeb Rouissat	D1FAh 1	723982,603	3534726,88
		D1FAh 2	724280,061	3534289,32
		D1FAh 3	724607,775	3532663,15

Source ADE 2022

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**



**Figure I.II. 3: Positionnement des Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla**

**III . 2 Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla :**

Les capacités de ces eaux sont liées au les débits des forages qui alimentent ces station ; letableau suivant montre les débits par heurs 2939 m<sup>3</sup>/h et journalières 70510 m<sup>3</sup>/j. [35]

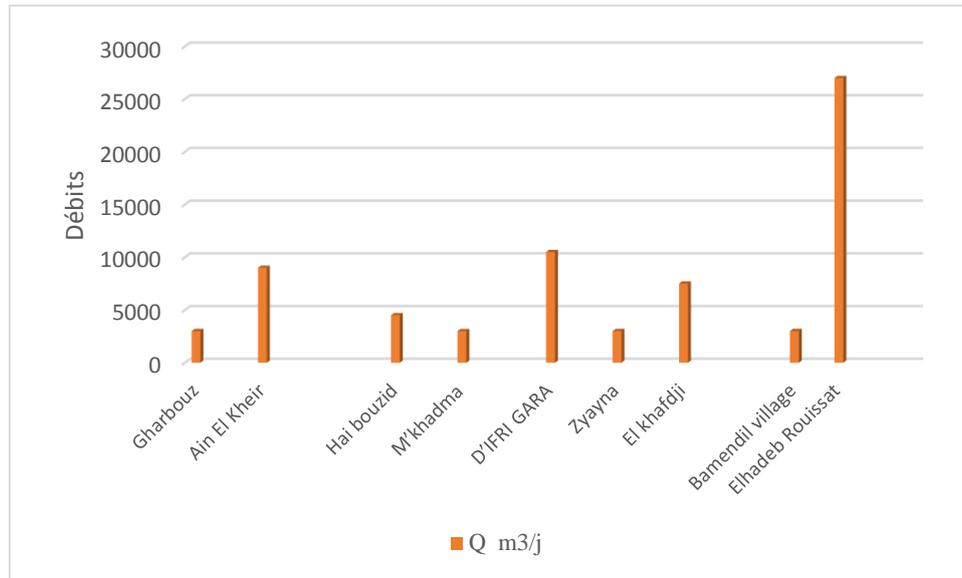
**Tableau I.II. 6: Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'ouargla**

	Station	Q m <sup>3</sup> /h	Q m <sup>3</sup> /j
1	Gharbouz	125	3000
2	Ain El Kheir	375	8999
3	Hai bouzid	188	4500
4	M'khadma	125	2999
5	Ifri gara	438	10500
6	Zyayna	125	3000

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

7	El khafdji	313	7512
8	Bamendil village	125	3000
9	Elhadeb Rouissat	1125	27000
TOTAL		2939	70510

Source ADE 2022



**Figure I.II. 4: Capacité d'eau brute entant dans les Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla**

**III. 3 -Capacité d'eau traite m3/j Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla:**

la capacité totale l'eau traite est de l'ordre 52875m<sup>3</sup> par jour c. a.d 75 % de volume eau brute [35]

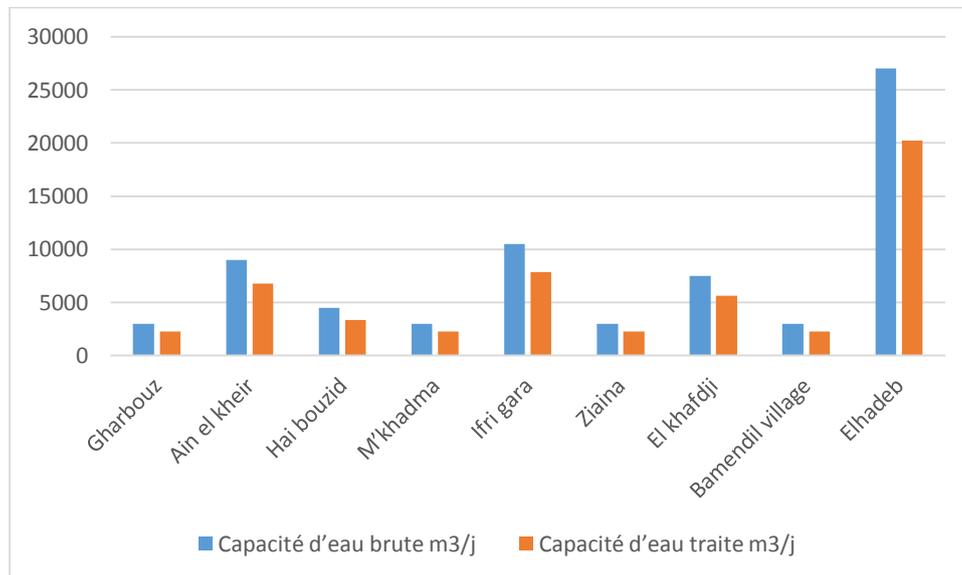
**Tableau I.II. 7: Capacité d'eau traite m3/j de Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla [35]**

N°	Nom de station	Capacité d'eau brute m3/j	Capacité d'eau traite m3/j
1	Gharbouz	3000	2250
2	Ain el kheir	9000	6750
3	Hai bouzid	4500	3375
4	M'khadma	3000	2250

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

5	Ifri gara	10500	7850
6	Ziaina	3000	2250
7	El khafdji	7500	5625
8	Bamendil village	3000	2250
9	Elhaddeb	27000	20250
	Total	70510	52875

ADE 2022



**Figure I.II. 5: Capacité Stations de déminéralisations de la cuvette d'Ouargla**

**I V - Les Fonctions socio-économiques**

**I V – 1 La population et la Répartition par commune**

Selon les estimation de population en 2020 par la direction de planification ; a cuvette d'ouargla englobe une population de l'ordre 291044 habitants avec un taux d'accroissance est égale 2,6 et avec une densité de population moyenne de l'ordre 22, 94 hab./km<sup>2</sup>. [12]

Voir letableau

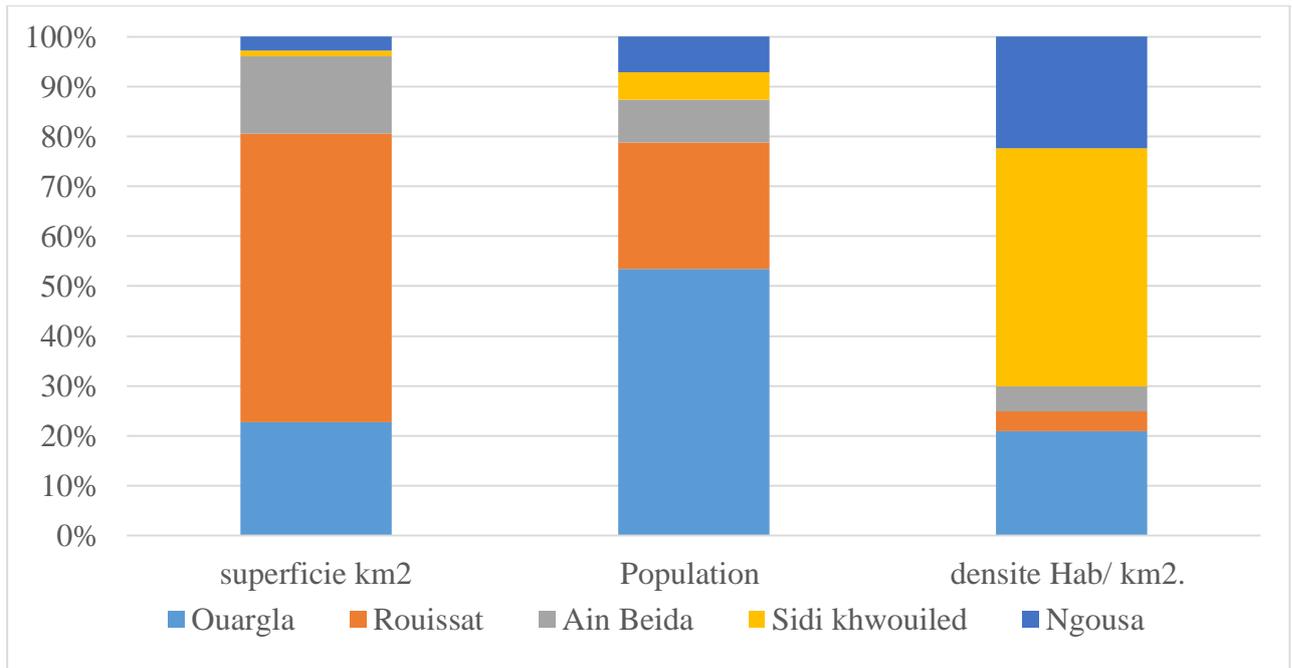
**Tableau I.II. 8: La population et la Répartition par commune dans la cuvette d'Ouargla**

commune	Population (Hab)	% Population	superficie km <sup>2</sup>	densité Hab/ km <sup>2</sup> .
---------	------------------	--------------	----------------------------	--------------------------------

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

Ouargla	155601	53,46	2887	53,89
Rouissat	73647	25,30	7331	10,04
Ain Beida	25095	8,62	1973	12,71
Sidi khwouiled	16088	5,52	131	122,80
N'goussa	20613	7,08	360	57,25

Source :DP 2020 Ouargla



**Figure I.II. 6: La population et la Répartition par commune dans la cuvette d'Ouargla**  
**I V – 2 Répartition des forages hydrique**

Le potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'ouargla est exploité par pompage des forages implantée dans les nappe de CT ( Mio -pliocène et Sénonien ) [24].

Les statistiques inventaires des ouvrages hydrauliques de la cuvette d'Ouargla ont dénombré de( 293) forages répartis comme ce suit :

- ✓ , dont 73 forages sont destinées pour l'eau domestique AEP ,
- ✓ Les autres forages (220) pour l' irrigation AEA [24]

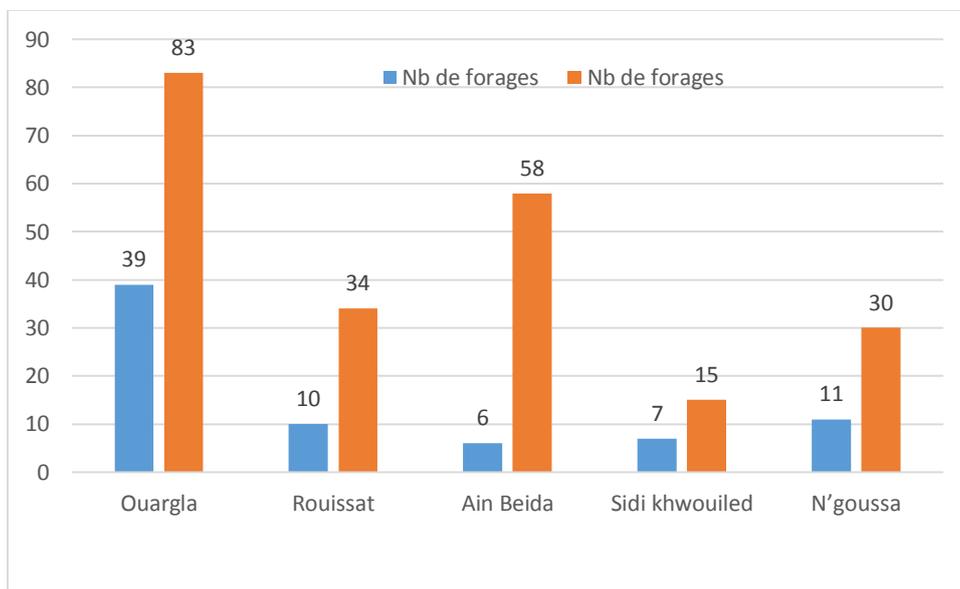
**Tableau I.II. 9: Répartition des forages de la cuvette d'Ouargla**

Cuvette d'Ouargla	AEP	AEA
	Nb de forages	Nb de forages

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

Ouargla	39	83
Rouissat	10	34
Ain Beida	06	58
Sidi khwouiled	07	15
N'goussa	11	30
Total	73	220

ANRH 2018



**Figure I.II. 7: Répartition des forages de la cuvette d'Ouargla**

**I V – 3 Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'ouargla**

La capacité du potentiel hydrique mobilisent annuellement est égale de 236,31 Hm<sup>3</sup> , Avec un 92,39 Hm<sup>3</sup>/an (39 .11% ) de volume eau domestique . et pour irrigation et 143,882 Hm<sup>3</sup>/an (60 .89 % ) [24]

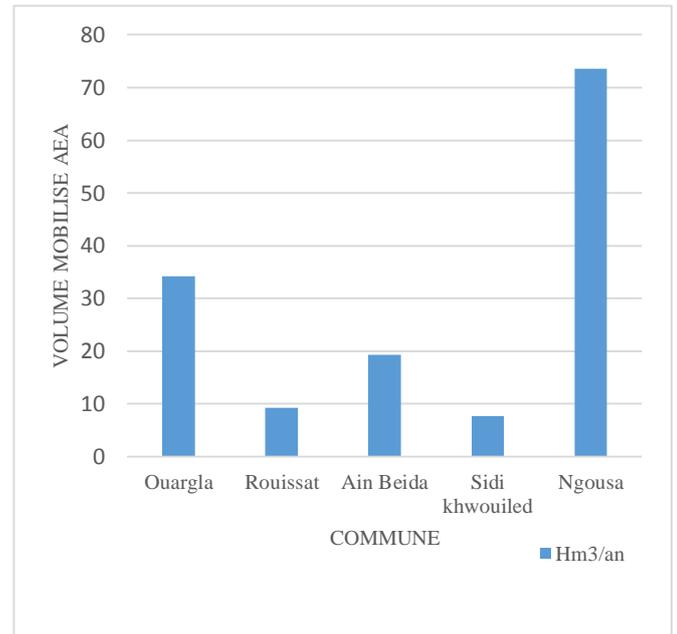
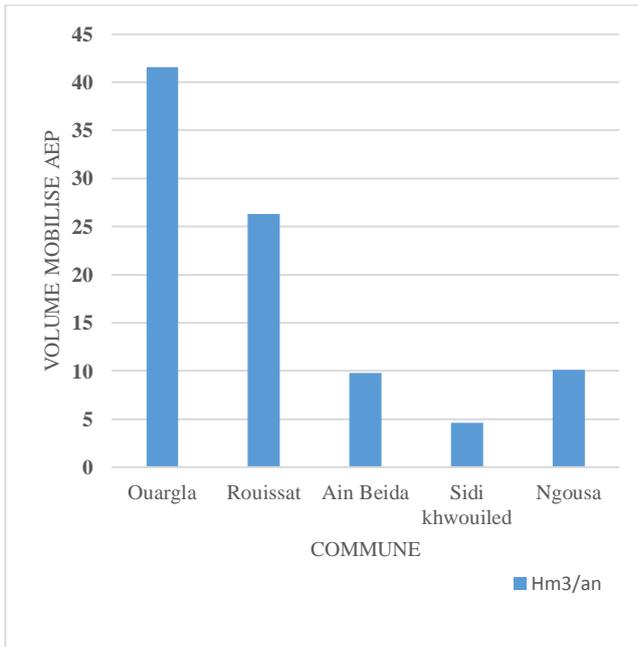
**Tableau I.II. 10: Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'ouargla**

Cuvette d'ouargla	AEP	AEA
	Hm <sup>3</sup> /an	Hm <sup>3</sup> /an
Ouargla	41,54	34,15
Rouissat	26,33	09,271
Ain Beida	09,80	19,26

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

Sidi khwouiled	04,63	07,631
N'goussa	10,09	73,57
Total	92,39	143,882

ANRH 2018



**Figure I.II. 8 : Potentiel hydrique souterrain de la cuvette d'Ouargla**

**IV- 4 La Surface Agricole Totale de la cuvette d'ouargla :**

La cuvette d'ouargla englobe une surface totale agricole est de l'ordre 868497 ha distribuée sur la cuvette comme se suit [23] :

La commune de Rouissat a 45,65 % de la surface totale agricole alors que la commune de Sidi khwouiled présente 0,96 % la surface totale agricole.

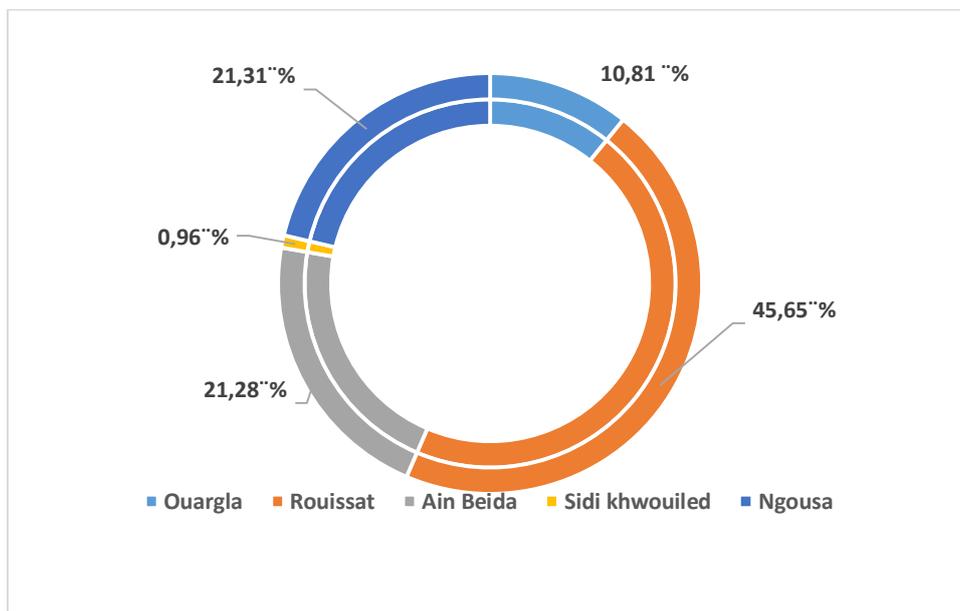
**Tableau I.II. 11: Répartition du surface agricole totale de la cuvette d'ouargla**

	SAT (ha) 2018	%

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

Ouargla	93865	10,81
Rouissat	396430	45,65
Ain Beida	184794	21,28
Sidi khwouiled	8299	0,96
N'goussa	185109	21,31

Source D A 2018



**Figure I.II. 9: Répartition du Surface Agricole Totale de la cuvette d'Ouargla**

**IV- 5 La Surface Agricole Utilisée Irriguées de la cuvette d'ouargla :**

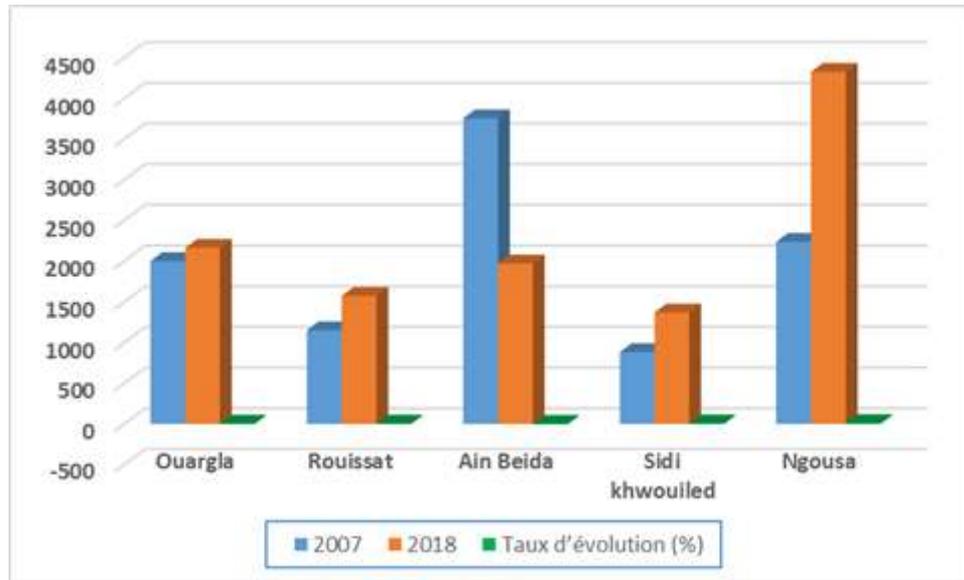
Le taux d'évolution de surface utilisée entre l'année 2007 et l'année 2018 est entre la plus faible enregistrée dans les deux communes (Ouargla et Ain Beida), (0,81 % , -4,75% ) et de taux acceptable dans les autre communes (Rouissat ; Sidi khwouiled et N'goussa) (3,66, 5,51 et 9,3) [23] voir le tableau suivant

**Tableau I.II. 12: Taux d'évolution SAU par commune de la cuvette d'ouargla**

	SAU (ha) 2007	SAU(ha) 2018	Taux d'évolution (%)
Ouargla	2000	2162,68	0,81
Rouissat	1150	1572	3,66
Ain Beida	3 755	1969,89	-4,75
Sidi khwouiled	882	1368,54	5,51

N'goussa	2236	4325,36	9,3
----------	------	---------	-----

Source D S A 2018



**Figure I.II. 10: Taux d'évolution SAU par commune de la cuvette d'ouargla**

**V. Bilan d'eau de la nappe superficielle de la cuvette d'ouargla**

Le niveau de la nappe superficielle est réglé par la balance entre le débit des eaux entrant dans la région et celui des eaux en sortant. [38]

Un surplus aux entrées (ou un déficit aux sorties, ce qui revient au même) ; il est permis d'une accroissement de la capacité d'eau stockée, d'où une augmentation du niveau piézométrique de la nappe superficielle, alors qu'un déficit aux entrées (ou un surplus aux sorties, par évaporation ou par écoulement, par exemple) se traduit par un prélèvement sur l'eau stockée dans la nappe, d'où une baisse du niveau de celle-ci. [38]

L'équation Bilan d'eau de la nappe superficielle est donnée par la formules suivante [38]

$$\Delta Q = \text{entrées} - \text{sorties}$$

**V -1 Entrées**

Ce terme est composés par les facteurs qui liées au l'augmentation de niveau d'eau dans la nappe superficielles ; on citons

- ✓ Surexploitation des eaux par pompages pour les deux nappes qui sont orientées pour l'utilisation domestique ( $Q_{F\text{Aep}}$ ) et agricole ( $Q_{F\text{Irr}}$ ) ;
- ✓ L'infiltration des précipitations ( $Q_{\text{Pré}}^{\text{Inf}}$ )

Soit pour les entrées :

$$\text{Entrées} = Q_{F\text{Irr}} + Q_{F\text{Aep}} + Q_{\text{Pré}}^{\text{Inf}}$$

### V-2 Sorties :

ce sont des eaux responsables de la diminution du niveau piézométrique

Il s'agit que [38]

- ✓ la décharge naturelle vers le sud et le nord, par écoulement souterrain :  $Q_{PEc}$
- ✓ les cultures et la végétation urbaine :  $Q_{P\text{-AbEtr}}$
- ✓ les eaux évaporées par les plans d'eau libres:  $Q_{P\text{-SbEv}}$
- ✓ les eaux évapo-transpirées par les activités humaines :  $Q_{\text{HumEv}}$
- ✓ les eaux évacuées vers Oum Raneb :  $Q_{\text{drDr}}$

**Soit pour les sorties :**

$$\text{Sorties} = Q_{PEc} + Q_{P\text{-AbEtr}} + Q_{P\text{-SbEv}} + Q_{\text{HumEv}} + Q_{\text{drdr}}$$

Donc le bilan sera donné par la formule suivante :

$$Q_{F\text{Irr}} + Q_{F\text{Aep}} + Q_{\text{PréInf}} - (Q_{PEc} + Q_{P\text{-AbEtr}} + Q_{P\text{-SbEv}} + Q_{\text{HumEv}} + Q_{\text{drdr}})$$

### V-3 Estimation des termes du bilan d'eau

#### V-3 -1 Entrées = $Q_{F\text{Irr}} + Q_{F\text{Aep}} + Q_{\text{PréInf}}$

$Q_{\text{PréInf}}$  = Quantité d'eau tombée multipliée par un coefficient d'infiltration pour l'eau de pluie. 36.82mm par an (précipitation moyenne de 10 ans période ( 2008 – 2018) ;Coefficient d'infiltration 6 % et Surface de la cuvette d'Ouargla : 12682 km<sup>2</sup> [23]

**Tableau I.II. 13: Quantité d'eau QPréInf (m<sup>3</sup>) tombée sur la cuvette d' Ouargla [23]**

p (m /an )	surface m2	Coefficient infiltration	Nombre du jour	QPréInf (m3)
0,03682	12682000000	0,06	365	76759,10

Donc le volume de pluies ( précipitations) infiltrées dans la nappe est de l'ordre 0,076 Hm3 par jour

- ✓ Débits forages destinés à l'AEP (QF Aep **Hm3/j**) ET Débits forages destinés à l'irrigation (**Q<sub>F-Irr</sub> Hm3/j**):

Selon les données collectées de [24]:

**Tableau I.II. 14: Débits forages destinés à l'AEP (QF Aep Hm3/j) ET Débits forages destinés à l'irrigation (QF-Irr Hm3/j)**

	<b>Hm3/an</b>	<b>Hm3/j</b>
Débits forages destinés à l'AEP (QF Aep )	<b>92,41</b>	<b>0,25</b>
Débits forages destinés à l'irrigation ( <b>Q<sub>F-Ir</sub></b> )	<b>143,89</b>	<b>0,39</b>

$$\text{Entrées} = Q_{F-Irr} + Q_{F Aep} + Q_{Pré}^{Inf}$$

$$\text{Entrées} = 0,076 ( \text{Hm3/j} ) + 0,25 ( \text{Hm3/j} ) + 0,39 ( \text{Hm3/j} ) = \mathbf{0,716 \text{ Hm3/j}}$$

$$\mathbf{V-3 -2 \text{ Sorties} = Q_{PEc} + Q_{P-AbEtr} + Q_{P-SbEv} + Q_{-HumEv} + Q_{-drdr}}$$

- ✓ Le volume écoulement souterrain QPEc (Hm3/ j) :

C' écoulement souterrain vers le sud de la cuvette , ce volume dépend sur les élément suivants : la pente I de la cuvette , La longueur de la cuvette L (m) et aussi la Transmissivité (m2/s) la formule suivante

$$Q = T \times L \times I \text{ ou}$$

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

avec  $T =$  Transmissivité =  $2,6 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s ( ANRH) ,  $I:$  Pente = 2‰ [24]

et  $L = 70$  km

Soit un débit de 0,0314 Hm<sup>3</sup>/ j

✓ Le volume des eaux évaporées par les surfaces d'eau libre et les zones humides ( $Q_{P_{Ev}}$  Hm<sup>3</sup>/j) : elle estime comme ce suit :

- les surfaces d'eau libre est de l'ordre 243 ha ; une évaporation pour les surfaces d'eau libre de 1,96 m par an [24]

$$(243\ 0000\ m^2 * 1,96m) / 365j = 13048,76\ (m^3 / j) = 0,013\ Hm^3 / j$$

- La profondeur moyenne de l'eau dans la sebkha autour d'ouargla étant de 0,6 m,

- l'évaporation moyenne est de 0,15 m/an à 60 cm de profondeur. [24]

elle estime comme ce suit

$$(20230000\ m^2 * 0,15) / 365\ j = 8313,69\ (m^3 / j) = 0,00831Hm^3 / j$$

- les cultures et la végétation urbaine ( $Q_{P-AbEtr}$  Hm<sup>3</sup>/ j ) L'évaporation par les palmiers et une couverture de 30% de chiendent sont estimés, pour la zone d'Ouargla à 15'000 m<sup>3</sup>/année/ha ,La superficie urbaine recouverte de végétation varie d'un quartier à l'autre. La moyenne est de 7 % [24],

- Superficie des palmeraies, est de l'ordre 2286 ha [24]

- , Superficie des zones urbanisées est : 2354 ha [24]

$$15\ 00\ m^3/année/ha \times (2286\ ha + 0,07 * 2354\ ha) / 365 = 100716,98\ m^3/j$$

$$0,1007\ Hm^3 / j$$

- les eaux évapo-transpirées par les activités humaines ( $Q_{HumEv}$ ) : sont estimées à 22 l/jour/habitant

- La population en 2020 est estimée à 291044 habitants

$$291044\ habitants \times 22\ l/jour/habitant = 6402,96\ m^3/j = 0,0064\ Hm^3 / j$$

les eaux évacuées ( $Q_{drdr}$ ) : Les quantités estimées pour les fuites d'AEP sont de l'ordre de 10000 m<sup>3</sup>/j [37].

Donc la quantité d'eau arrivant à la nappe phréatique sans tenir compte des surplus

d'irrigation est :  $9000 + 10000 + 23000 = 42000\ m^3/j.$

**Tableau I.II. 15: les résultats de bilan d'eau**

Entrées	Hm <sup>3</sup> / j	Hm <sup>3</sup> / an	Sorties	Hm <sup>3</sup> / j	Hm <sup>3</sup> / an
---------	---------------------	----------------------	---------	---------------------	----------------------

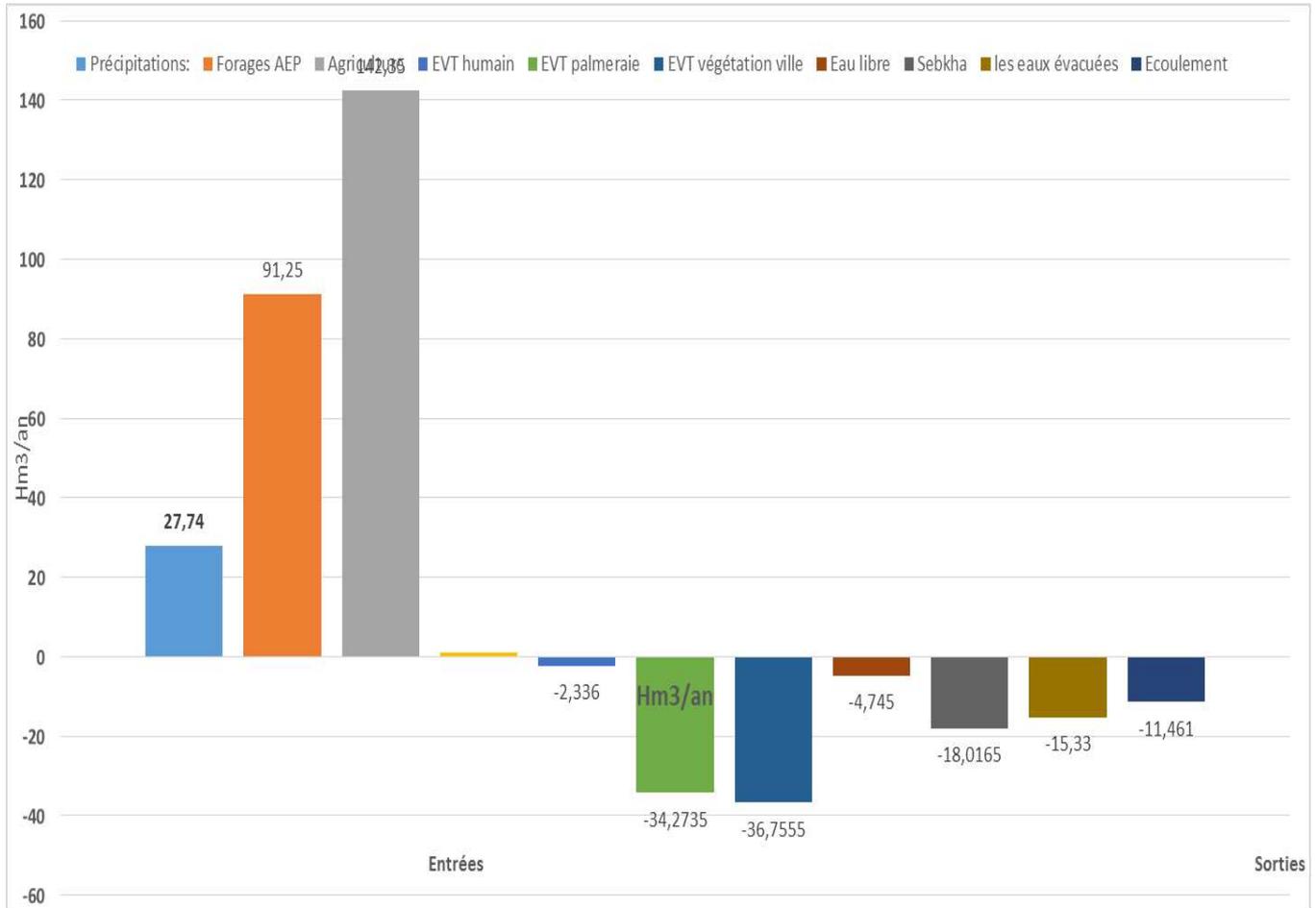
**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**

Précipitations	0,076	27,74	EVT humain	0,0064	2,33
Forages AEP	0,25	91,25	EVT palmeraie	0,0939	34,27
Agriculture	0,39	142,35	EVT végétation ville	0,1007	36,75
			Eau libre	0,013	4,74
			Sebkha	0,049	18,01
			les eaux évacuées	0,042	15,33
			Ecoulement	0,03	11,46
	0,716	261,34		0,33	122,91
			$\Delta Q = 138,42 \text{ Hm}^3/\text{an}$		

**$\Delta Q = \text{entrées} - \text{sorties}$**

$\Delta Q = 138,42 \text{ Hm}^3/\text{an}$

**Parti I : Cadre physique du La cuvette de Ouargla**  
**Chapitre II Diagnostic de l'état actuel de l'infrastructure hydraulique de la cuvette d'Ouargla**



**Figure I.II. 11: Représentations du Bilan d'eau**

*Partie II : Gestion quantitative Et  
qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla*

*Chapitre 1 Approche Qualitatives des eaux  
souterraines de la cuvette d'Ouargla*

## **Introduction**

La qualité des eaux souterraines est l'un de l'élément de base la gestion des ressources en eau dans cette étude. On s'appuyé sur le chimisme des eaux souterraines pour connaître

- ✓ Les types des eaux souterraines
- ✓ Les origines des éléments chimiques
- ✓ Les répartitions spatiales des éléments chimiques

Cette section d'étude est devisé en deux grande partie selon le types des aquifères et type de consommateurs (eau d'irrigation ou bien eau destinée à la consommation humaine).

On utilisés dans cette étude le logiciel **ARC GIS 5. 10** pour exécuter des différentes cartes de répartitions spatiales des éléments chimiques, ainsi qu'on applique un logiciel **Diagramme** pour définir Les types des eaux souterraines

En février 2018 ; nous avons effectué des sorties sur terrains a pour but de délimiter et connaître les forages qui implantés au niveau de la cuvette d'ouargla, Donc nous avons effectué des mesures in site de quelque paramètre physico-chimique et nous avons également prélevé quelques échantillons de d'eau des différents aquifères pour analyser en laboratoire.

### **I. Les eaux souterraines désignées a l'irrigation :**

Les eaux qui désignées a l'irrigation des différents type de plants, cette derniers se développe dans un sol propriétés bien déterminée ; et durant leur vie ; elle possède des eaux riches en sels dissoutes. [39]

Ces eaux se sont des eaux de l'aquifères d'âge « mio-pliocène » ; [39]

### **II. Cartographie les paramètres physico-chimiques**

Nous avons effectué des mesures in site sur (31) forages sur

- ✓ La conductivité électrique,
- ✓ Le potentiel Hydrogène (PH) .

les autres paramètres sont faites au laboratoire ANRH en février2018

- ✓ Le résidu sec (RS),
- ✓ La minéralisation, [24]

On réalisés à l'aide de logiciel « ARC GIS » des cartes suivantes :

- ✓ la localisation position géographiques des (50) forages
- ✓ les cartes de Variation spatiale des valeurs et des teneurs les paramètres physico-chimiques

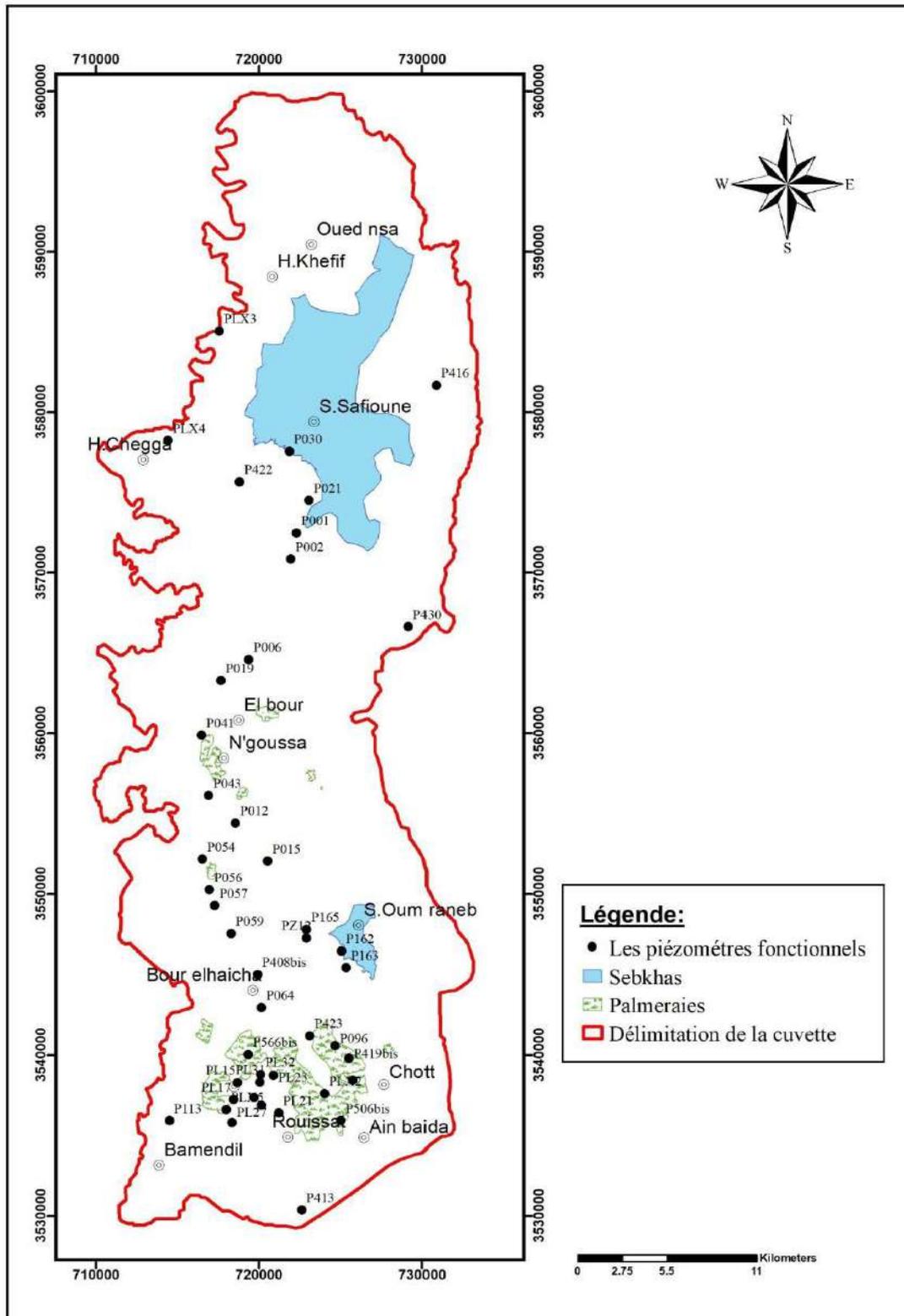


Figure II.I. 1: Localisation géographique des forages désigner a l'irrigation (février 2018).

**II .1.Les paramètres physiques :**

**II.1.1 Résidu sec (RS) :**

L'eau contient de minéraux est indiqué que elle est réside. Plus le résidu est élevé et plus l'eau est minéralisée [40]

On remarque que les résultats des analyses des forages de cet élément :

- ✓ Les valeurs sont très variables entre (1 ,83- 7,57) g/l
- ✓ La moyen est 4,12 /l

**Tableau II.I. 1:Les valeurs de Résidu sec ( g / l ) des eaux souterraines (février 2018)**

<b>Paramètres de mesure</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
Résidu sec g/ l	7,57	1 ,83
Nom de Forage	F165 Ainzira428 d'Ain el Baida	F102 Laouini915 Sidi_Khouiled

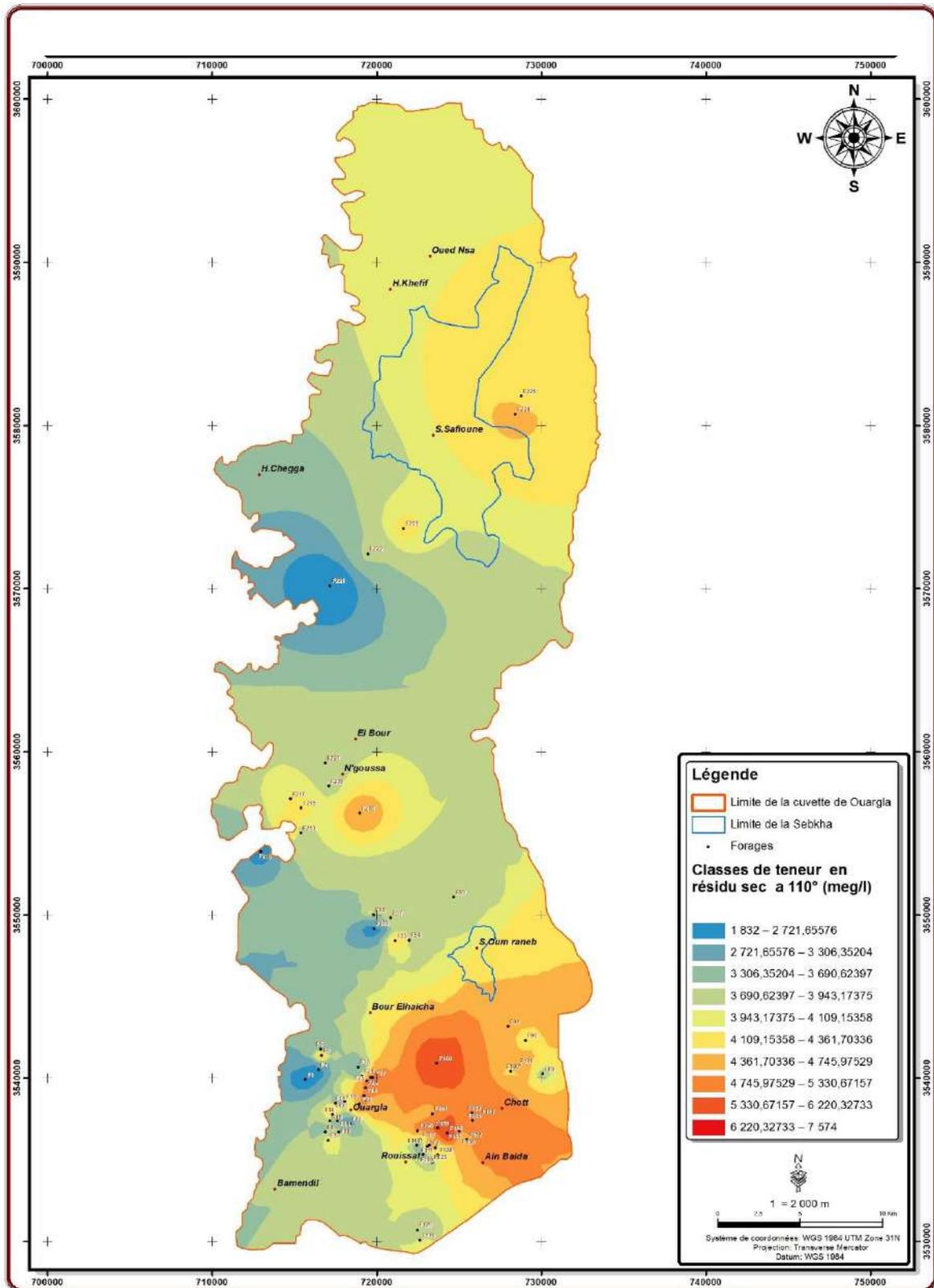


Figure II.I. 2: Variation spatiale des teneurs en Résidu sec des forages désigner a l'irrigation (février 2018).

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**II.1.2.La minéralisation :**

La processus de mutation d'un élément organique vers éléments minérale est due par plusieurs facteurs ; On citons les suivants :

- ✓ Température
- ✓ Le potentiel hydrogène

Les valeurs de minéralisation de notre cas sont très élevées avec une moyenne de l'ordre 3,63 g / l

**Tableau II.I. 2: Les valeurs de minéralisation ( g / l ) des forages désigner a l'irrigation (février 2018).**

<b>Paramètres de mesure (g / l)</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
Minéralisation g / l	5,87	2,00
Forage	F165 Ainzira428  Ain el Baida	F210  Birjeneine1(khelil)673  N'Goussa

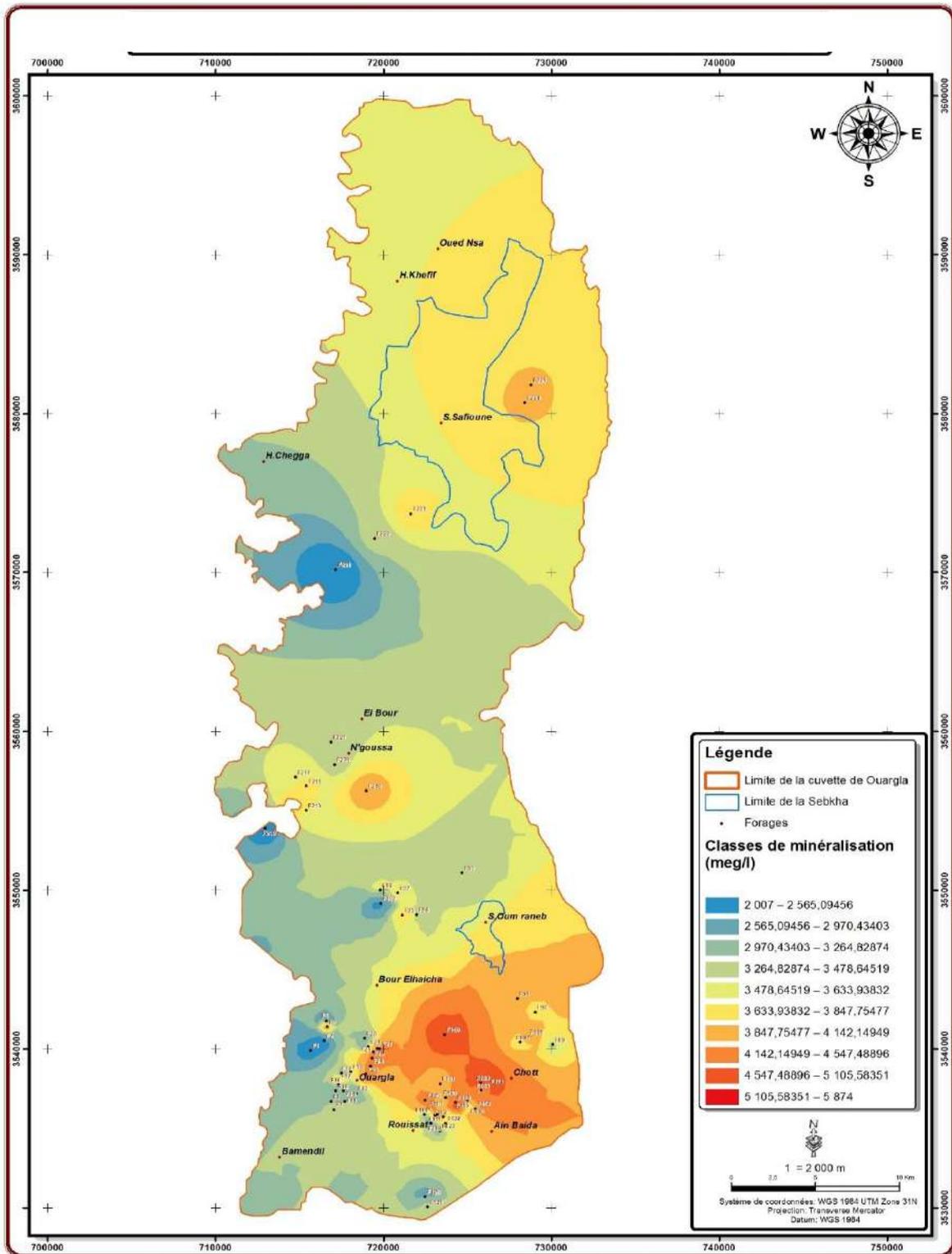


Figure II.I. 3: Répartitions spatiale des minéralisations des forages désigner à l'irrigation février 2018.

**II.1.3. Conductivité électrique :**

Elle indique que cette eau est riche en sel dissoute ; donc elle représente les teneurs des ions ;  
Si eau est conductrice implique que c'est une eau salée. [40]

- ✓ Les valeurs obtenus sont remarquables (très élevés)
- ✓ La valeur moyenne est 4,84 .

**Tableau II.I. 3: Les valeurs de conductivité électrique (CE).des forages désigner a l'irrigation février 2018.**

<b>Paramètres de mesure</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
Conductivité électrique (ms/cm)	7,74	2,64
Forage	F165 Ainzira428 Ain el Baida	F210 Birjeneine1(khelil)673 N'Goussa

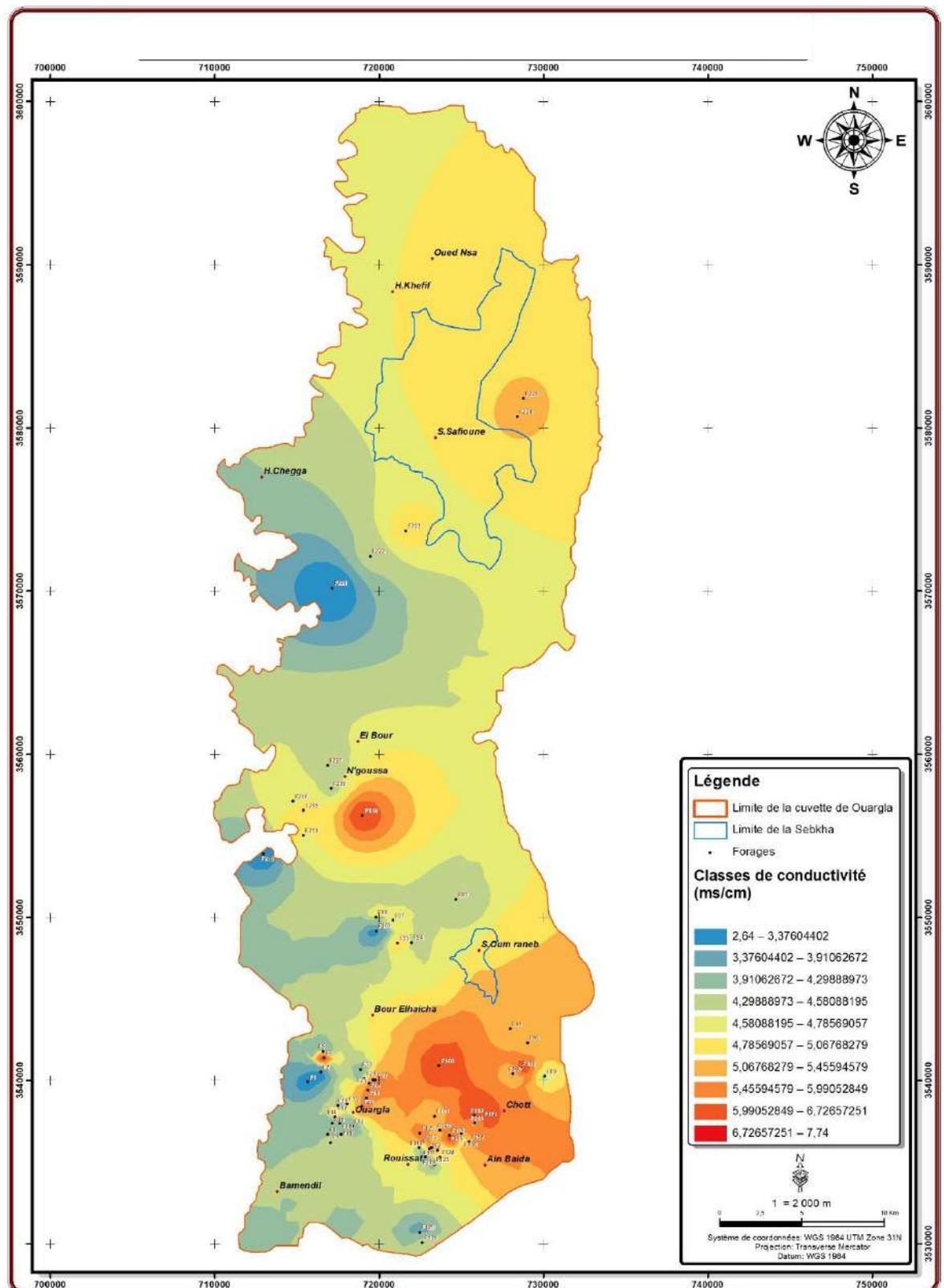


Figure II.I. 4: Répartition spatiale des conductivités électriques des forages désigner a l'irrigation février 2018.

**II.1.4. Potentiel Hydrogène (pH) :**

Potentiel hydrogène représenté les teneurs des ions hydrogène ( $H^+$ ). Il est varié entre 0 à 14 en fonction des anions  $[H^+]$  et  $[OH^-]$  ; Il est existé en trois types : [40] ; [41]

$pH > 7$  est basique c'est-à-dire  $[H^+] < [OH^-]$  ;

$pH < 7$  est acide donc  $[H^+] > [OH^-]$  et

$pH = 7$  est neutre  $[H^+] = [OH^-]$ .

- ✓ la valeur moyenne est 7,99 implique que le type des eaux des forages désigner a l'irrigation est basique

**Tableau II.I. 4: Les valeurs de Potentiel Hydrogène (pH) : des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum
Potentiel Hydrogène (pH)	8.87	7,2
Forage	F2 Bamendil II Coor72  Ouargla	F165Ainzira428  Ain el Baida

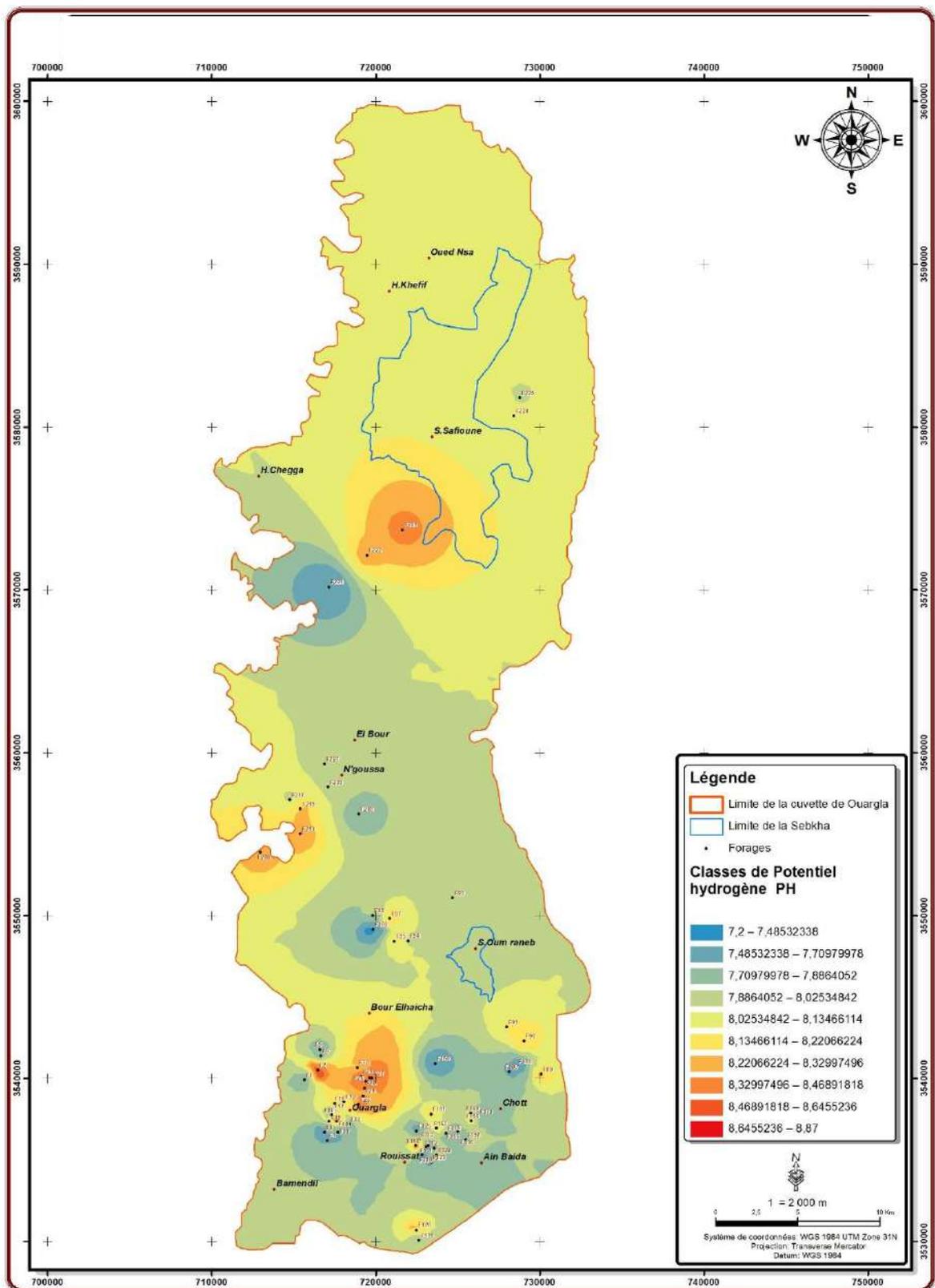


Figure II.I. 5: Variation spatiale de (pH) des forages désigner a l'irrigation février 2018

**III .Les paramètres chimiques :**

L'étude de cette section est basée sur s les ions majeurs des eaux sont [17] ; [41]:

- ✓ Les cations (calcium, magnésium, sodium),
- ✓ Les anions (chlorure, sulfate et les bicarbonates).

**III .1.Les éléments majeurs (ions positives) :**

**III .1 . 1 Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :**

- ✓ une valeur moyenne est 214,75 mg/l

Tableau N° 40 : Les valeurs de Calcium (Ca<sup>2+</sup>) des forages désigner a l'irrigation février 2018

<b>Paramètres de mesure (mg / l)</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
<b>Calcium (Ca<sup>2+</sup>)</b>	322,4	74
Forage	F122 A.ElArchII4103(ainelh 'eb) F131A.SerataI311  Rouissat	F108 A.Belkrima479 F109 A.Benithour491  Rouissat

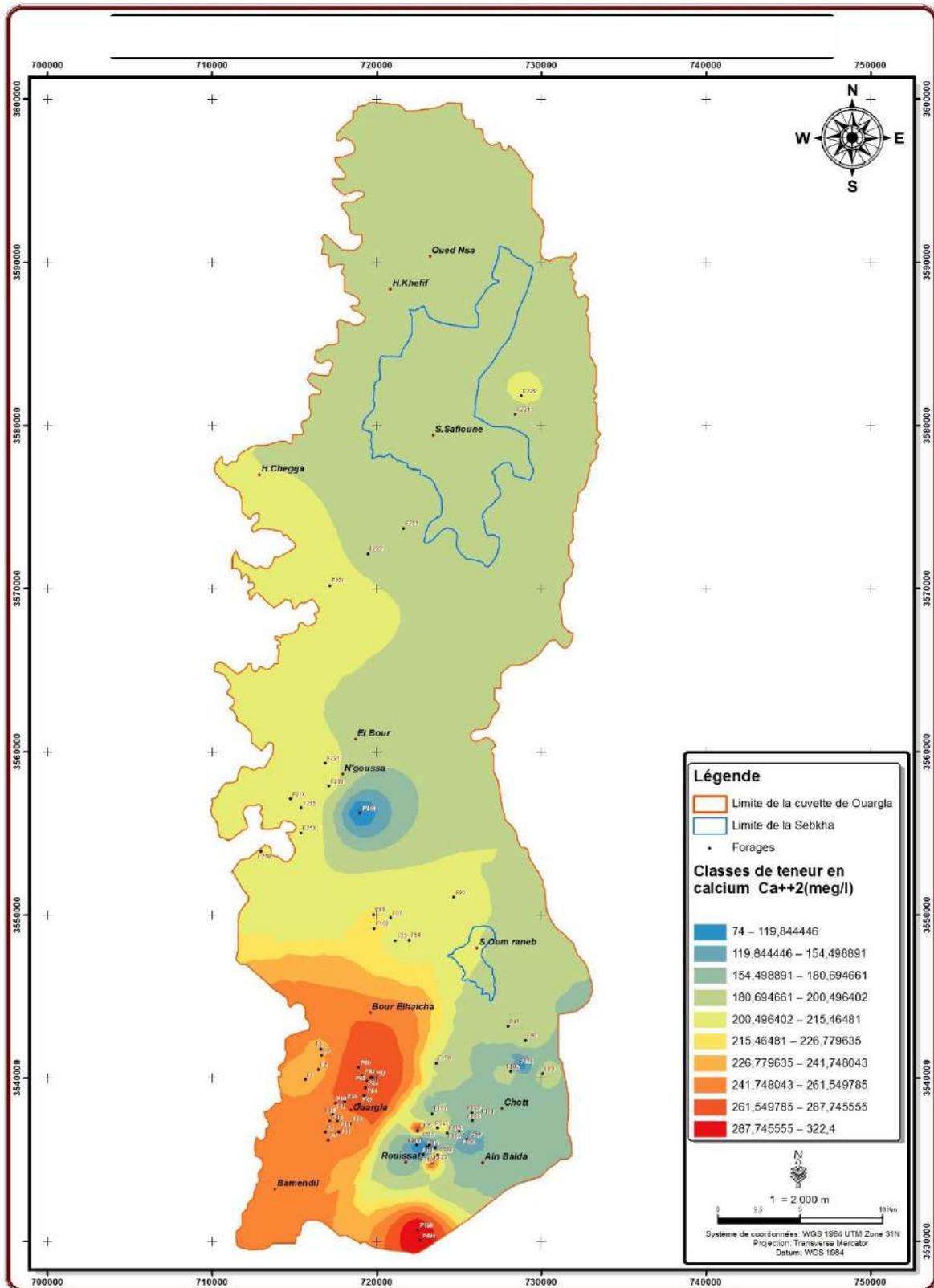


Figure II.I. 6: Variation spatiale des Calcium (Ca<sup>2+</sup>) des forages désigner à l'irrigation février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**III .1 . 2 Magnésium (Mg<sup>2+</sup>) :**

Les origines de cette éléments est proviennent de

- des roches volcaniques ;
- Elle provient de la pénétration des eaux de surfaces à partir les couches sont riche en dolomite
- hydratation des roches carbonatées. [40] ; [41]

D'après les analyses obtenues

- ✓ la valeur moyenne est 256,85 mg/l

**Tableau II.I. 5: Les valeurs de magnésium (Mg<sup>2+</sup>) des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Paramètres de mesure(mg / l)	Maximum	Minimum	Moyen
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	386	105	256,85
Forage	F121 A.Zaabat320 Rouissat	F210 Birjeneine1(khelil)673 N'Goussa	

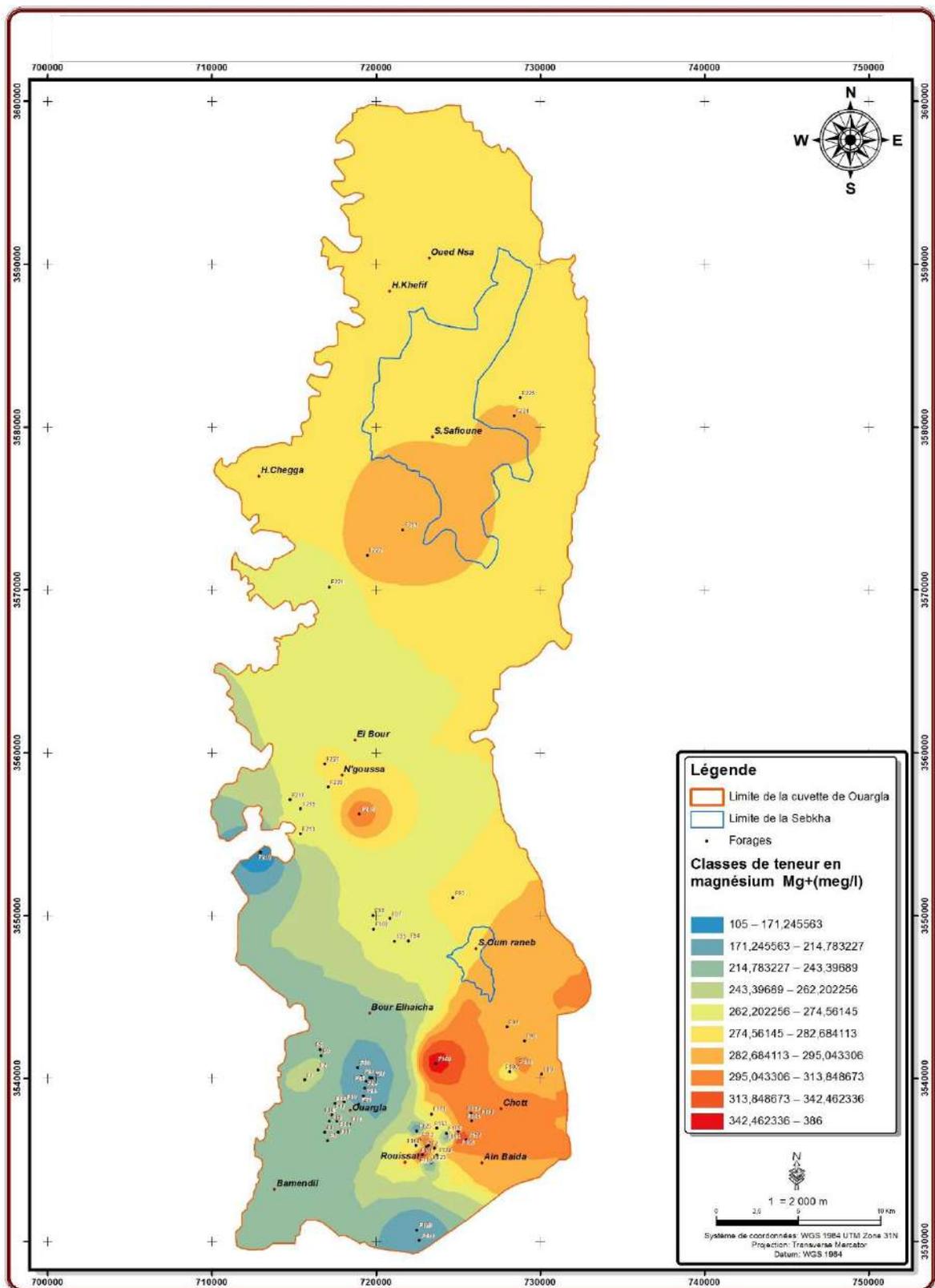


Fig II.I. 7: Variation spatiale des valeurs ( $Mg^{2+}$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018

### III .1 . 3 Sodium (Na<sup>+</sup>) :

On trouvant cet éléments chimique dans les sols ; permis les roches qui riches en sodium sont

- les roches argileuses ;
- Les roches marneuses et
- des eaux à usage agricole ou domestique. [40] ; [41]

On observe que :

- ✓ la concentration moyenne est 1170,87 mg/l

**Tableau II.I. 6: Les valeurs de Sodium (Na<sup>+</sup>) des forages désigner a l'irrigation février 2018**

<b>Paramètres de mesure(mg / l)</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
<b>Sodium (Na<sup>+</sup>)</b>	1981,8	304
Forage	F131A.SerataI311  Rouissat	F210 Birjeneine l  (khelil)673  N'Goussa

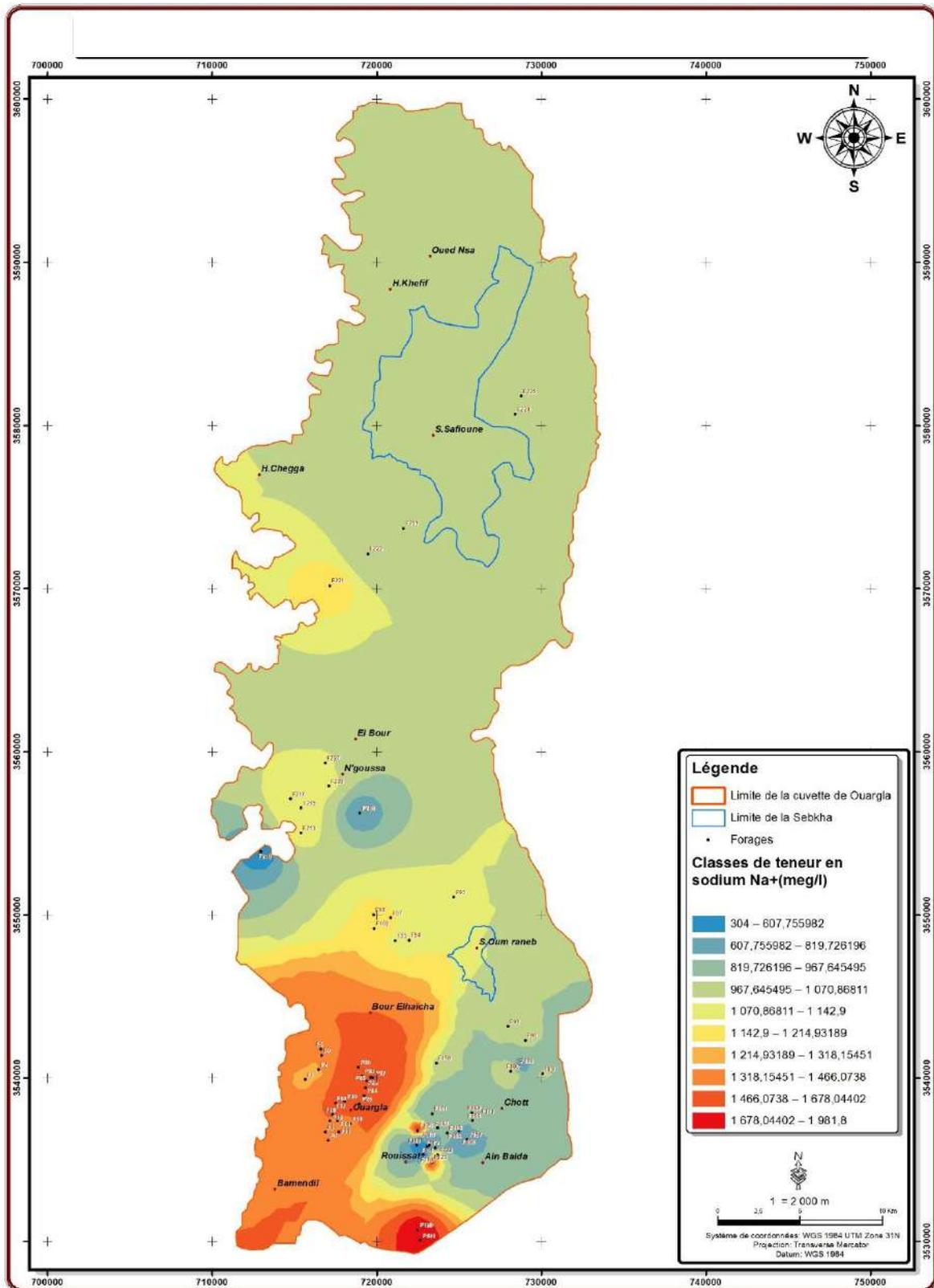
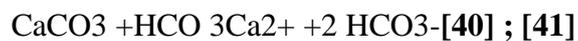


Figure II.I. 8: Variation spatiale de ( $\text{Na}^+$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018

**III .2.Les anions :**

**III .2. 1 Bicarbonate( $\text{HCO}_3^-$ ) :**

Le Bicarbonate( $\text{HCO}_3^-$ ) se constituent à partir de transformation des roches carbonatées et en existence d'acide carbonique, la calcite peut se diluer quidonnédu bicarbonate de calcium :



D'après les résultats obtenue on constate que :

- ✓ La valeur moyenne est 110,37 mg/l

**Tableau II.I. 7: Les valeurs de Bicarbonate( $\text{HCO}_3^-$ ) des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Paramètres de mesure(mg / l)	Maximum	Minimum
<b>Bicarbonate (<math>\text{HCO}_3^-</math>)</b>	189	67
	F90 ErgTouil96 Sidi_Khouiled	F11Belguettai1131 Ouargla

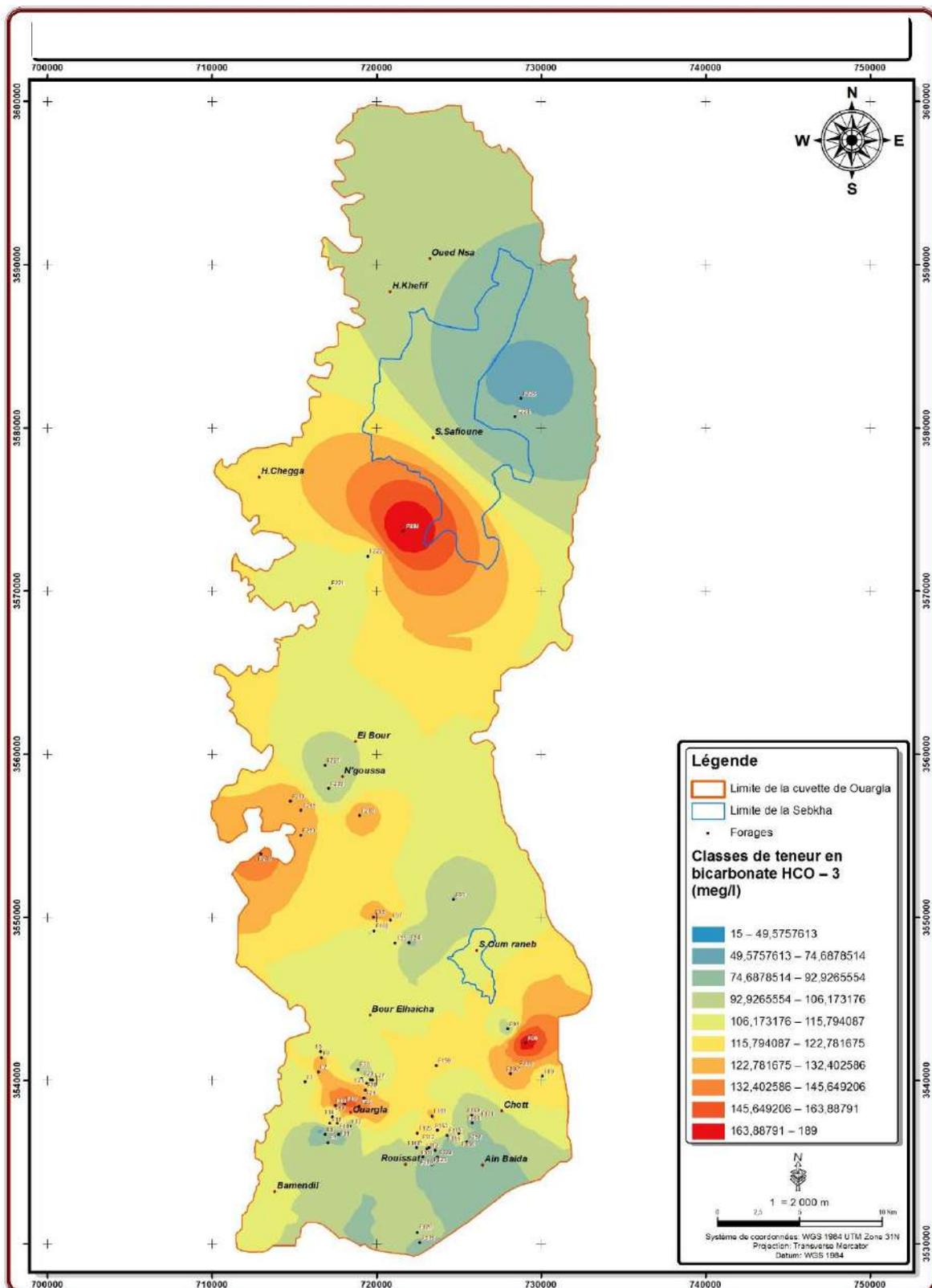


Figure II.I. 9: Variation spatiale des Bicarbonates des forages désigner a l'irrigation février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**III .2. 2 Chlorure (Cl<sup>-</sup>) :**

La présence des chlorures dans les eaux est due :

- Les réactions chimiques entre (eau –roche), de nombreuses roches magmatique Une
- Les formations géologiques marines,
- L'origine artificielle, comme les engrais et les pesticides. [40] ; [41]

Les résultats obtenus montrent que :

- ✓ la valeur moyenne Chlorure (Cl<sup>-</sup>) est 2153,88 mg/l

**Tableau II.I. 8: Les valeurs de Chlorure (Cl<sup>-</sup>) des forages désignés à l'irrigation février 2018**

<b>Paramètres de mesure(mg / l)</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyen</b>
<b>Chlorure (Cl<sup>-</sup>)</b>	3232	474	2153,88
<b>Forage</b>	F131 A.SerataI311  Rouissat	F210  Birjeneine1(khelil)673  N'Goussa	

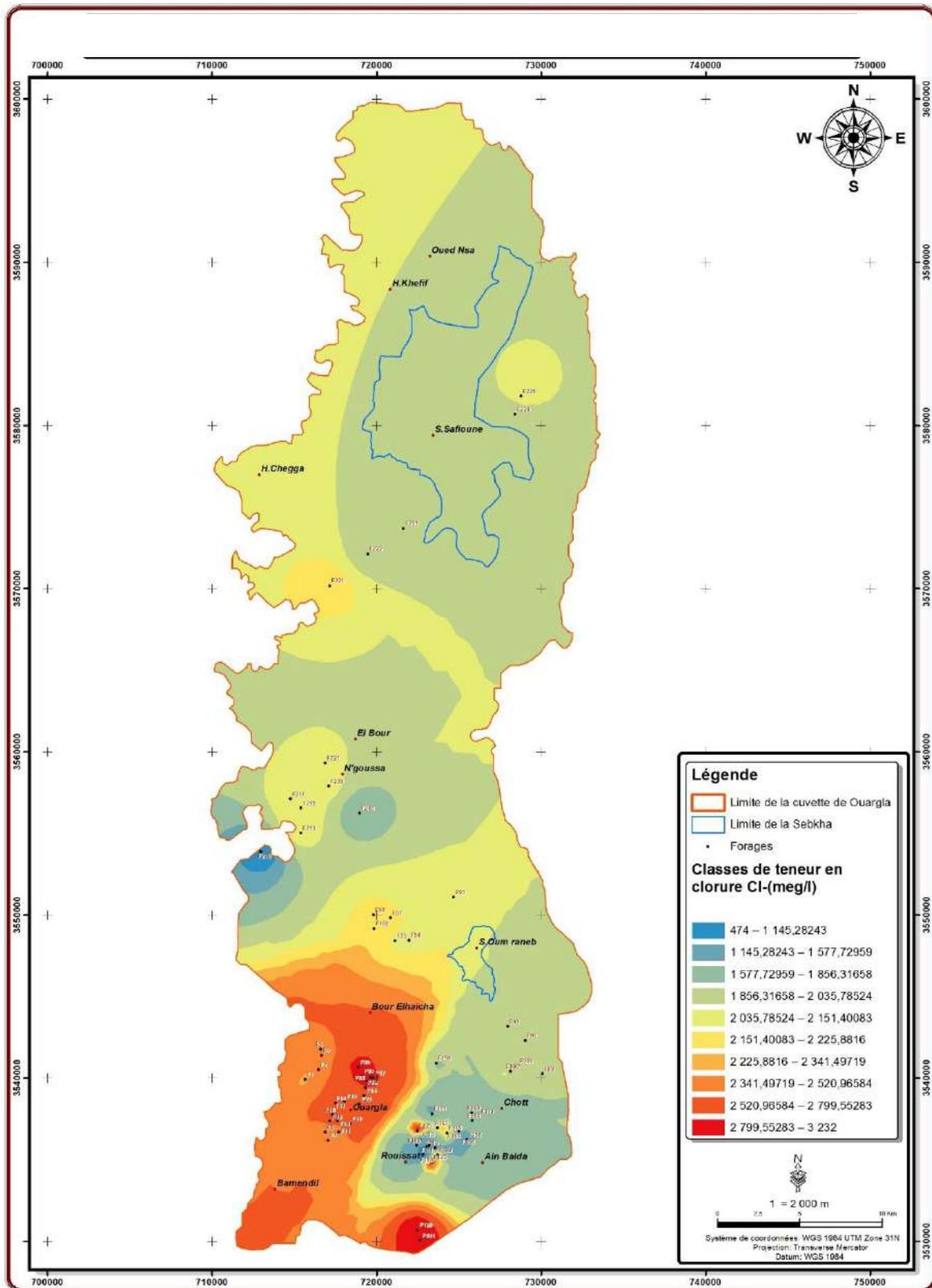


Figure II.I. 10: Variation spatiale des Chlorures des forages désigner a l'irrigation février 2018

**III .2. 3 les Sulfates (So<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :**

Les principales formations du sulfate dans les eaux souterraines :

- La réaction chimique entre roche riche en l'élément soufre est l'eau telle que la roche de la pyrite ;
- L'hydratation des roches évaporitiques ex : le gypse ;
- L'oxydation de sulfures dans les précipitations atmosphériques phénomène des pluies acides);[40] ; [41]

Dans notre analyses des eaux .

- ✓ La valeur moyenne 1 ,14 g/l[40] ; [41]

**Tableau II.I. 9: Les valeurs de Sulfate (So<sub>4</sub><sup>2-</sup>) des forages désigner a l'irrigation février 2018**

<b>Paramètres de mesure(g / l)</b>	<b>Maximum</b>	<b>Minimum</b>
<b>Sulfate (So<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>	2,29	0,62
<b>Forage</b>	F225 ebicheJeune687 N'Goussa	F18 Belguettai1131 Ouargla

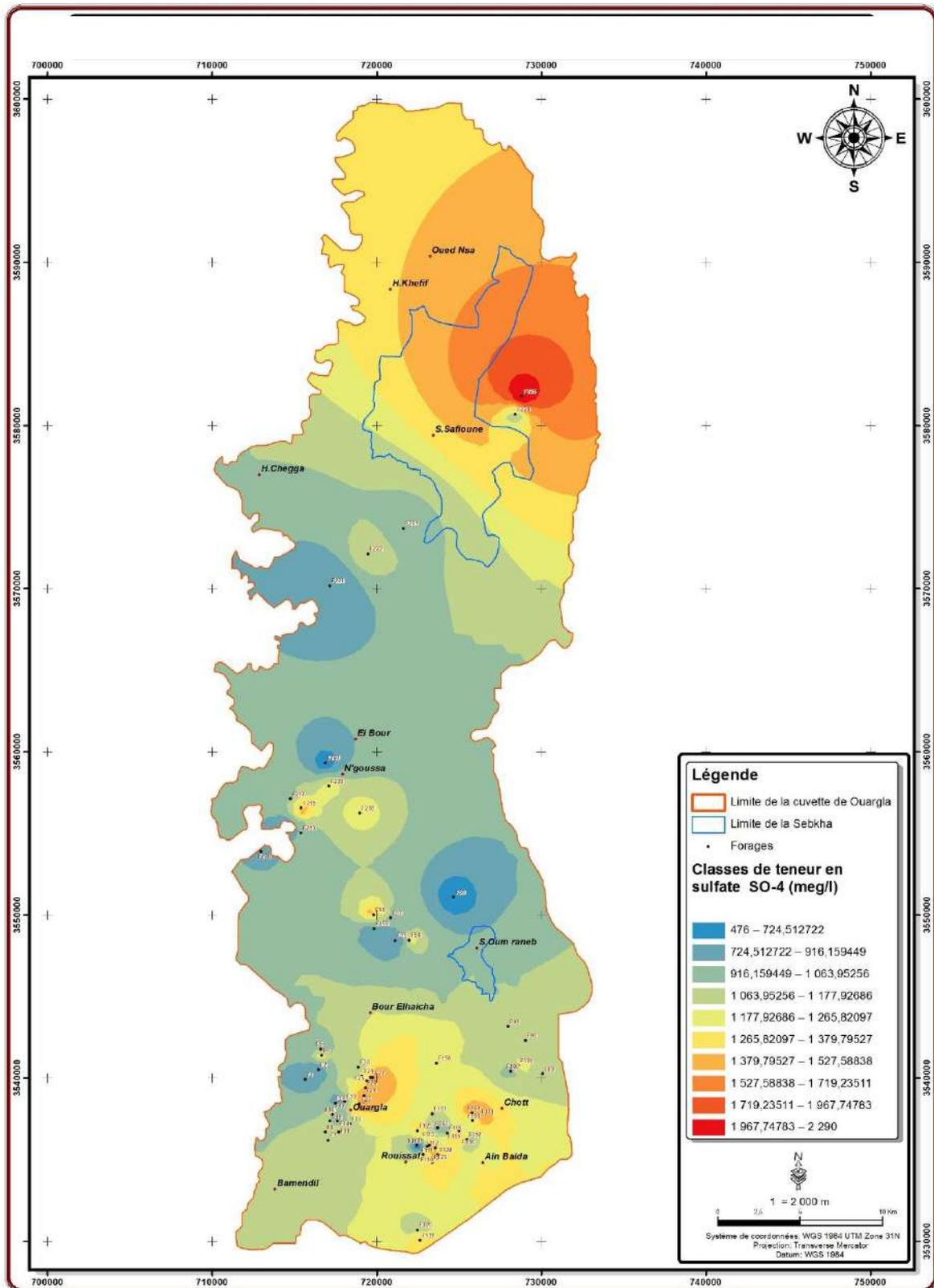


Figure II.I. 11: Variation spatiale des Sulfates des forages désigner a l'irrigation février 2018

**IV .Classement des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Pour déminer types et les aspects des eaux des forages désigner a l'irrigation nous avons utilisées des procédés suivantes :

- ✓ La formule ionique,
- ✓ La balance ionique et
- ✓ le diagramme de Piper [39]

**IV . 1. Le premier procédé :**

- ✓ Formule ionique et les faciès chimiques :

Nous avons appliquées ce procédé pour ordonner es éléments chimiques en deux des groupements ions positives et les ions négatives .[39]

**IV. 1 . 2 le deuxième procédé :**

- ✓ La balance ionique

La balance ionique est l'expression d'une différence entre les charges positives (cations) et les charges négatives (anions). [39]

La théorie physique suppose la neutralité des charges au sein des échantillons d'eau, c'est-à-dire une égalité entre la somme des charges positives (cations) et la somme des charges négatives (anions) [39]

**Les résultats montre que**

- ✓ Chloruré sodique (65 forages) et
- ✓ Sulfaté sodique (05 forages) .

Donc la répartition des faciès chimiques pour les70 échantillons, se présente comme suit:

- ✓ 92 ,85 %des échantillons ont un faciès chimique chloruré sodique
- ✓ 7.14% des échantillons ont un faciès chimique sulfaté sodique.

Ces deux faciès indiquent une dissolution évaporitiques riche en sels et en gypse

**Tableau II.I. 10: Classement des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Forage	Formule	Faciès
92 ,85% des échantillons	$\%Cl^{-} \text{ super } \%So_4^{-2} \text{ super } Hco_3^{-}$ $\%Na^{+} \text{ super } \%Mg^{++} \text{ super } \%Ca^{++}$	Chloruré sodique

, 7.14% des échantillons	$\% \text{SO}_4^{-4}$ super $\% \text{Cl}$ super $\% \text{HCO}_3^{-}$ $\% \text{Na}^+$ super $\% \text{Ca}^{++}$ super $\% \text{Mg}^{++}$	Sulfate sodique
--------------------------	--	-----------------

IV. 1.3. Représentation graphique des facies chimiques par Diagramme de PIPER

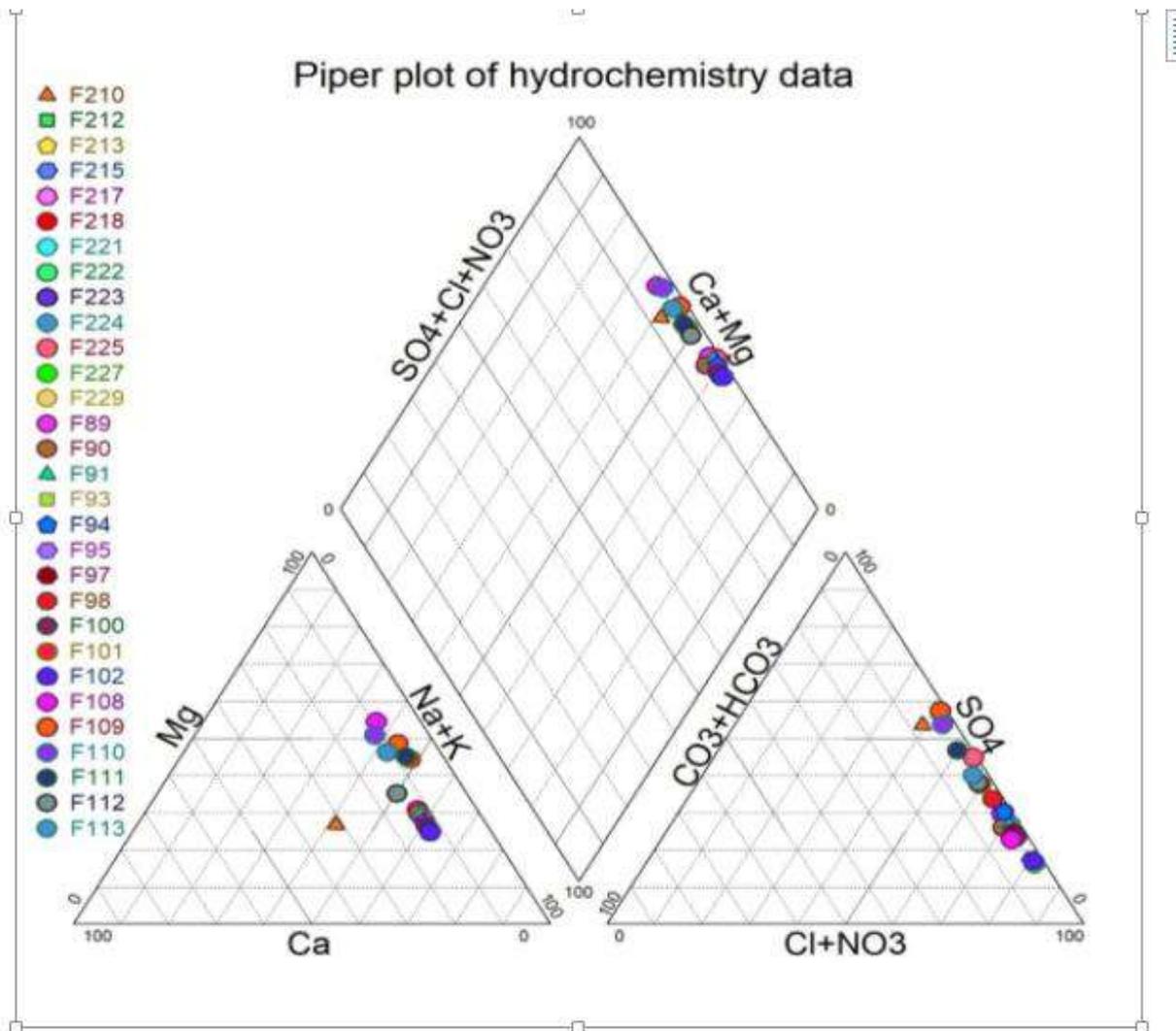


Figure II.I. 12 Représentation graphique par Diagramme de Piper « A »

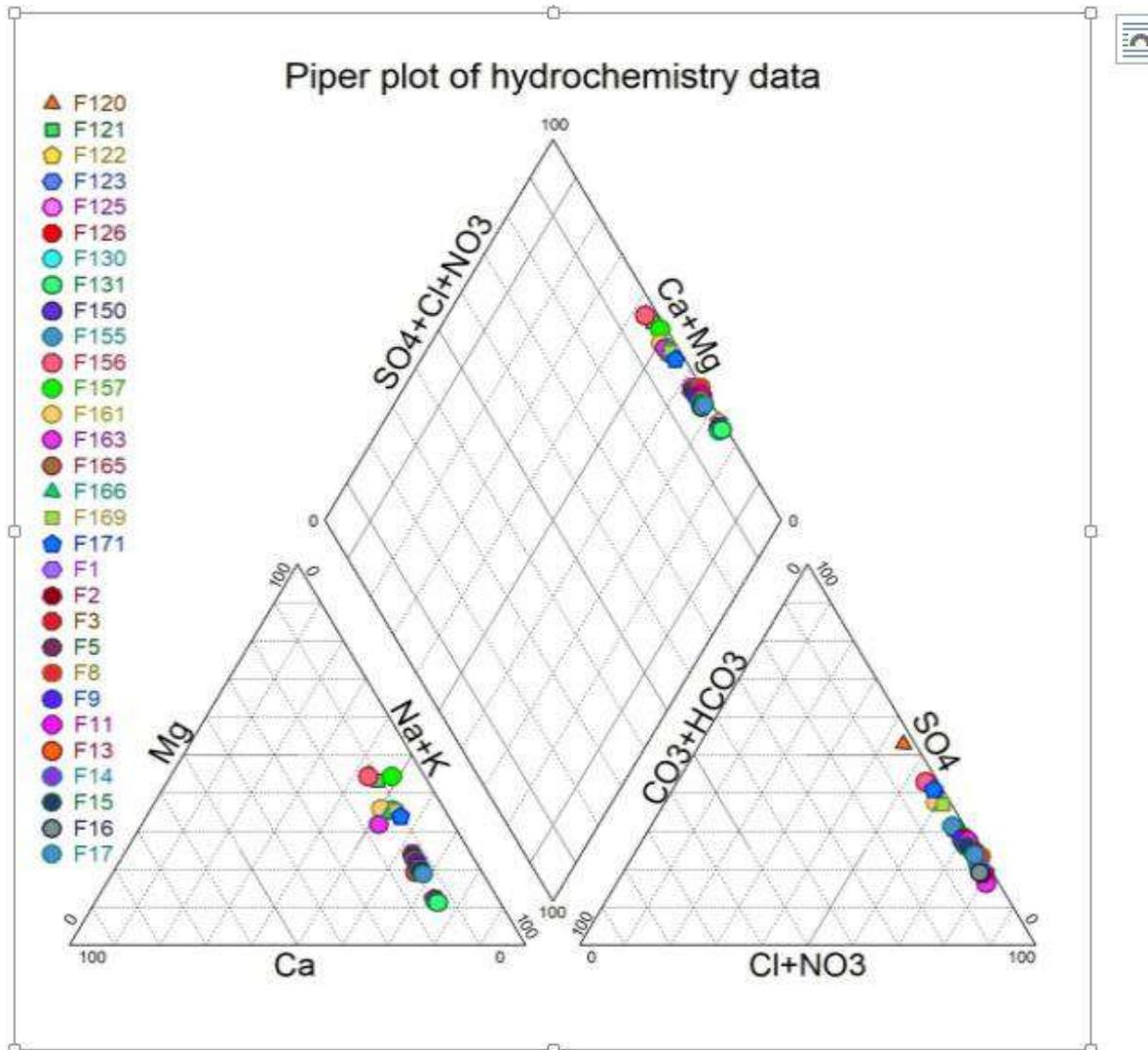


Figure II.I. 13 : Représentation graphique par Diagramme de Piper « B »

#### IV.2 .Aptitude des eaux à l'irrigation

Les résultats obtenus par le digramme de Riverside nous montrent que toutes les valeurs se trouvent dans les classes C4 S3 et C5 S3, indiquant une eau à forte salinité. Le danger d'alcalinisation du sol est important, expliquant le fait que les eaux ne conviennent pas à l'irrigation mais pouvant être utilisées sous certaines conditions [39]:

- ✓ cultures telles que les palmiers.
- ✓ sol très perméable.

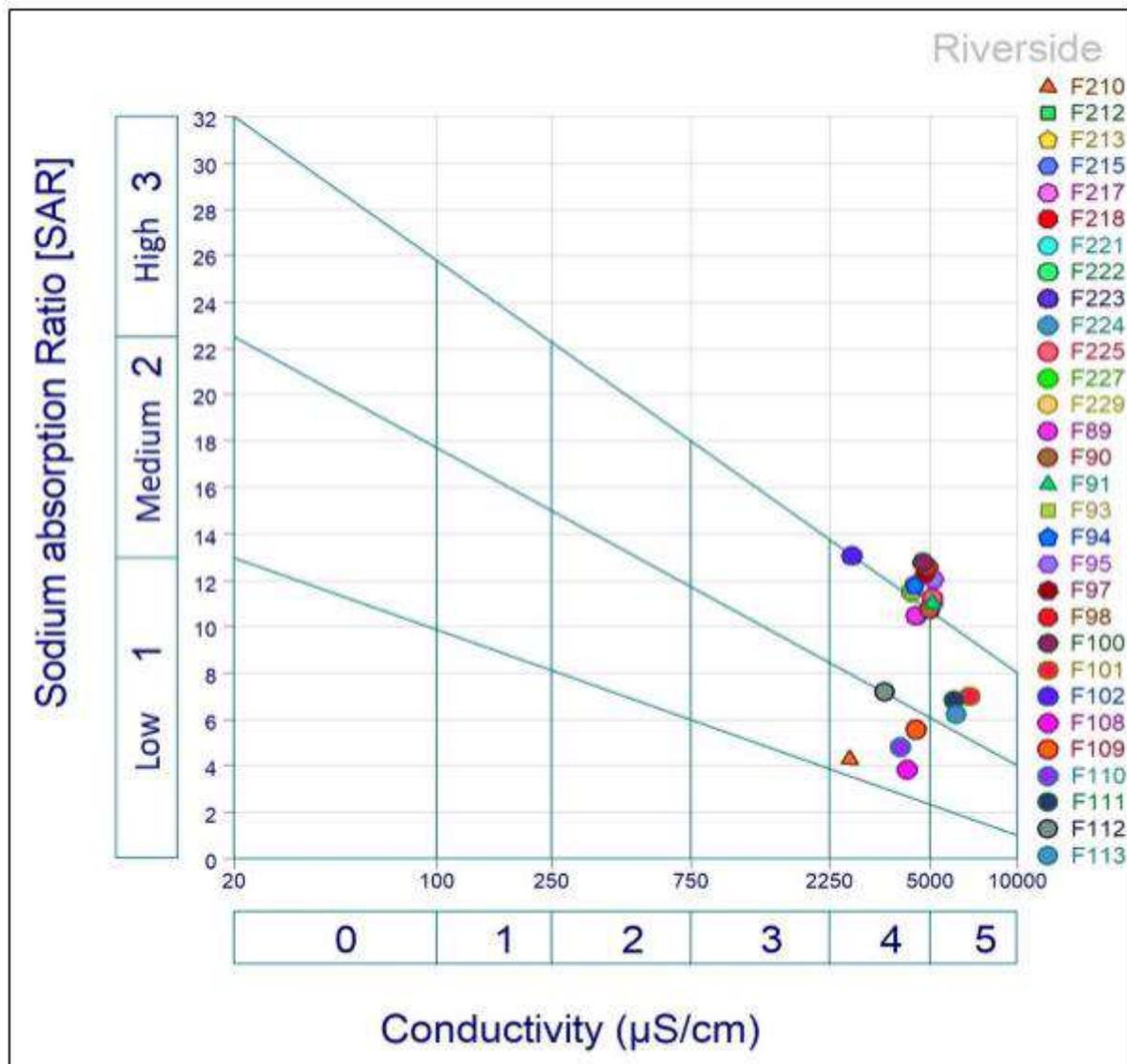


Figure II.I. 14 Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « A »

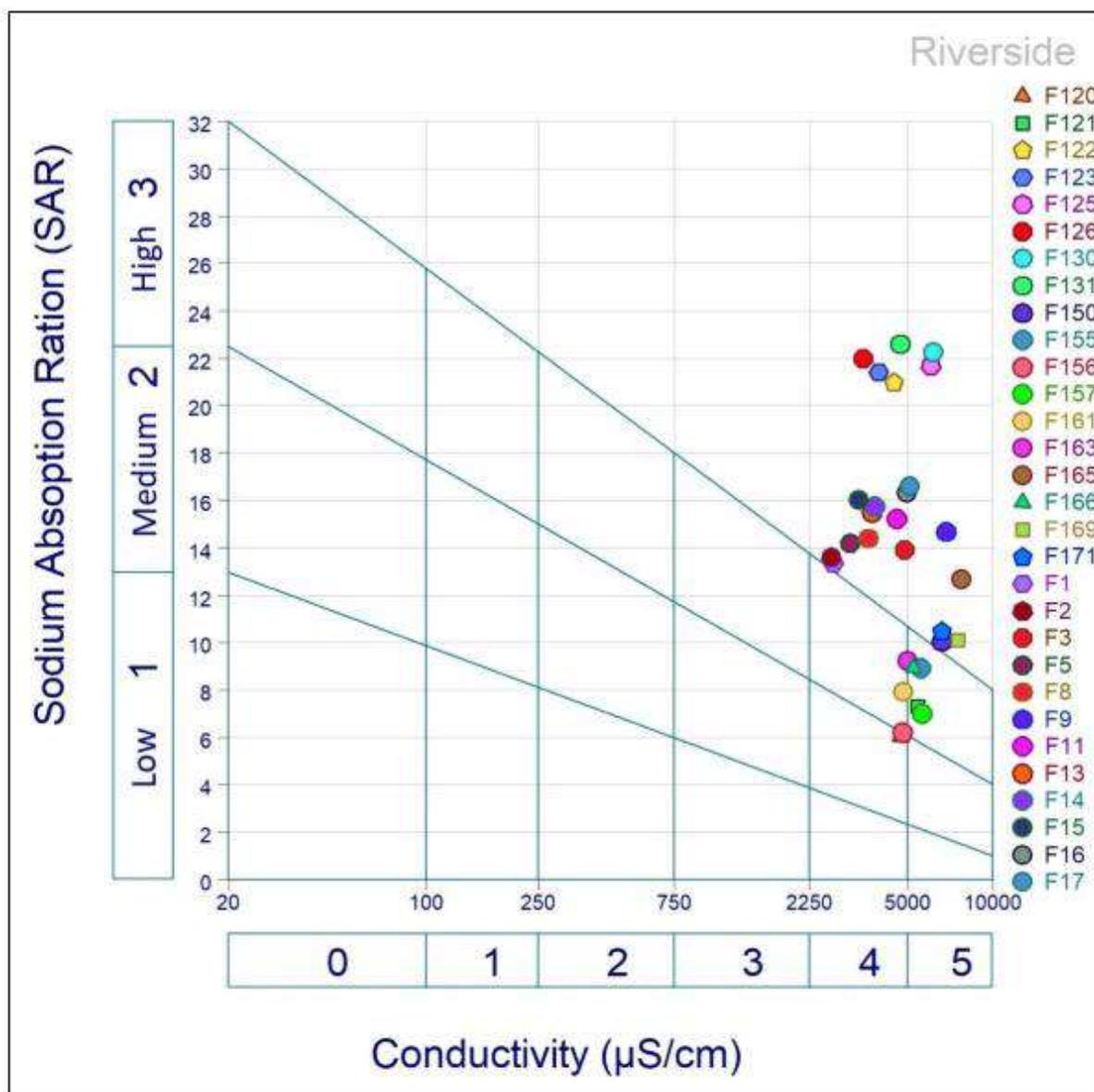


Figure II.I. 15 : Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « B »

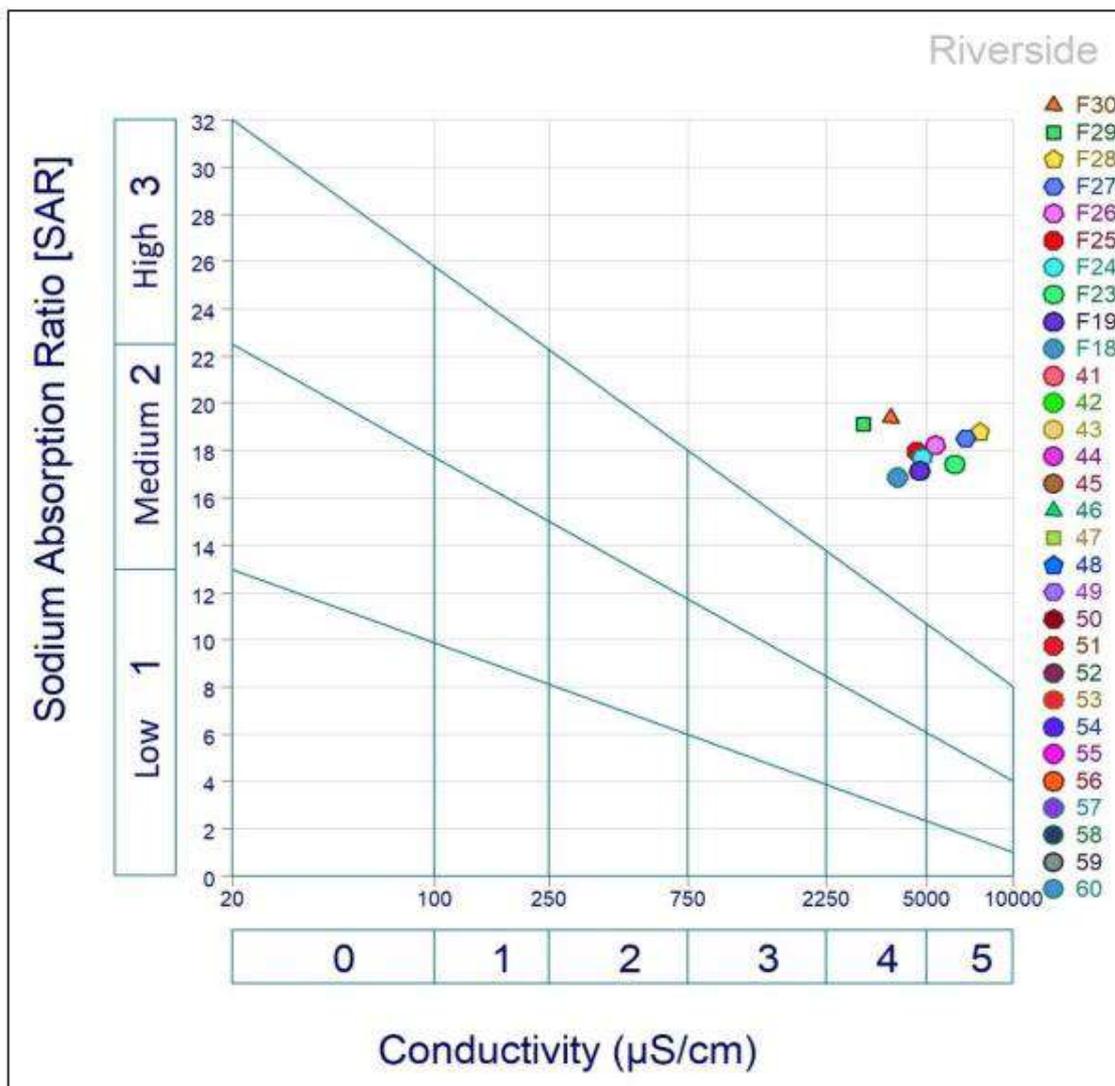


Figure II.I. 16 Représentation graphique par le Diagramme de Riverside « C »

**IV. 3 .Potabilité des eaux souterrains des forages désigner a l'irrigation février 2018**

Les résultats obtenus montrent que les teneurs maximum Ca ; Mg, Cl, Na et SO4 ont dépassé les normes de potabilité de l'OMS (250mg/l) et de l'Algérie (400 mg/l). alors que les teneurs minimum pour Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> se trouvent dans l'intervalle limite des normes de potabilité.

**Tableau II.I. 11: Concentrations des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018**

	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO4 <sup>-</sup>	HCO <sup>-3</sup>
la valeur maximum ( mg/l)	322,4	386	1981,8	3232	2290	189
la valeur minimale (mg/l)	74	105	304	474	620	67
Norme OMS (mg/l)	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	
Norme algérienne (mg/l)	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>400</b>	

**VI.4- Résultats et discussion sur Les paramètres des eaux à usage agricole des eaux souterrains de la nappe Mio\_pliocène**

**VI.4. 1 Résiduel Sodium Carbonate(RSC) :**

L'indice de carbonate de Sodium résiduel (RSC) est utilisé dans le but de définir l'aptitude de l'eau à l'irrigation, notamment dans les sols argileux (surtout ceux connus par leur capacité d'échange cationique élevée). Il sert d'indicateur d'alcalinité pour le sol, qu'il se procède des eaux d'irrigation ou des eaux du sol. [42] ; [43]

Le carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) peut se rencontrer dans l'eau naturelle suite à l'altération des roches ignées (Basalte ...etc.), comme il peut avoir d'autres origines du fait que le Sodium peut être présent dans l'eau d'irrigation ou dans divers types de sols et peut participer à plusieurs combinaisons constitutives possibles de sols.[44]

C'est ce qui nous permet de dire que cet indice (RSC) varie de 1,25 à 2,25 sur l'ensemble de la carte sauf qu'il se voit à la hausse à l'extrême Sud et au Sud-ouest

Dans le cas où le sodium dissous par rapport au calcium et au magnésium dissous est riche en eau, les sols argileux peuvent gonfler ou subir une dispersion qui peut être à l'origine d'une réduction considérable de sa capacité d'infiltration, ce qui contribue à limiter la pression osmotique et donc une asphyxie des plantes voire même, avec la conjugaison des autres paramètres (T°) et aléas climatiques, à la formation de sols alcalins.

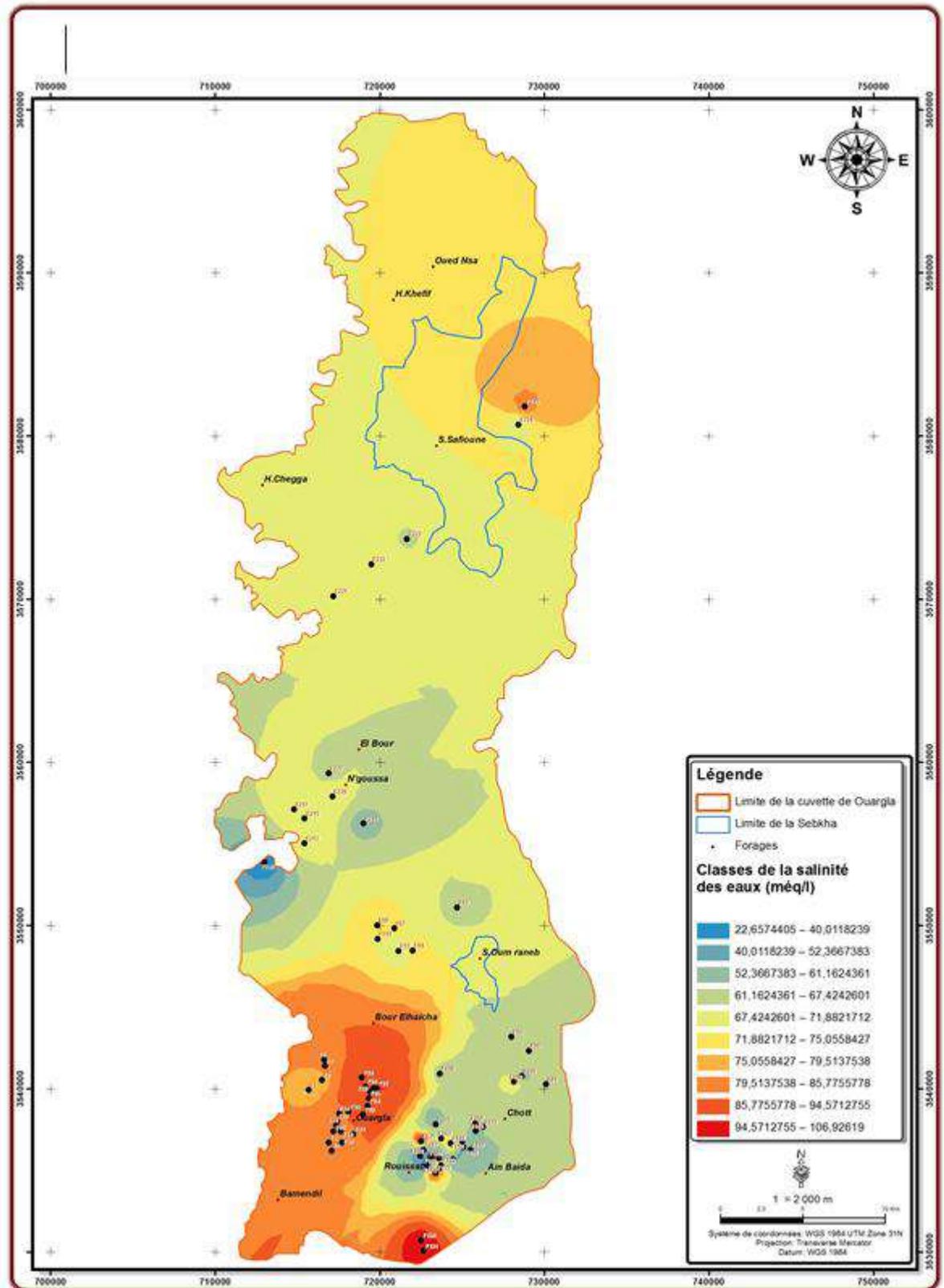


Figure II.I. 17: Variation spatiale des (RSC) des forages désigner a l'irrigation février 2018

**VI.4. 2 Sodium Adsorption Ratio (SAR) :**

Le sodium adsorption ratio (SAR) renseigne sur un éventuel rapport avec le Calcium récalcitrant après irrigation, et sur la teneur en Na qui (s'il est en excès) nuit à la perméabilité et perturbe les cultures. Il est déterminé selon la relation suivante[42] ; [43] :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}, \text{ Avec } Na^+, Ca^{++}, Mg^{++} \text{ en } \mu\text{eq/l.}$$

Sur la carte Sodium Adsorption Ratio représentative, on remarque que

- l'indice du SAR est supérieur à 9 et ce, sur la totalité de la zone, mis à part aux environs du F<sub>210</sub> (au centre ouest) où il est plus inférieur ( $6 < SAR < 9$ ).

Cela peut être traduit par la nature du sol (présence d'atomes de Sodium, Calcium, Magnésium ...), de sa perméabilité et aussi par les activités exercées dans la région notamment les pratiques culturales, puisque la région est réputée par la culture de la palmeraie et bien d'autres cultures et donc de l'irrigation qui peut être à l'origine de la propagation de cet élément dans le sol. [42] ; [43]

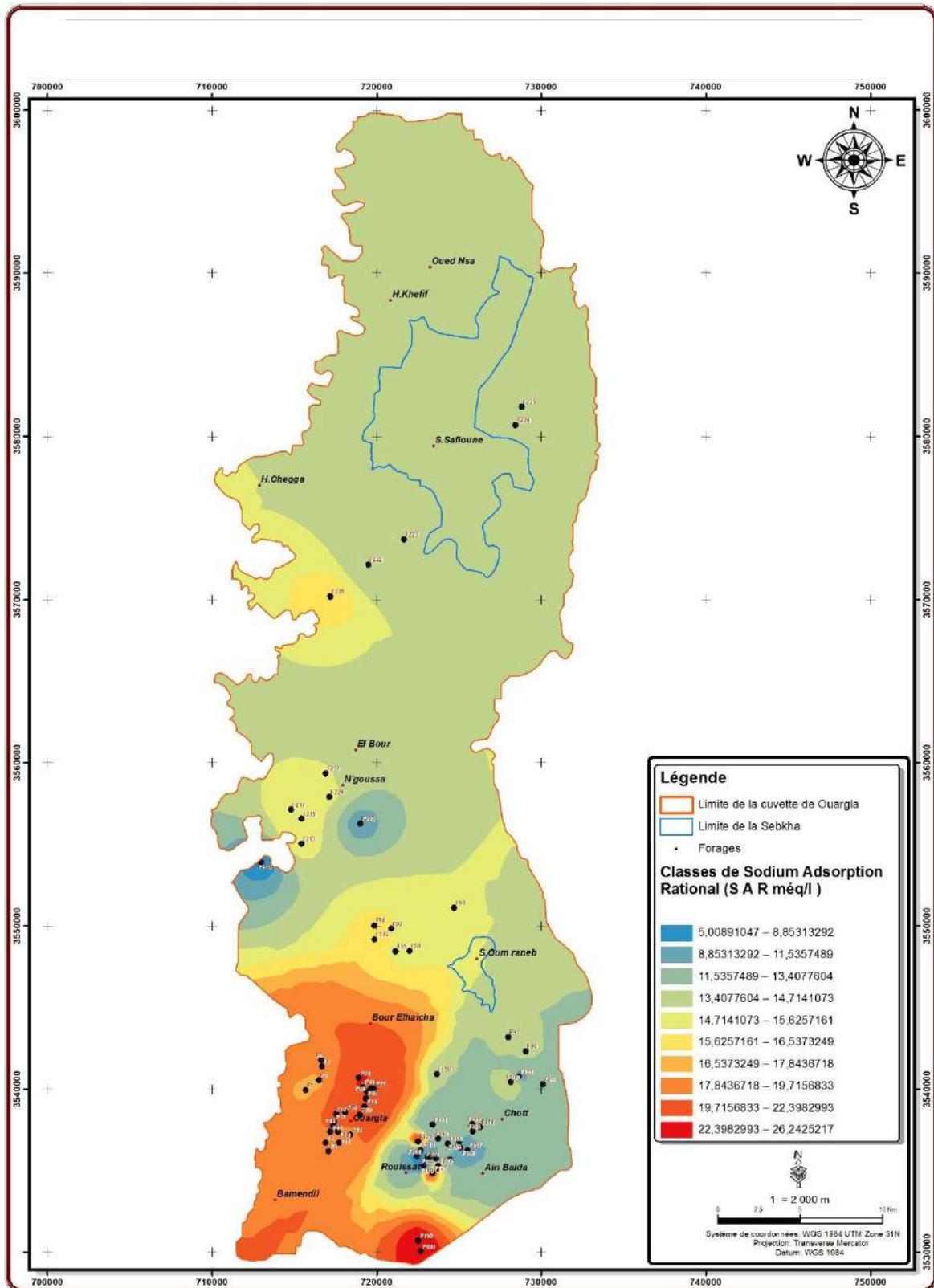


Figure II.I. 18: Variation spatiale des Sodium Adsorption Ratio (SAR) des forages désigner a l'irrigation février 2018

#### **VI.4. 3 Indice de perméabilité (PI) :**

L'observation de cette carte Indice de perméabilité (PI) nous permet de dire que

- la majorité écrasante de la zone d'étude se démarque par un indice de perméabilité qui varie de 0,25 à 0,75. Des valeurs plus importantes ( $PI > 0,75$ ) sont à signalées du côté Sud-ouest et à l'extrême Sud .

La nature du sol contribue d'une grande part, par une perméabilité en petit (pour les sols meubles) ou en grand (pour les sols fissurés ou fracturés), en faisant augmenter cet indice qui renseigne sur les zones où la perméabilité est bonne et donc un risque de vulnérabilité grand et par conséquent les zones à haut risque de pollution, du fait que ces zones sont propices pour la propagation de certains sels et polluants résultant des effets de percolation/concentration qui font diminuer voire anéantir l'aptitude d'autoépuration du sol. [42] ; [43]

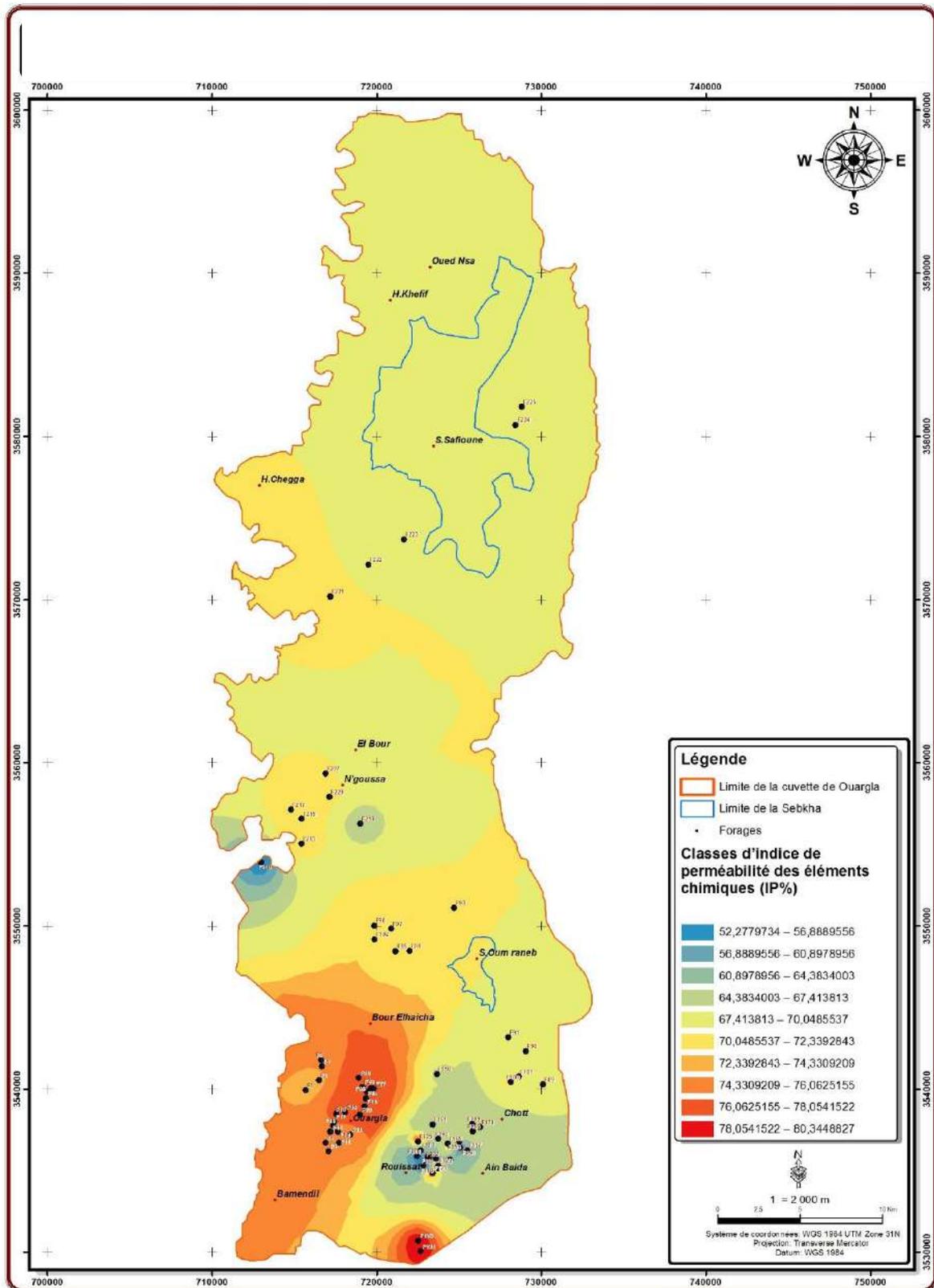


Figure II.I. 19: Variation spatiale des Indice de perméabilité (PI) des forages désigner a l'irrigation février 2018

#### **VI.4. 4 Le pourcentage du sodium (% Na<sup>+</sup> ou SSP) :**

Le pourcentage en Sodium peut être déduit en utilisant l'expression suivante :

$$Na\% = \frac{100r(Na^+ + K^+)}{(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+ + K^+)} \text{ meq/l.}$$

Sur la carte le pourcentage du sodium (% Na<sup>+</sup> ou SSP) on remarque que

- ✓ Le pourcentage du Sodium est supérieur à 60 sur la totalité de la carte, exception faite pour le F<sub>210</sub> où il est un peu plus à la baisse (20 < SSP% < 40)

Le Sodium fait partie des éléments majeurs et donc des plus répandus dans la nature (soit en forme combinée ou isolé). C'est la raison pour laquelle. On peut imputer ça à la conjugaison de plusieurs facteurs dont. [42] ; [43] :

- ✓ La nature du sol où cet élément entre en diverses combinaisons constitutives ;
- ✓ La perméabilité du sol (terrain meuble, mal consolidé ou fissuré)
- ✓ Présence de terrains marécageux et de sebkha ;
- ✓ La température, notamment en saison estivale où elle atteint des degrés trop forts ce qui favorise le phénomène d'évaporation et donc de la concentration en sels ;
- ✓ Les pratiques culturales et la nécessité d'irrigation.

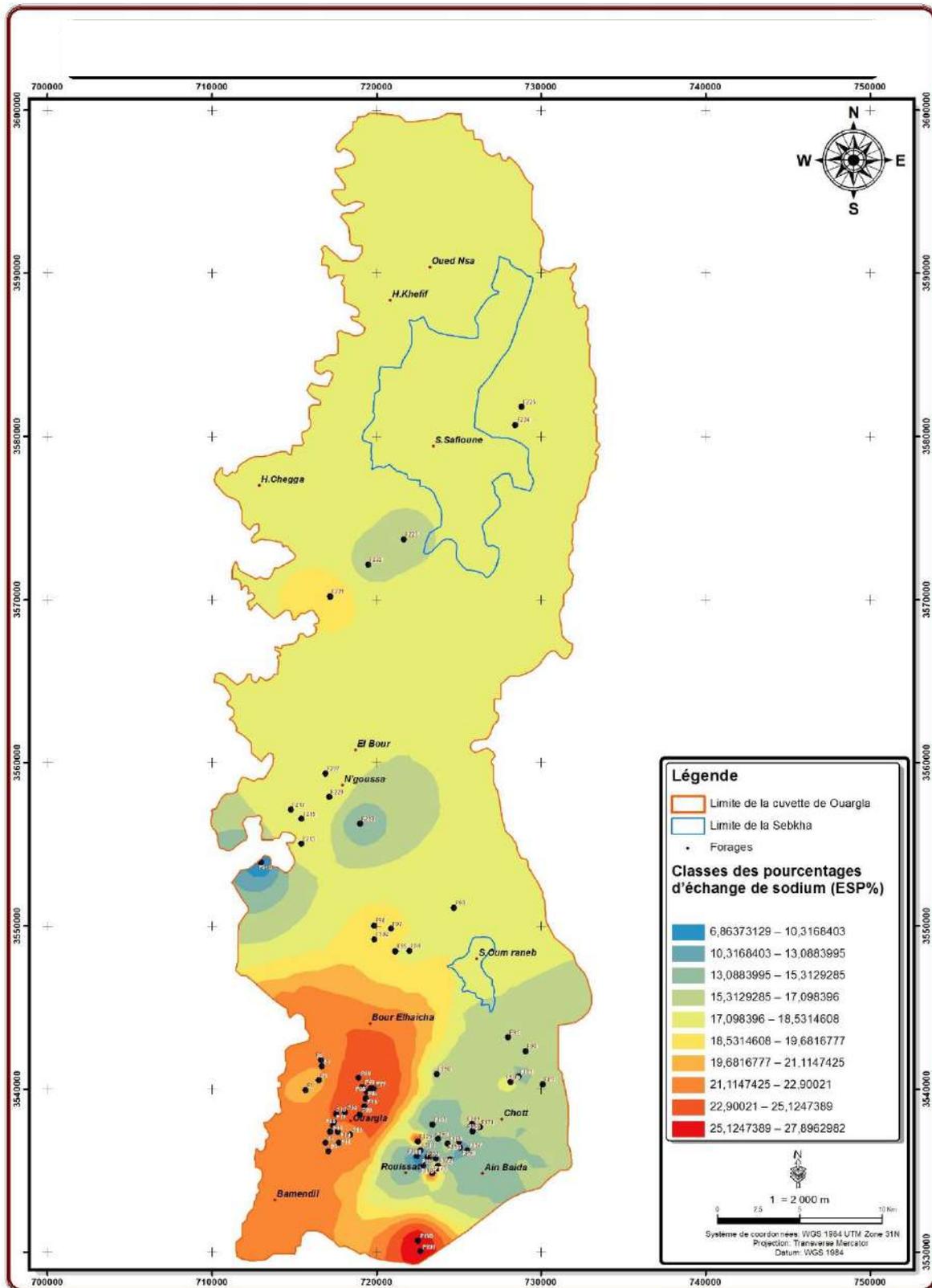


Figure II.I. 20: Variation spatiale des (% Na<sup>+</sup> ou SSP) des forages désigner a l'irrigation février 2018

**VI.4.5. Indice d'échange de sodium ( KI ) :**

De cette représentation cartographique nous remarquons que l'indice d'échange de Sodium (KI) est supérieur à l'unité ( $> 1$ ) ceci renseigne sur les importantes propriétés du sol, notamment son aptitude à retenir les cations et à raisonner leur mobilité, tout en établissant les rapports éventuels avec la texture, la teneur en carbone organique et le pH des sols ...etc. [42] ; [43]

De nos jours, il est admis que la réaction des sols (aux conditions salines) dépend de la teneur, de la nature de la fraction argileuse, de la concentration saline de la solution du sol et de la nature de la garniture cationique et anionique du complexe adsorbant ...etc, puisque dans les sols, c'est la fraction argileuse fine qui assure (pour l'essentiel) la régulation des phénomènes physico-chimiques. Celle-ci joue surtout un rôle dans la rétention de l'eau, la structuration des sols, mais aussi dans la rétention et la biodisponibilité des éléments chimiques indispensables aux plantes.

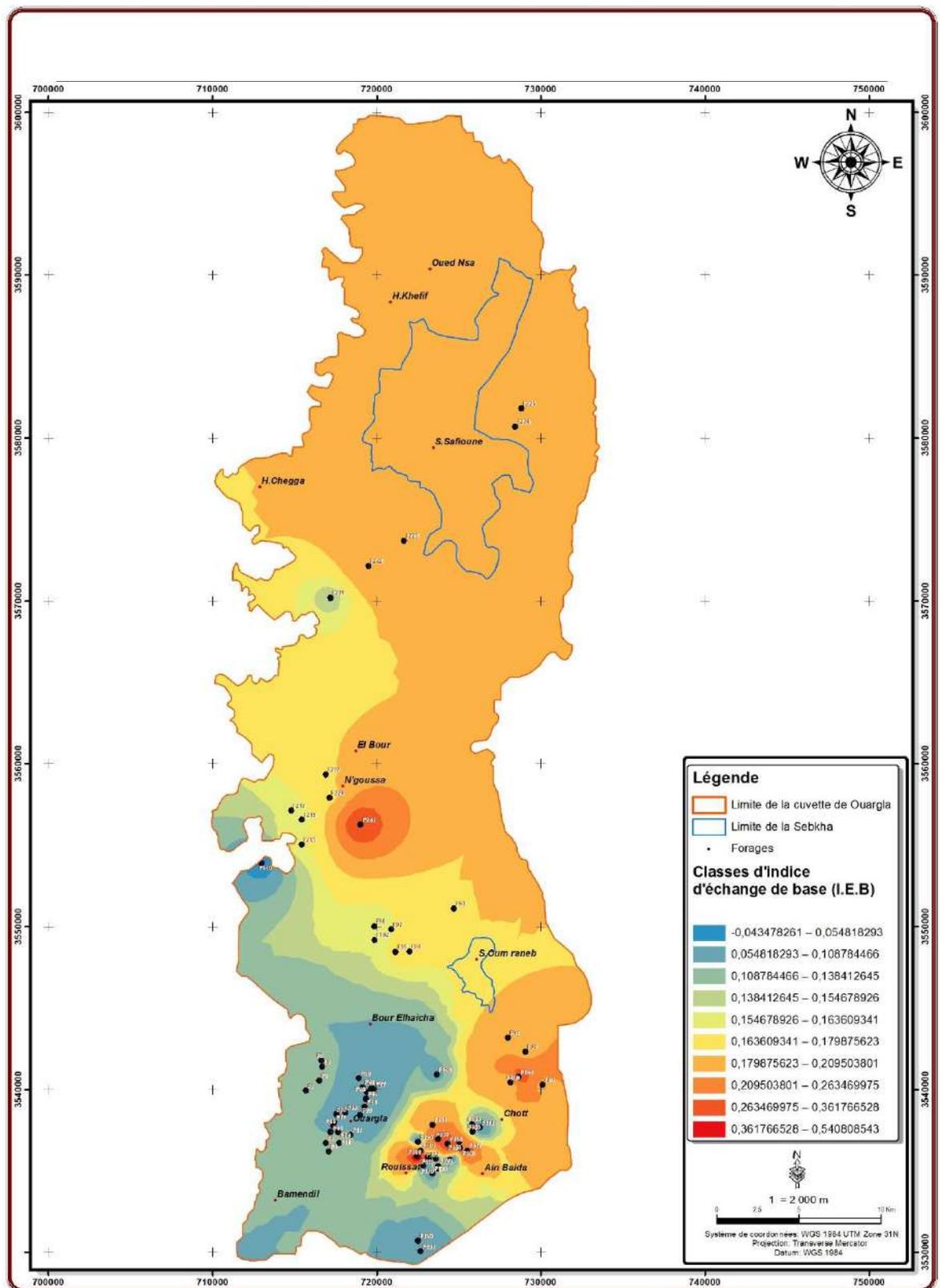


Figure II.I. 21 Variation spatiale des Indice d'échange de sodium ( KI) des forages désigner a l'irrigation février 2018

#### **VI.4. 6 Relations entre les paramètres**

Tous ces paramètres peuvent agir ensemble ou séparément, ce qui engendre la propagation de certains sels dont le sodium, surtout que la nature du sol le permet, en particulier lors des périodes d'irrigation qui s'imposent suite aux aléas du climat, d'autant plus que le sol est perméable ce qui facilite la percolation des eaux d'irrigation, du transfert et d'échange de base de ces sels

De nos jours, il est admis que la réaction des sols (aux conditions salines) dépend de la teneur, de la nature de la fraction argileuse, de la concentration saline de la solution du sol et de la nature de la garniture cationique et anionique du complexe adsorbant ...etc, puisque dans les sols, c'est la fraction argileuse fine qui assure (pour l'essentiel) la régulation des phénomènes physico-chimiques. Celle-ci joue surtout un rôle dans la rétention de l'eau, la structuration des sols, mais aussi dans la rétention et la biodisponibilité des éléments chimiques indispensables aux plantes

Il est fort probable que les sols sont affectés par une salure due essentiellement à des remontées capillaires ayant pour origine la nappe peu profonde.

En outre, suite aux pratiques culturales et à l'irrigation surtout par submersion, le niveau des nappes remonte jusqu'à la surface du sol. Ne pas omettre aussi que la zone est parsemée de sebkhas.

Cette salinité peut s'accompagner d'une conséquence d'une diminution de la stabilité structurale et de l'infiltration du sol .

**Tableau II.I. 12: Les paramètres chimiques des eaux des forages désigner à l'irrigation février 2018**

	<b>RSC</b>	<b>MH</b>	<b>SAR</b>	<b>PI</b>	<b>Na%</b>	<b>KI</b>
<b>MAX</b>	<b>-9,83</b>	<b>0,76</b>	<b>25,54</b>	<b>0,80</b>	<b>79,36</b>	<b>3,78</b>
<b>MIN</b>	<b>-21,62</b>	<b>0,30</b>	<b>4,90</b>	<b>0,52</b>	<b>47,89</b>	<b>0,901</b>
<b>Moyen</b>	<b>-17,88</b>	<b>0,50</b>	<b>15,42</b>	<b>0,70</b>	<b>68,93</b>	<b>2,33</b>
<b>Ecarte Type</b>	<b>2,29</b>	<b>0,13</b>	<b>5,21</b>	<b>0,070</b>	<b>7,47</b>	<b>0,74</b>

**V. Cartographie des paramètres physico-chimiques de nappe Sénonien désalignées pour l'alimentation potable :**

Cette partie d'étude est basée sur (31 forages) ; ils sont implantés dans la formation géologique d'ère Sénonien ; ces forages sont orientés pour la consommation domestique les analyses ont été réalisées par (ANRH en février 2018)

Nous avons établir des cartes des différentes paramètres **physico-chimiques** tel que : (résidu sec (RS), la minéralisation, conductivité électrique, potentiel Hydrogène (PH) a pour but de connaitre la répartition spatiale

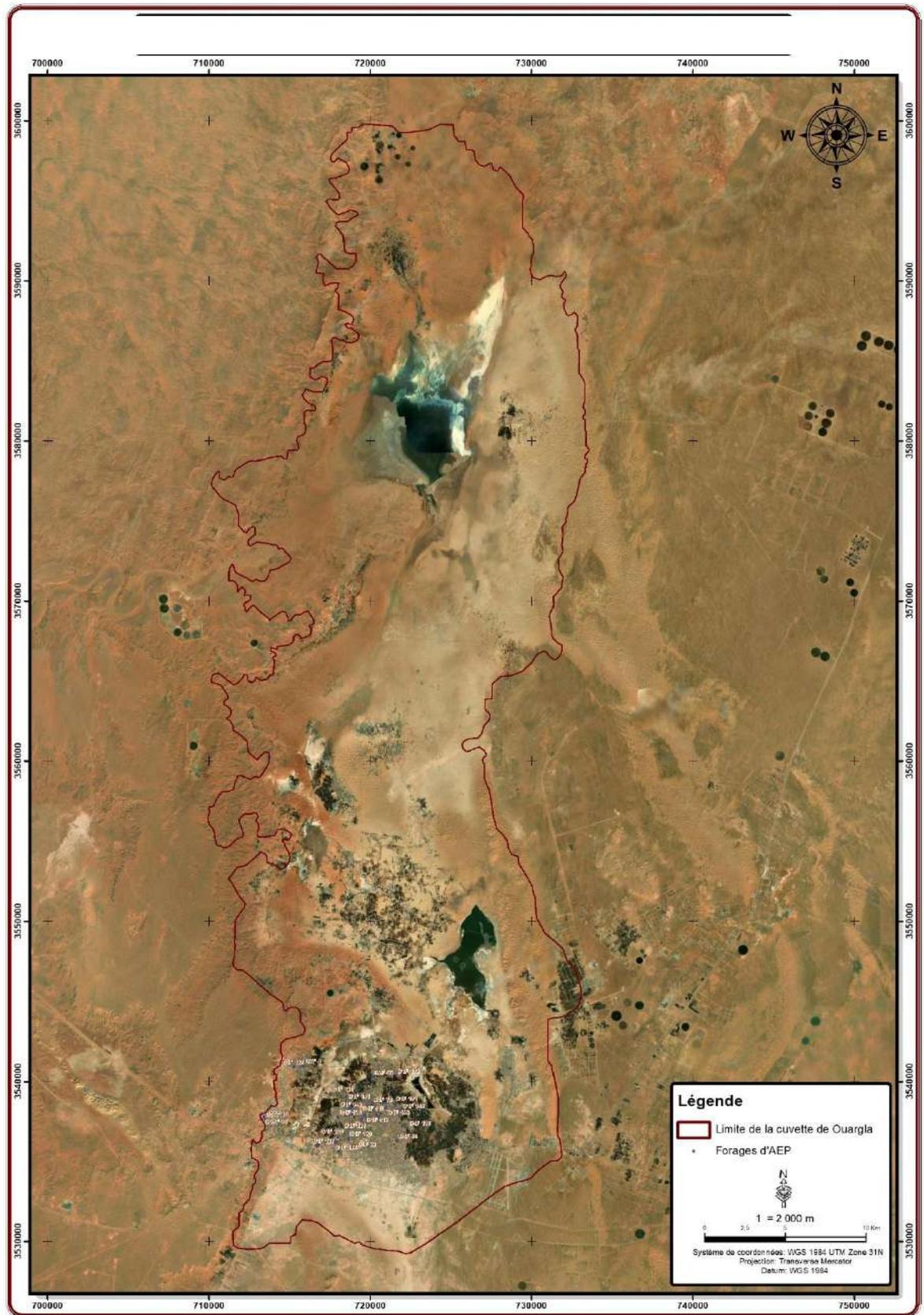


Figure II.I. 22: Présentation de situations des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**V. 1. Les paramètres physiques :**

**V. 1. Conductivité électrique :**

Le tableau suivant et la carte présents les valeurs extrêmes de **Conductivité électrique** et la répartition spatiale

**Tableau II.I. 13: Les valeurs de Conductivité électrique des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Conductivité électrique</b>	5940	2570	3405,48
Nom de Forage	D1F 8	D4F 110	

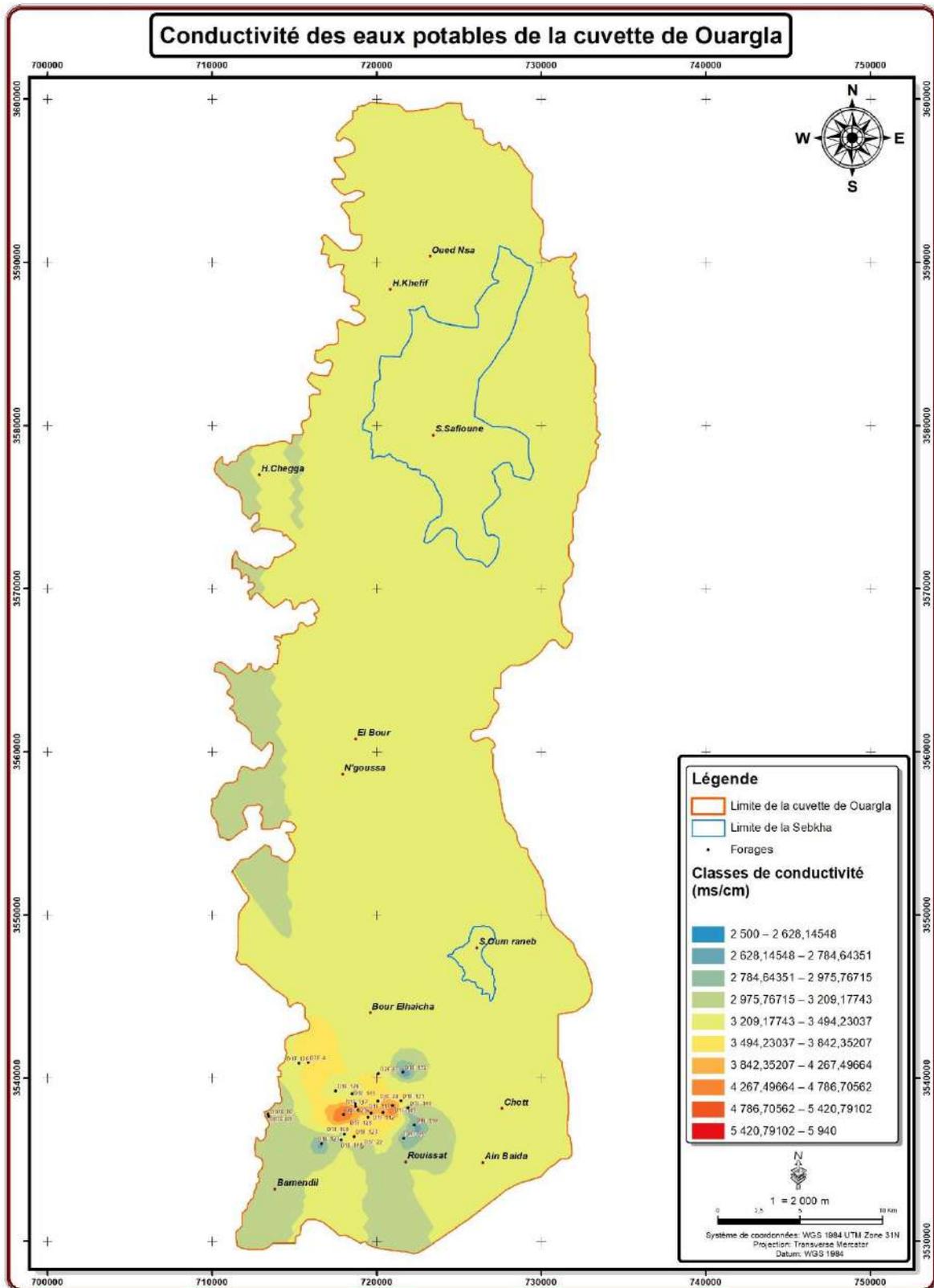


Figure II.I. 23 : Répartition spatiale Conductivité électrique des forages (AEP) février 2018

**V. 2. Le potentiel Hydrogène (PH) :**

**Le potentiel Hydrogène (PH) est un** potentiel Hydrogène basique avec un Moyen de l'ordre 7,35 de type basique

**Tableau II.I. 14: Les valeurs de potentiel Hydrogène (PH) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Le potentiel Hydrogène (PH)</b>	7,8	7,07	7,35
Nom de Forage	D7F 4	D1F 123	

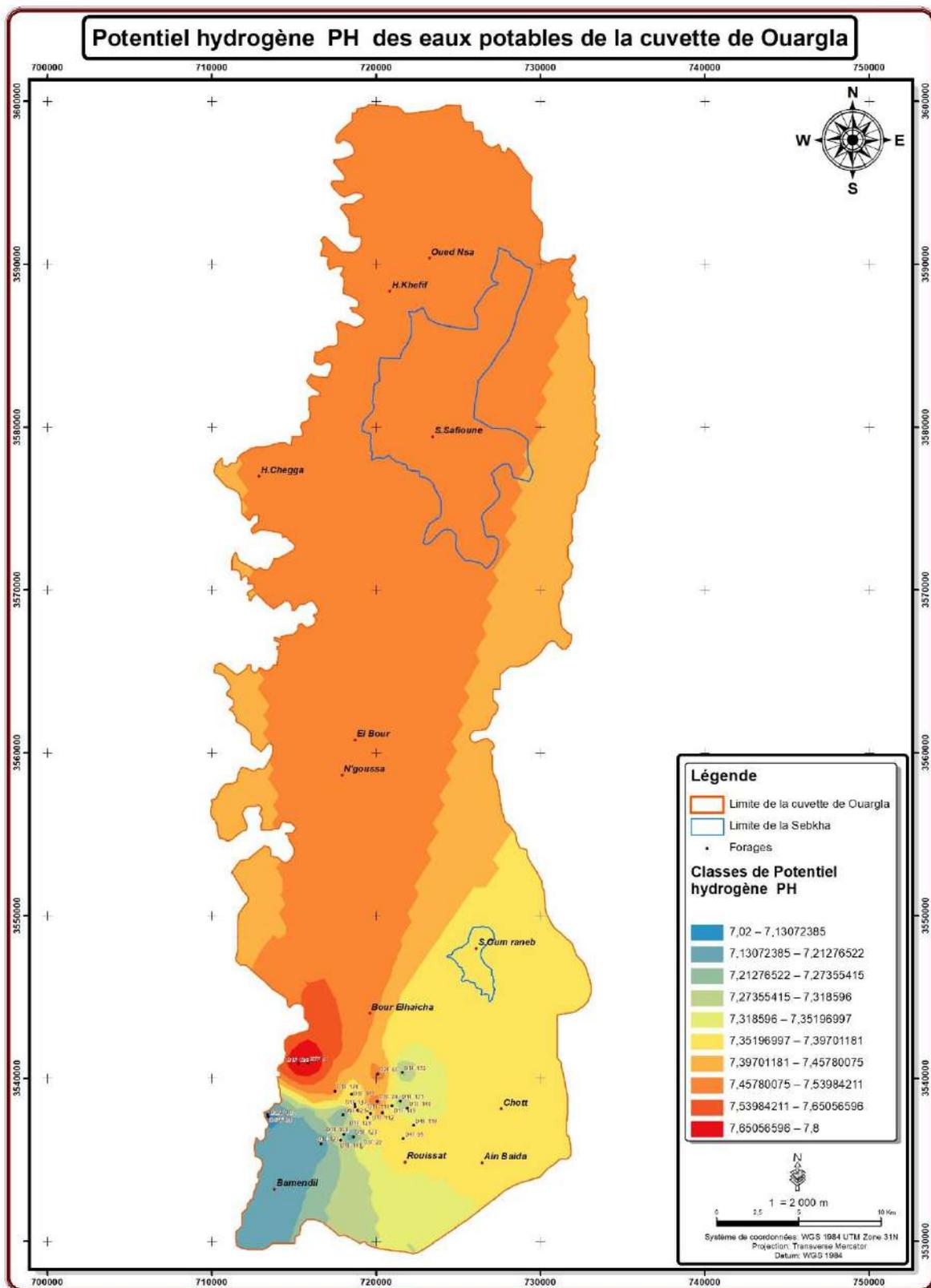


Figure II.I. 24: Répartition spatiale Le potentiel Hydrogène (PH) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI .Les paramètres chimiques :**

**VI.1. Les cations :**

**VI .1 . 1 Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :**

Les données des analyses des eaux souterraines de AEP montre que les valeurs sont variés entre un minimum 152,3 mg/l un maximum 448,89 mg/l avec un moyen de l'ordre 235,68 mg/l

**Tableau II.I. 15: Les valeurs de Calcium (Ca<sup>2+</sup>) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Calcium (Ca<sup>2+</sup>)</b> mg/l	448,89	152,3	235,68
Nom de Forage	D1F 8	D1F 1	

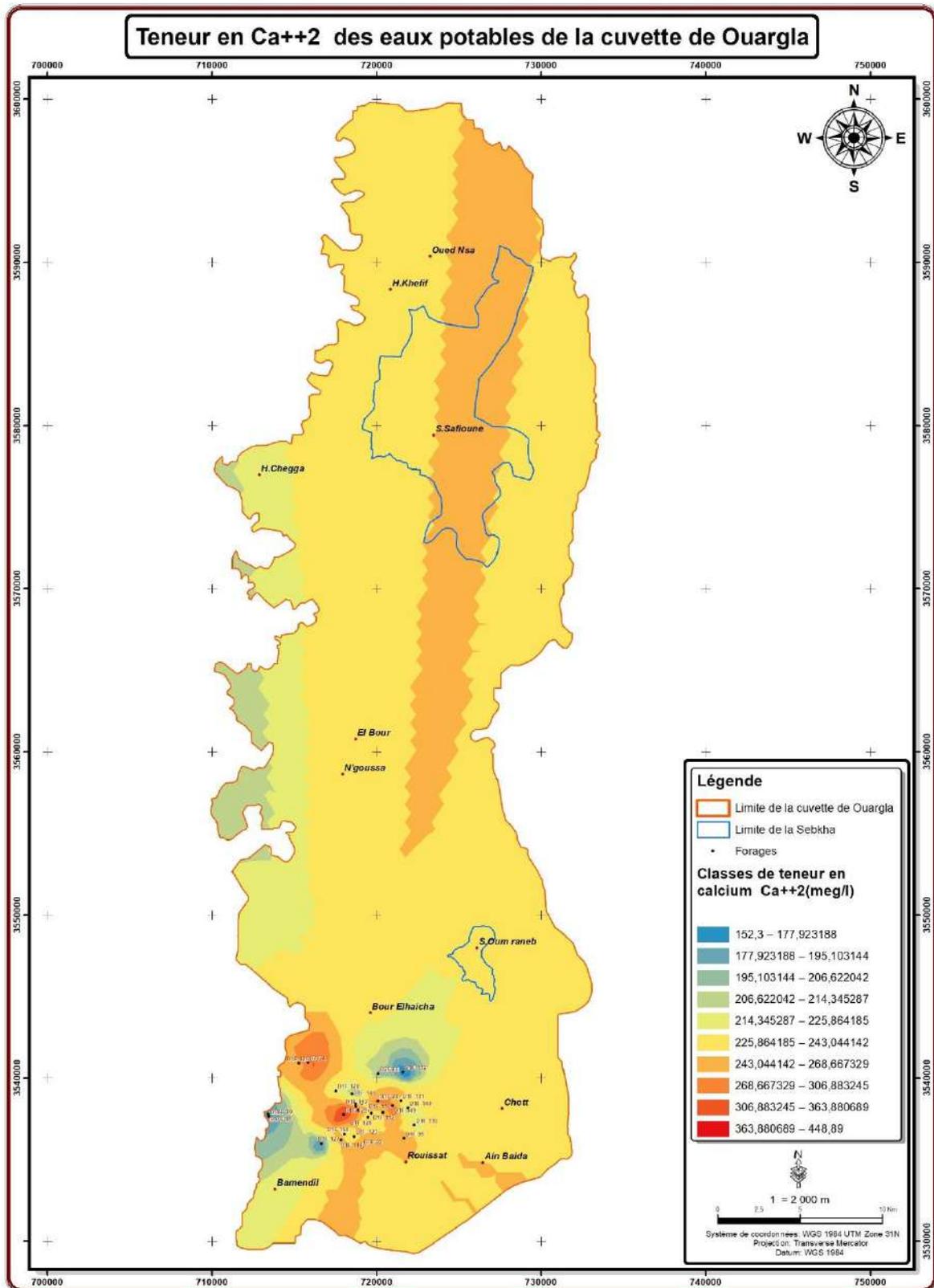


Figure II.I. 25: Répartition spatiale Calcium (Ca<sup>2+</sup>) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI .1 . 2 Magnésium (  $Mg^{+2}$  ) :**

la Moyenne sur la cuvette d'Ouargla est de l'ordre 95,69 mg/l , la teneurs varier entre un Maximum 199,3 mg/l dans le forage D1F 149 alors que le forage D7F 4 présente un Minimum 55,9 mg/l

**Tableau II.I. 16: Les valeurs de Magnésium (  $Mg^{+2}$  ) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Magnésium ( <math>Mg^{+2}</math> ) mg/l</b>	199,3	55,9	95,69
Nom de Forage	D1F 149	D7F 4	

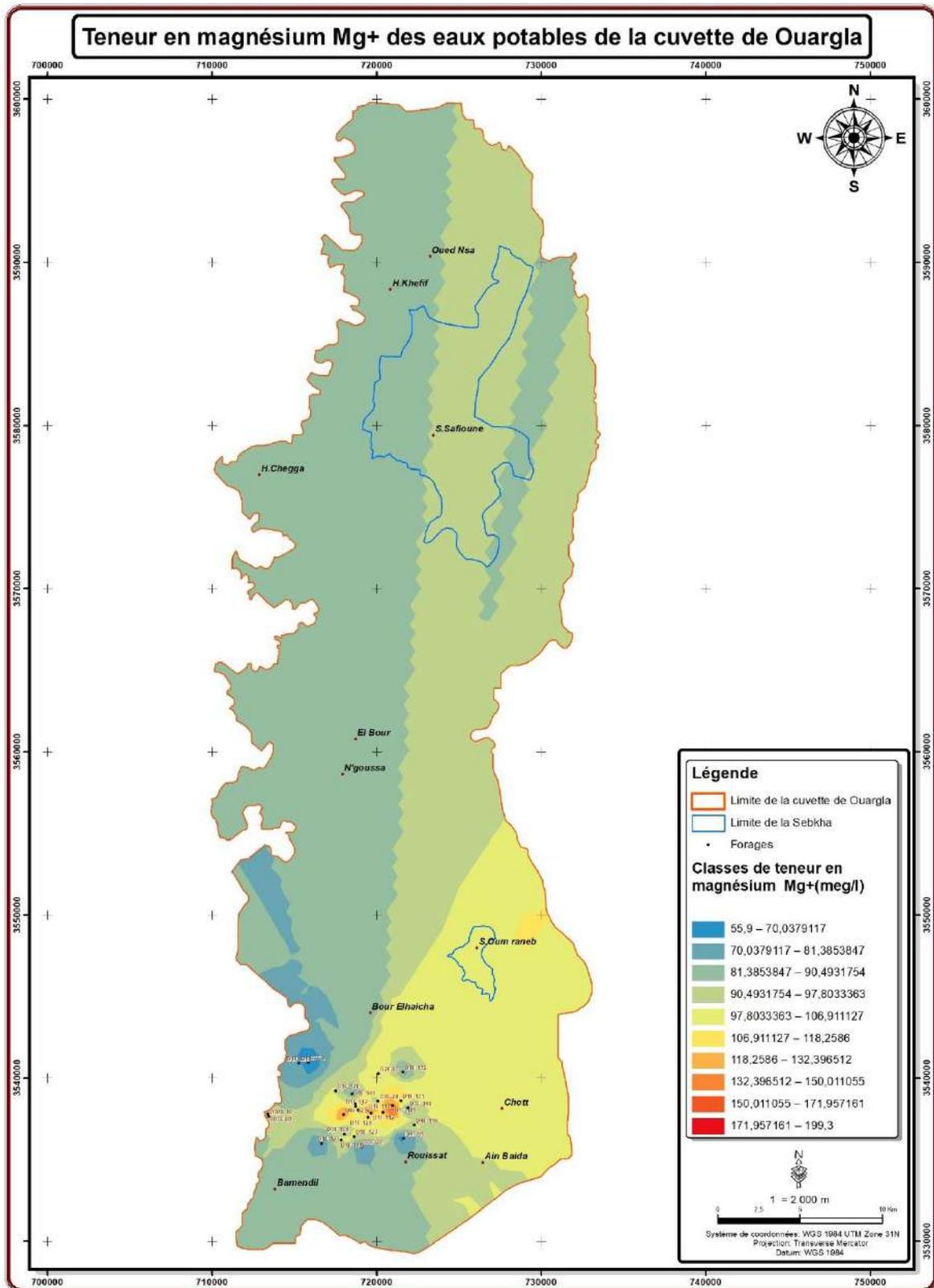


Figure II.I. 26: Répartition spatiale Magnésium (Mg<sup>2+</sup>) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI.1.3 Sodium ( Na<sup>+</sup> ) :**

L'examen des analyses chimiques montrent ;des tenures variables avec un Maximum 690 mg/l au niveau de forage D1F 8 , un Minimum 214 mg/l dans le forage D1F 1 et la teneur Moyenne 361,12 mg/l

**Tableau II.I. 17: Les valeurs de Sodium ( Na<sup>+</sup> ) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Sodium ( Na<sup>+</sup> )</b> mg/l	690	214	361,12
Nom de Forage	D1F 8	D1F 1	

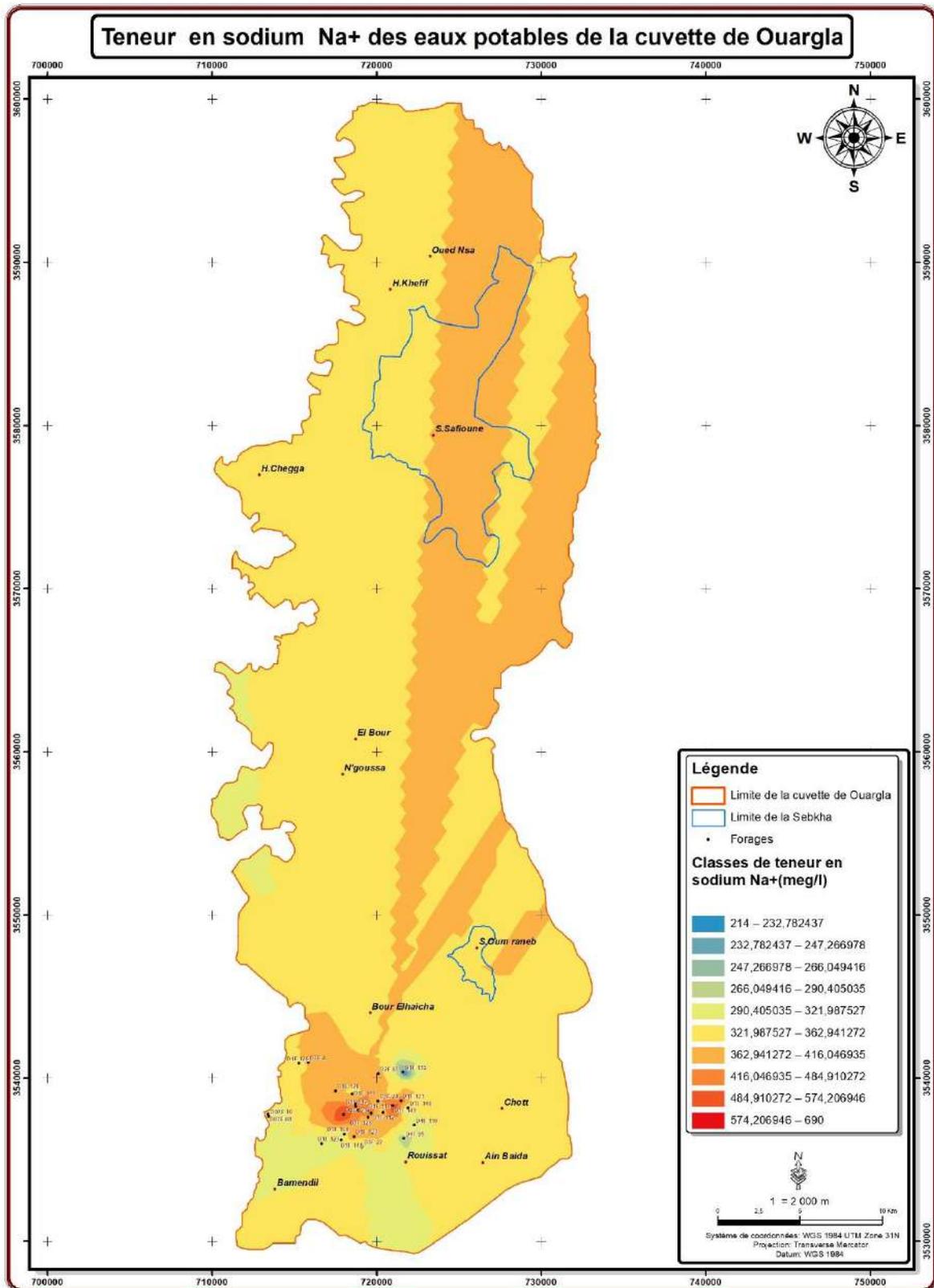


Figure II.I. 27: Répartition spatiale Sodium ( Na<sup>+</sup>) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI.2. Les anions :**

**VI .1 . 1 Chlorure (Cl<sup>-</sup>) :**

La concentration moyenne du Chlorure (Cl<sup>-</sup>) est très élevée 707,35 mg/l entre une teneur Minimum et Maximum dans les forages D1F 3 et D1F 8 (419,9 - 1321,6) mg/l

**Tableau II.I. 18: Les valeurs de Chlorure (Cl<sup>-</sup>) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Chlorure (Cl<sup>-</sup>)</b> mg/l	1321,6	419,9	707,35
Nom de Forage	D1F 8	D1F 3	

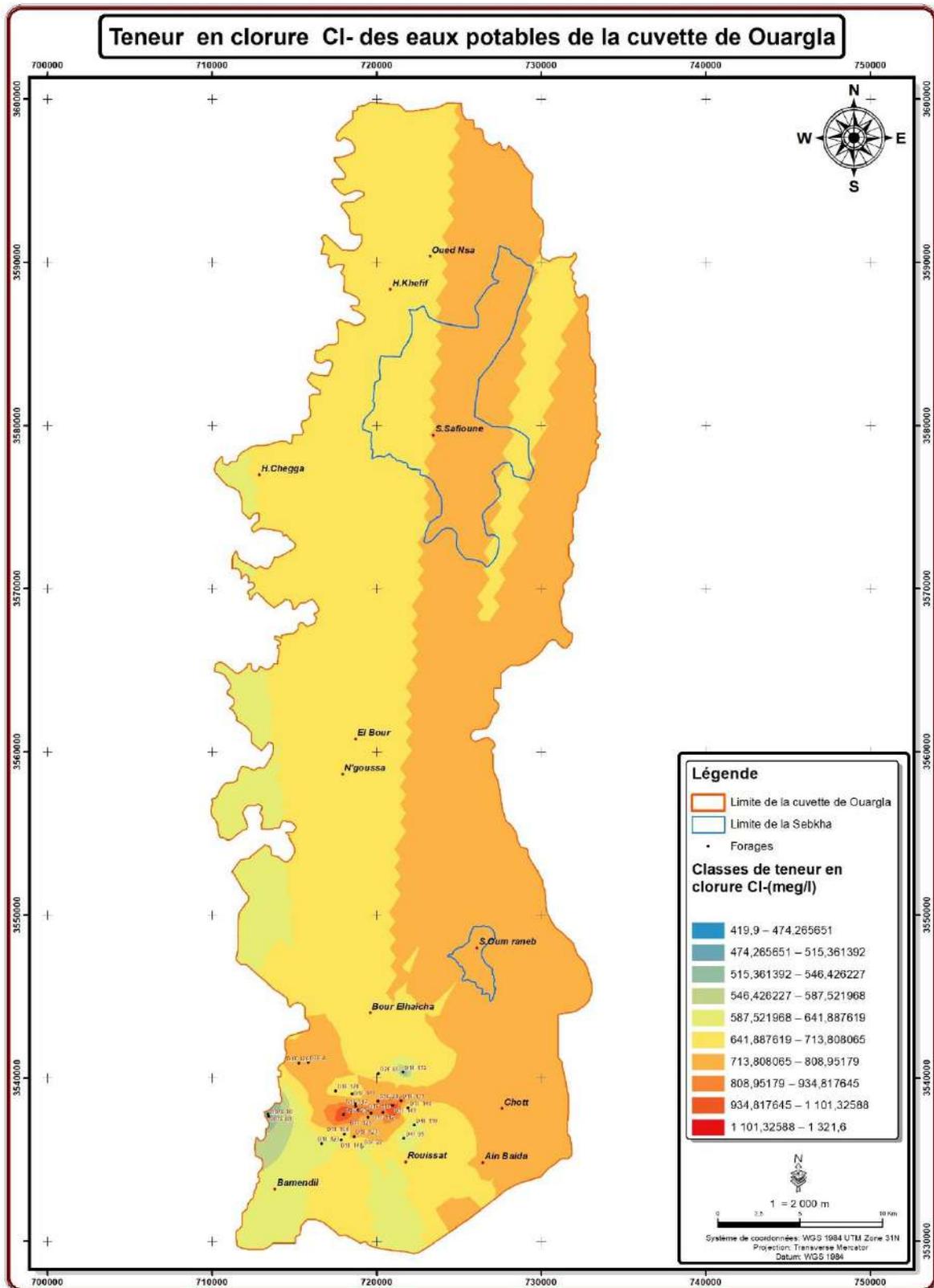


Figure II.I. 28: Répartition spatiale Chlorure (Cl<sup>-</sup>) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI .1 . 2 Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) :**

Le forage D1F 141 présente une valeur de concentration du **Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )** maximum 185,65 mg/l alors que Le forage D1F 128 a un Minimum 85,4 mg/l entre ces deux extrémité des teneurs , la valeur Moyenne 132,60mg/l

**Tableau II.I. 19: Les valeurs de Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>Bicarbonate (<math>\text{HCO}_3^-</math>) mg/l</b>	185,65	85,4	132,60
Nom de Forage	D1F 141	D1F 128	

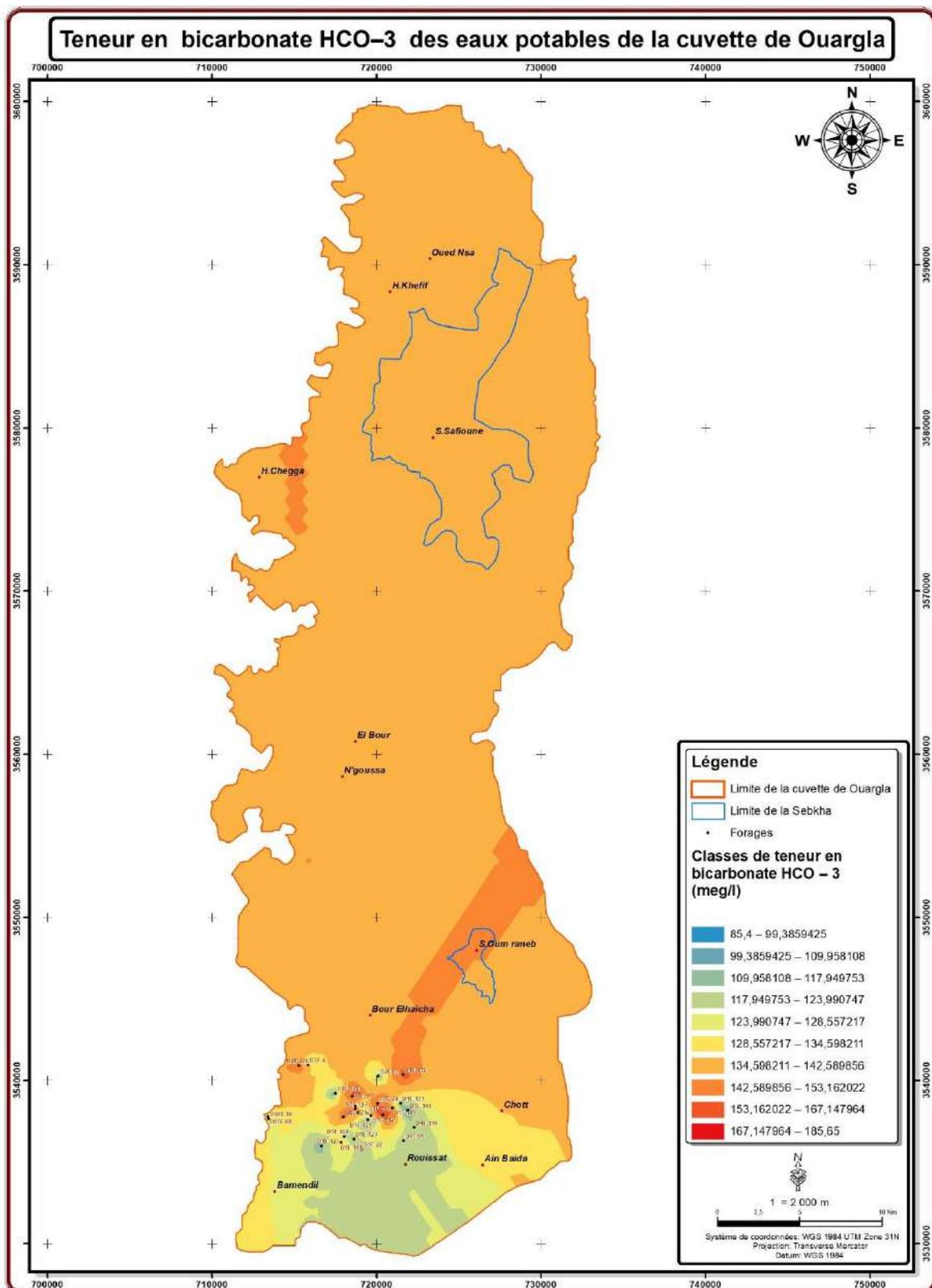


Figure II.I. 29: Répartition spatiale Bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VI .1 . 3 sulfure (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) :**

La valeur de concentration Maximum du sulfure (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) est 968 mg/l dans le forage D1F 149 ; le forage D1F 1 a un Minimum de concentration 400 mg/l et la valeur moyenne est de l'ordre 562,54 mg/l

**Tableau II.I. 20: Les valeurs de sulfure (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) des forages (AEP) février 2018**

Paramètres de mesure	Maximum	Minimum	Moyen
<b>sulfure (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) mg/l</b>	968	400	562,54
Nom de Forage	D1F 149	D1F 1	

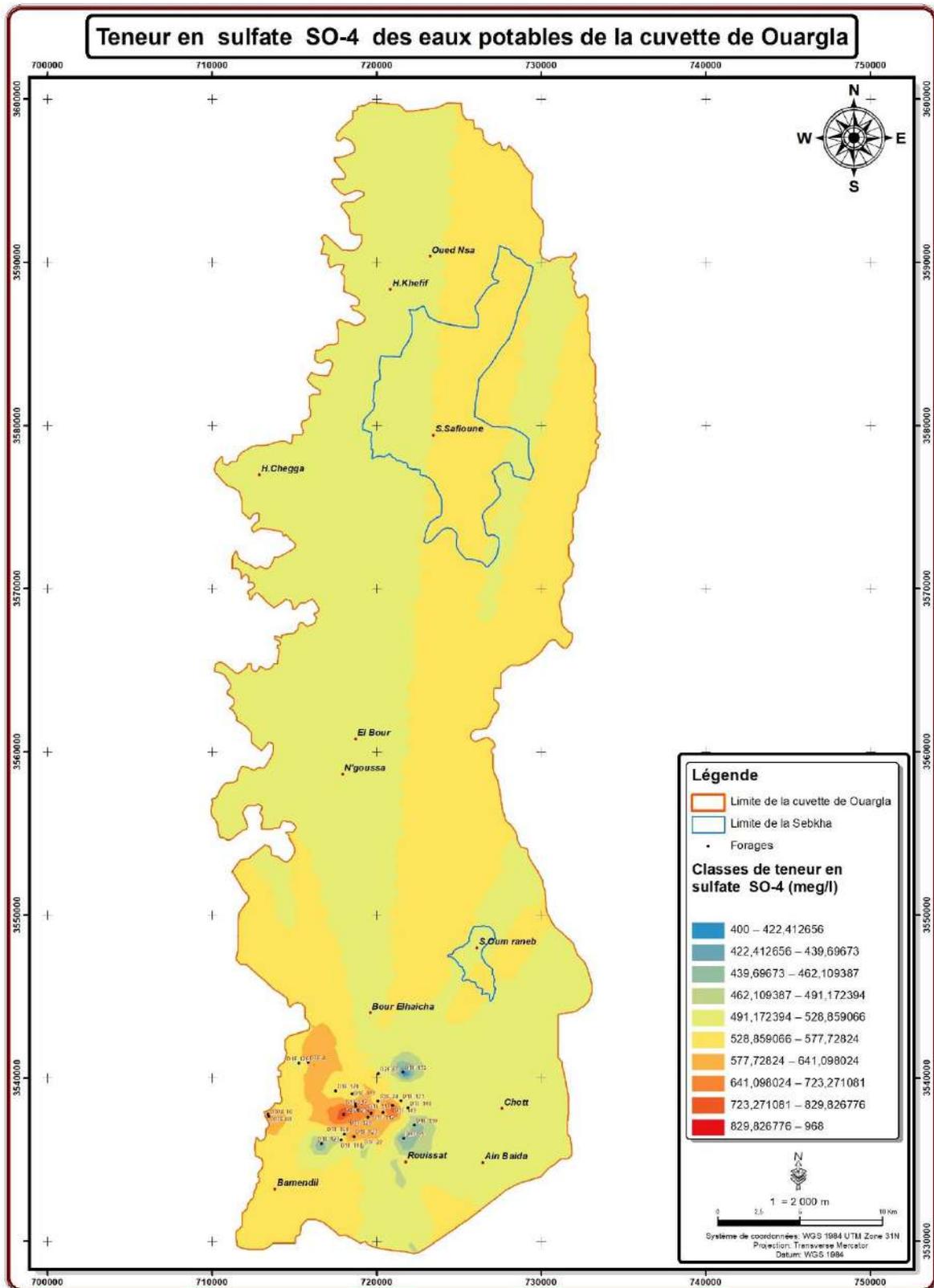


Figure II.I. 30: Répartition spatiale de sulfure (SO<sub>4</sub>-2) des forages (AEP) février 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'Ouargla**  
**Chapitre I Approche qualitatives des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla**

---

**VII .Classification des eaux des forages (AEP) février 2018 :**

D'après la classification de PIPER, on distingue deux faciès dominants

- ✓ sulfate- sodique (27 forages) et
- ✓ sulfate- calcique (4 forages) .

Ces faciès indiquent une dissolution évaporitiques riche en sels et en gypse[46]

La répartition des faciès chimiques pour les31forages, se présente comme suit :

- ✓ 93,33 %des forages sont de type « chimique sulfate- sodique »
- ✓ 6,66 % des forages sont de type « chimique sulfate- calcique «

**Tableau II.I. 21: Classification des eaux des forages (AEP) février 2018**

Nom de forage	Formule	Faciès
D1F 141 , D1F 1, D7F 4 ,D1F 2 , D1F 78 , D1F 137, D1F 3, D1F2 4 ; D07F 08, D07F 10 , D1F 5 , D1F 160 , D1F 123, D2F 66, D1F 6, D1F 124 , D1F 142 ; D1F 1155 , D1F 156, D1F 128 ; D1F 112, D1F 110, D1F 149 , D1F 7, D1F 140, D1F 8 , D4F 110	%Na>% Ca>%Mg Cl>%SO4>%HCO3	sulfate- sodique
D1F 144, D4F 95 , D3F 22 , D1F 151	%Ca>%Na>%Mg Cl>%SO4>%HCO3	sulfate- calcique

**VIII . Classification graphique des eaux des forages (AEP) février 2018**

Le diagramme de Piper permet de constater que les eaux analysées sont globalement sulfatées calciques. elle est due à la nature des terrains traversés

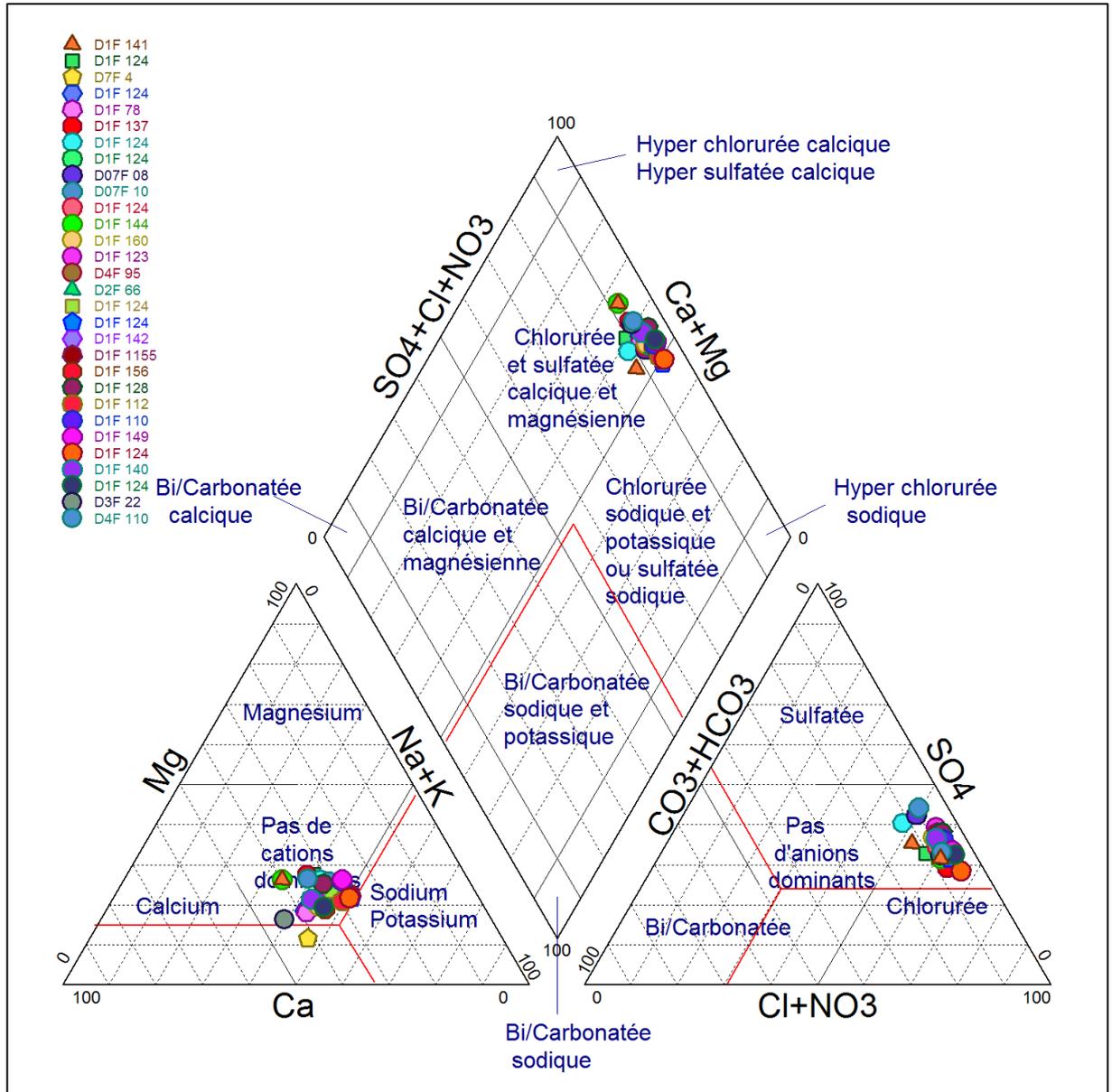


Figure II.I. 31: Représentation graphique des forages (AEP) février 2018 Lediagramme de Piper

**IV. 3 .Potabilité des eaux souterrains :**

Les résultats obtenus montrent que

- ✓ les teneurs en Mg et Ca<sup>++</sup> se trouvent dans l'intervalle des valeurs limites.

Alors que

- ✓ Les teneurs maximum des Ca, Cl, Na et SO<sub>4</sub> Sont dépassé les normes de potabilité de l'OMS (250mg/L) et de l'Algérie (400 mg/l).

**Tableau II.I. 22 : Concentration des forages (AEP) février 2018Lediagramme de Pipe**

Les éléments chimiques	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Max (mg/l).	448,89	199,3	690	1321,6	968	185,65
Min( mg/l).	152,3	55,9	214	419,9	400	85,4
Norme OMS	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	
Norme algérienne	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>400</b>	

Source OMS

### Résultats est discussions

D'après l'interprétation des analyses chimique de l'exploitation des eaux souterraines \*le complexe terminal\* soit la nappe Mio-pliocène alimentation agricole et la nappe Sénonien pour l'alimentation en eau potable

Nous pouvons dire que :

#### **1. Les paramètres physiques et les paramètres chimiques des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018**

##### **A- Les paramètres physiques des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018:**

- ✓ Résidu sec (RS) présente une moyenne 4123,34 mg / l ;
- ✓ Les moyennes de la minéralisation 3636,38 mg / l ;
- ✓ Conductivité électrique est de moyenne 4,84 ms/cm et
- ✓ Potentiel Hydrogène (pH) est basique avec une valeur moyenne 7,99

##### **B- Les paramètres chimiques des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018:**

- ✓ les cations plus dominants sont le Sodium (  $\text{Na}^+$  : 1170,87 mg / l ) et le Magnésium (  $\text{Mg}^{++}$  : 256,85 mg / l ) ;
- ✓ les anions dominant sont Chlorure (  $\text{Cl}^-$  2153,88 mg / l ) et les Sulfate (  $\text{So}_4^{2-}$  1147,45 mg / l ) .

##### **C- les faciès chimique des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018:**

selon les résultats des paramètres physiques et paramètres chimiques des eaux la nappe Mio-pliocène alimentation agricole pressentes deux faciès chimique

- ✓ 92 ,85 des échantillons ont un faciès chimique chloruré sodique
- ✓ 7.14% des échantillons ont un faciès chimique sulfaté sodique

##### **D- Aptitude des eaux à l'irrigation des eaux des forages désigner a l'irrigation février 2018:**

Les résultats obtenus par le digramme de Riverside se trouvent dans deux classes C4 S3 et C5 S3 marque par

- ✓ Une eau à forte salinité et
- ✓ Un danger important d'alcalinisation du sol .

##### **E- Potabilité des eaux la nappe Mio-pliocène alimentation agricole :**

Les teneurs des éléments chimiques sont supérieurs a la norme de potabilité de l'OMS et et de l'Algérie

**2. Les paramètres physico-chimiques de nappe Sénonien destinées l'alimentation potable AEP :**

**A .Les paramètres physiques de nappe Sénonien destinées l'alimentation potable AEP :**

- ✓ La moyenne de Conductivité électrique est de l'ordre  $3405,48 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
- ✓ Le potentiel Hydrogène de type basique un Moyen de l'ordre 7,35

**B. Les paramètres chimiques de nappe Sénonien destinées l'alimentation potable AEP :**

- ✓ les plus grandes cations sont : Sodium ( $\text{Na}^+$  : 361,12 mg/l) et Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$  : 235,68 mg/l) de moyen
- ✓ les anions présentent par l'élément chimique Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) est très élevé (707,35 mg/l et le sulfure ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) 562,54 mg/l ) de concentration moyenne

**C. les faciès chimique des eaux, se présentent comme suit :**

- ✓ 93,33 % des forages ont un faciès chimique chloruré sodique
- ✓ 6,66 % des forages ont un faciès chimique chloruré calcique

On remarque a partir des interprétations résultats des paramètres physico- chimique pour les deux nappes (nappe Mio-pliocène , nappe Sénonien) :

- ✓ L'origine de minéralisation excessive est lies au de formation lithologique riche en évaporites, elle s'exprime par des teneurs de conductivité électrique moyenne très élevée, entre  $4840 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$   $3405,48 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  qui augmentent du Nord- Ouest vers le centre cuvette d'Ouargla, et du Sud-Ouest vers Nord Est. Des concentrations importantes et variables en éléments minéraux ont été examinées.
- ✓ le faciès chloruré calcique y prédomine. Cependant, la précipitation des matières (Calcite, Aragonite, Dolomite.)est l'origine des calciums
- ✓ la réactions chimique entre les deux matières de Halite et matières de Gypse donne lune eau de type sulfaté sodique

***Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla***

***Chapitre 2 : Gestion et planification des ressources en eau de la cuvette d'ouargla***

**Introduction :**

Ces dernières années, les communautés ont commencé à tirer la sonnette d'alarme sur l'état actuel des ressources en eau en raison de la rareté des pluies. Celle-ci est devenue une priorité pour chaque pays pour en améliorer la gestion et l'utilisation rationnelle, que ce soit comme eau potable pour les habitants, pour l'irrigation des terres agricoles ou l'eau industrielle. Dans cette perspective, certains pays ont commencé à développer des méthodologies d'évaluation, parmi lesquelles nous citons Logiciel WEAP.

Ce logiciel est utilisé dans différents domaines de recherche (hydrologie, changement climatique, irrigation, etc.) pour évaluer et planifier la demande en eau et le potentiel en eau des ressources en eau dans différents secteurs consommateurs. [47]

Dans notre travail, nous appliquons le modèle WEAP à notre bassin versant de ouargla en utilisant des données collectées auprès de plusieurs secteurs socio-économiques sur la population et les services de l'État ( ANRH ; ADE et ONA, etc.).

## **I – Les paramétrés généraux du modelé WEAP**

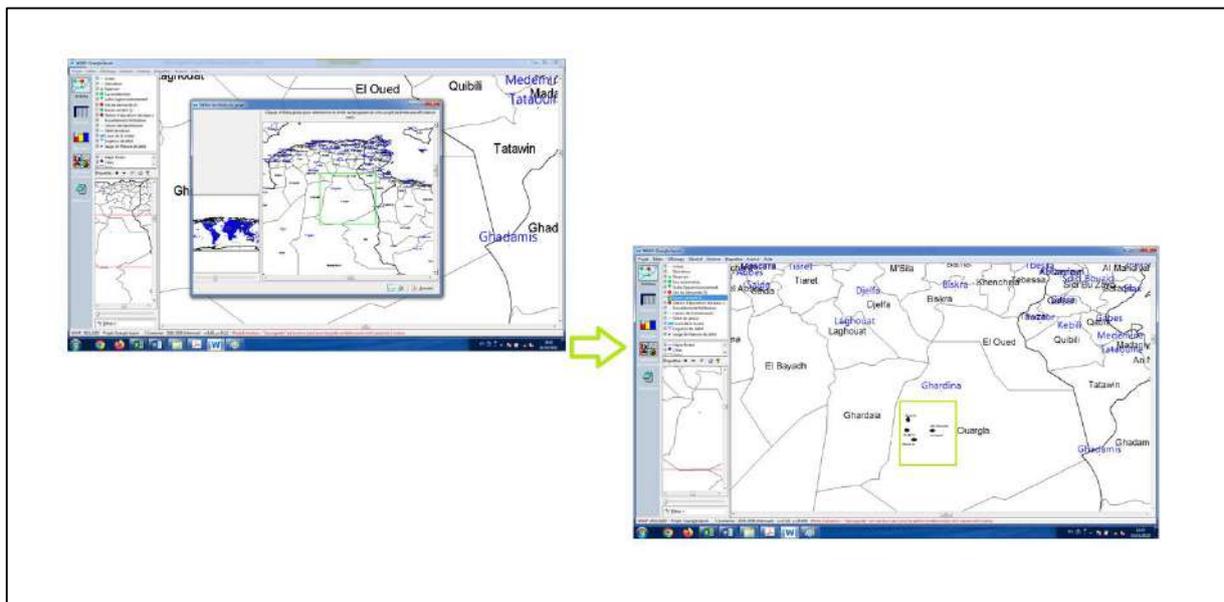
### **I.1 Site et secteurs de demandes**

Les sites de demandes en eau présents par les 05 communes de la cuvette d'ouargla [12]

- Ouargla ;
- Ain Beida, Rouissat ;
- Sidi Khwouiled et
- N'goussa

Avec les trois principaux secteurs d'alimentations eau

- ✓ les secteurs de demandes en eau potable (AEP) ,
- ✓ les secteurs de demandes en eau agricole et
- ✓ besoin en eau industriels



**Figure II.II. 1 : Représentation des sites de demandes présents par les 05 communes de la cuvette d'ouargla sur WEAP**

## Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla

### Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau

#### I. 2 Création des scénarios d'alimentations eau :

Cette méthode dépend des étapes initiales Où nous avons réalisé des scénarios de consommation d'eau pour les différents besoins des secteurs, notamment avec les données de la zone étudiée Parmi les données les plus importantes, nous mentionnons les suivantes :

- ✓ le taux d'accroissement ;
- ✓ population et
- ✓ les surfaces agricoles irriguées.

Pour continuer les étapes d'évaluations des demandes en eau par modèle WEAP ; nous avons choisi trois scénarios

- ✓ scénario d'amélioré ;
- ✓ scénarios normalisé et
- ✓ scénario optimale

Ces trois scénarios sont fondus principalement sur le scénario de référence

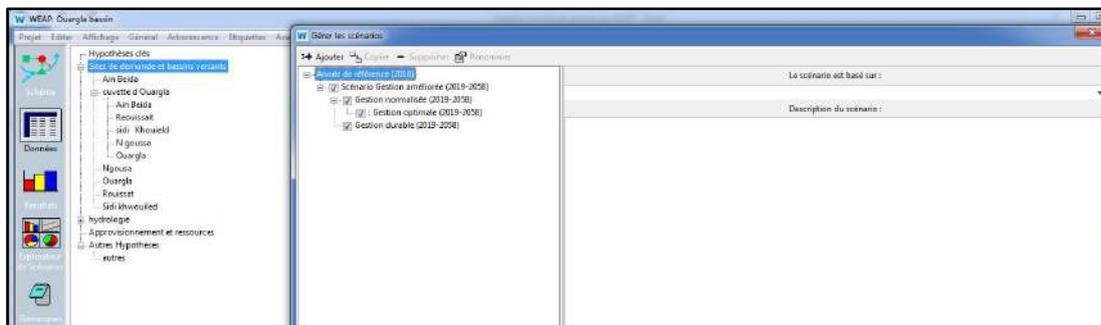


Figure II.II. 2: Représentation de création de scénarios dans le modèle WEAP

#### I.2 – 1 Scénario de référence :

Nous avons choisi le scénario de référence sur le pour le programme WEAP dite aussi « Compte actuel ou initial » que nous considérons l'année en cours 2018 et ensuite nous incluons toutes les données de base et importantes qui représentées par le nombre de population pour l'année 2018, les superficies agricoles irriguées, ainsi que la capacité de la réserve d'eau, qui à nous permettre d'évaluer la situation actuelle de référence puis de la comparer avec le reste des scénarios mentionnés ci-dessus

Ce Scénario commence par le mois janvier (31 jours) et se termine par le mois décembre ( 31 jours ) [48]le monte la Figureure suivante :

## Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla

### Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau

Années et pas de temps

Horizon temporel  
Année des Comptes Actuels: 2018  
Fin des scénarios: 2058

Pas de temps par an  
12  
 Add Leap Days?

Longueur du pas de temps  
 Basé sur le mois calendaire:  
 Tous les pas de temps sont de même  
 Définir la longueur du pas de temps

Début de l'année hydrologique  
Janvier

Aide

Fermer

#	Titre	Abbrev.	Longueur	Begins	Ends
1	Janvier	Jan	31	Jan 1	Jan 31
2	Février	Fév	28	Fév 1	Fév 28
3	Mars	Mars	31	Mars 1	Mars 31
4	Avril	Avr	30	Avr 1	Avr 30
5	Mai	Mai	31	Mai 1	Mai 31
6	Juin	Juin	30	Juin 1	Juin 30
7	Juillet	Juil	31	Juil 1	Juil 31
8	Août	Août	31	Août 1	Août 31
9	Septembre	Sept	30	Sept 1	Sept 30

Time Step Name Format: Octobre / Oct

La période d'étude courra de Janvier, 2008 à Décembre, 2050.

Figure II.II. 3: Présentation sur le WEAP Années des scénarios et le pas de temps

#### I. 2 .2 Les paramètres introduites dans logiciel WEAP scénario de référence

Les données principales introduites dans le logiciel pour ce scénario de référence sont :

- ✓ Les dotations journalières pour l'alimentation en potable au 347l/J/h ; celles utilisées par les institutions officielles des services hydrauliques et agricoles de la wilaya d'ouargla [35]
- ✓ Les besoins en eau des palmiers dattiers en plein champ sont de 28000 m<sup>3</sup>/ha/an [23]

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

---

**II- Niveau d'activité annuelle**

**II - 1 Sites de demandes domestiques scénario Année de référence 2018 :**

Les dernières statistiques de recensement des populations en 2018 relevé que le taux de croissance dans notre zone d'étude 2 , 6% .[49]

La cuvette d'ouargla a une population de l'ordre 276481 habitants répartie comme suit

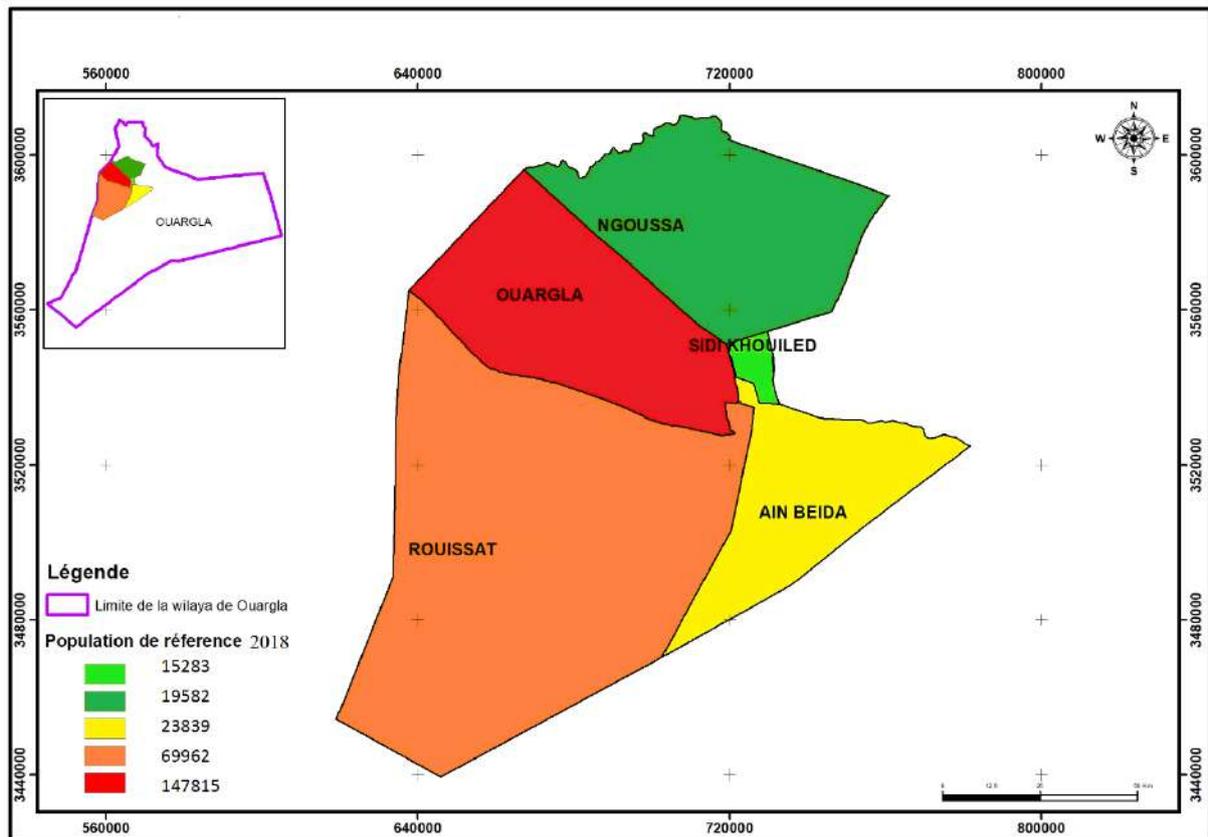
- ✓ 53,46% des populations sont concentrées dans la commune d'ouargla,
- ✓ 46 ,54 % des populations des quatre communes de la cuvette d'ouargla présente totale

**Tableau II.II. 1 : Population des Sites de demandes domestiques scénario: Année de référence 2018**

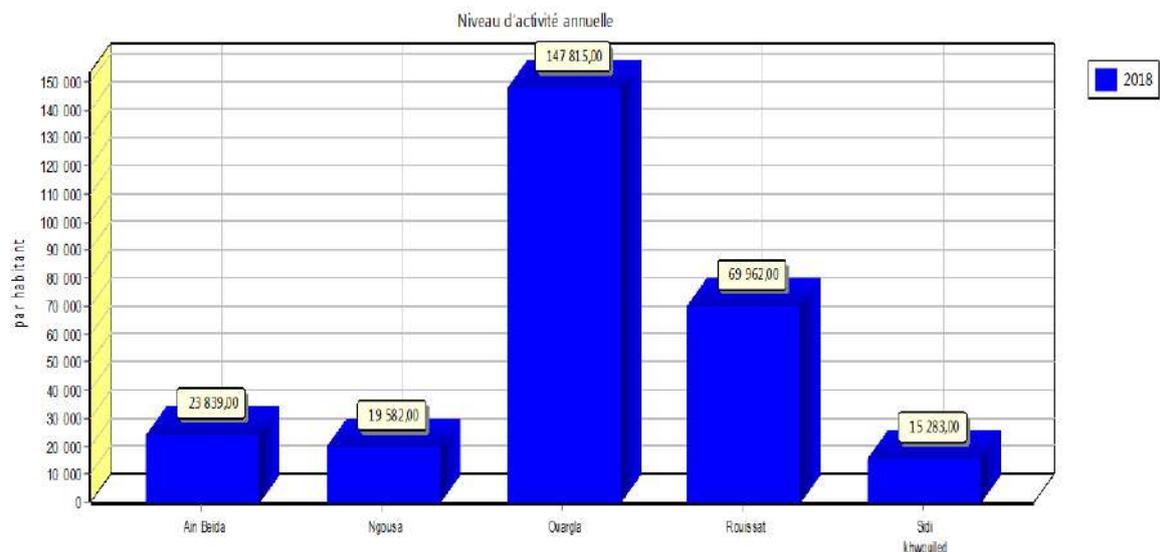
Commune	Année 2018	Pourcentage par commune
Ouargla	147815	08,62 %
Ain Beida	23839	07,08 %
Rouissat	69962	53,46 %
Sidi khwouiled	15283	25,30 %
N'goussa	19582	05,52%
Total	276481	

Direction statistique Ouargla 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 4: Répartition spatiale de population de scénario de référence 2018 de la cuvette d'ouargla en 2018**



**Figure II.II. 5: Niveau d'activité annuelle des sites de demandes domestiques scénario de référence 2018 (modèle WEAP)**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**II . 2 Evolution de la population tous les scénarios (2018-2058) :**

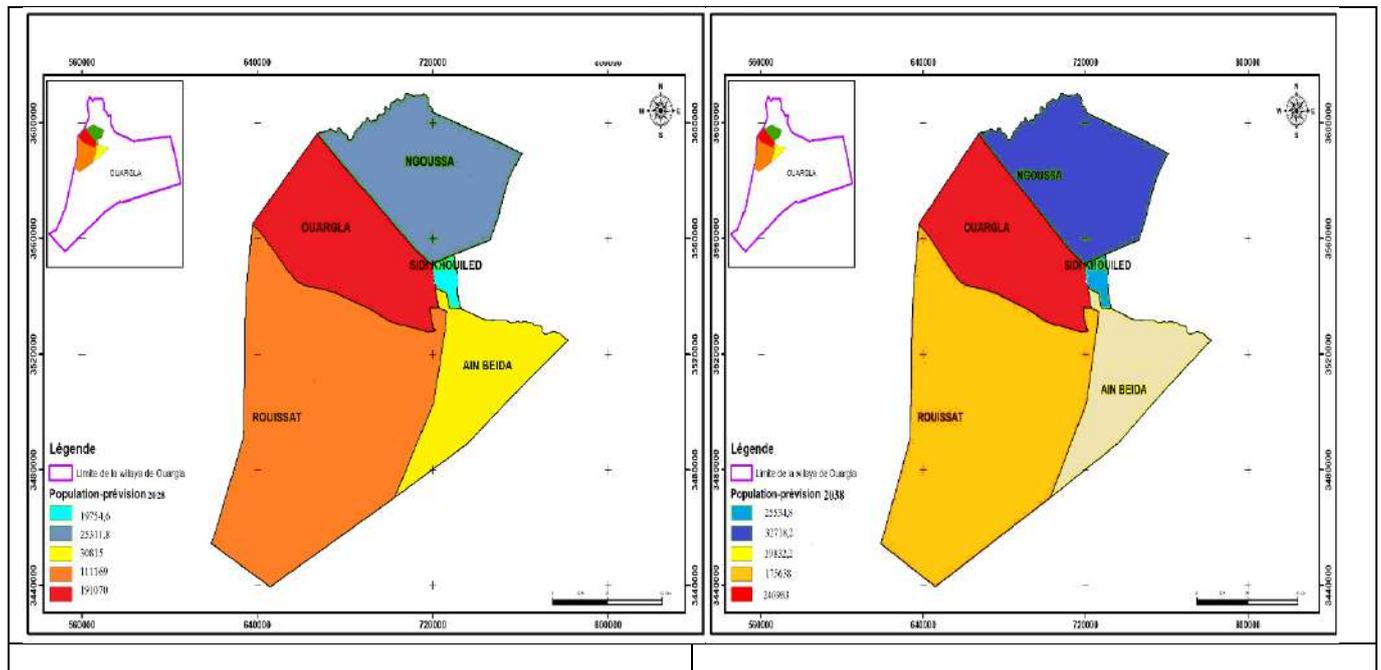
Cette évaluation est dépend des taux de croissances de chaque commune on observe que :

Il ya une augmentation de la population pour tous les horizons 2018-2058

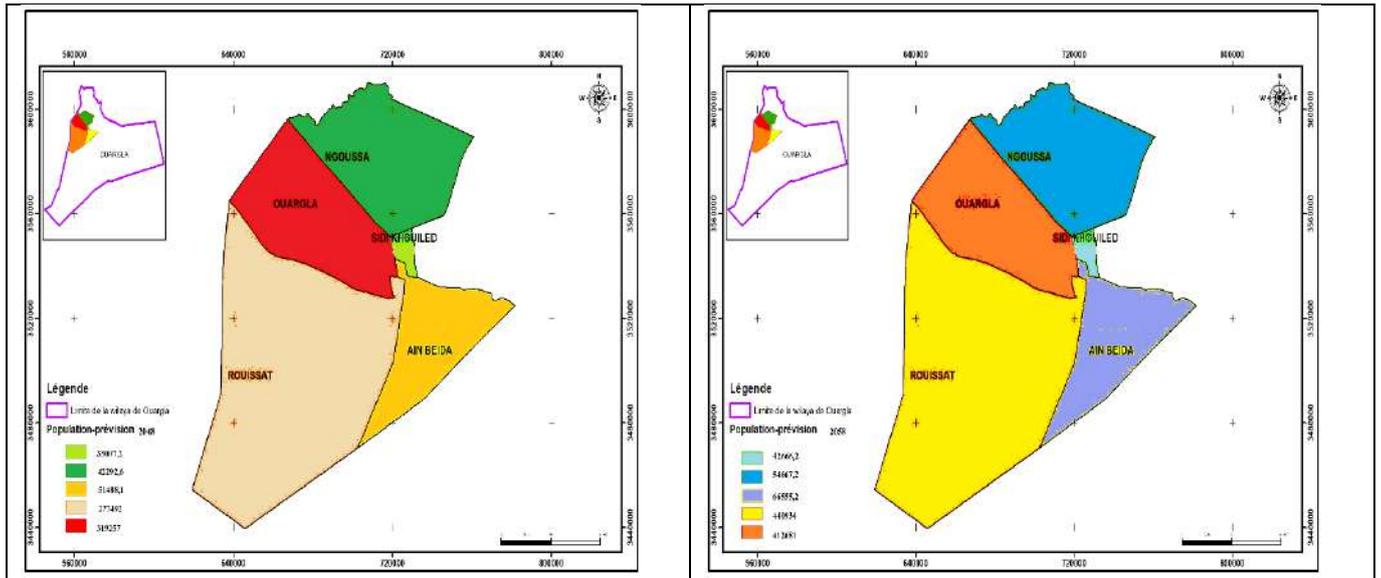
Le tableau montre l'évolution des populations a partir de l'année de référence 2018

**Tableau II.II. 2 :Evolution de la population (tous les scénarios (2018-2058))**

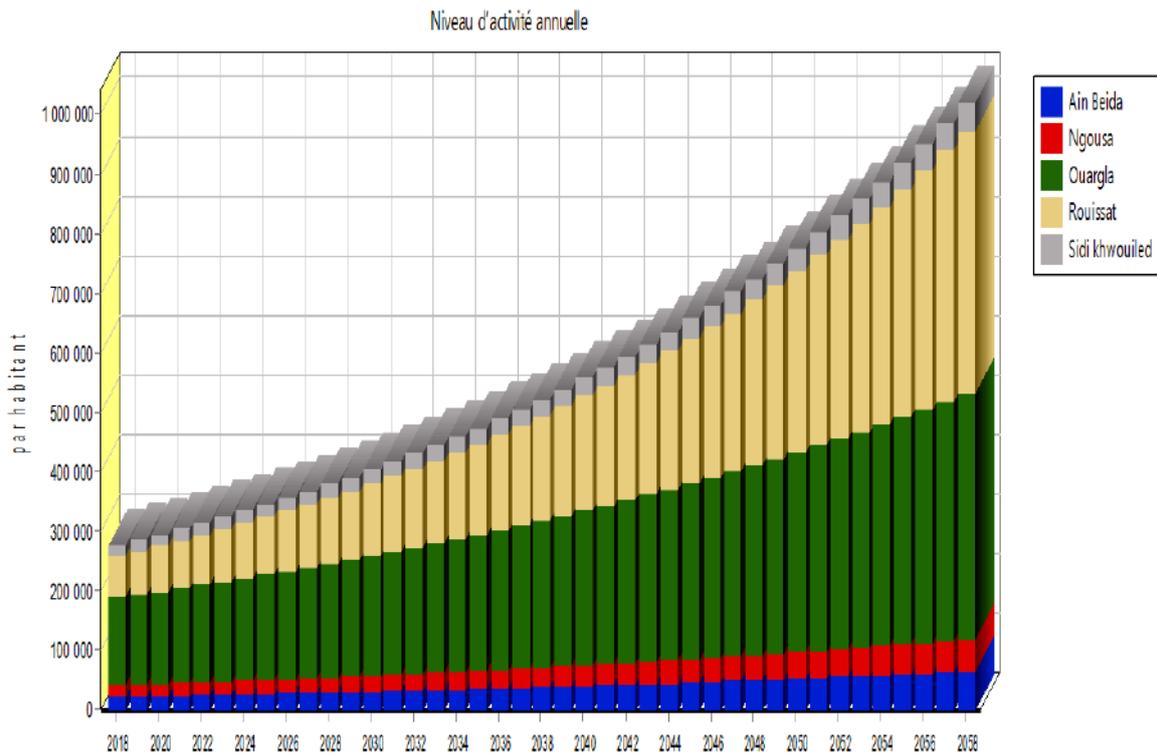
Commune	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	147815	191070	246983	319257	412681
Ain Beida	23839	30815	39832	51488	66555,2
Rouissat	69962	111169	175638	277492	440934
Sidi khwouiled	15283	19754	25534	33007	42666,2
N'goussa	19582	25311	32718	42292	54667,2
Total	1276481	378121	520706	723537	1017503



**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 6: Répartition spatiale de population de la cuvette de Ouargla pour tous les scénarios(2018-2058)**



**Figure II.II. 7: Évolution de la population tous les scénarios 2018-2058 Par ( modèle WEAP)**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

---

**II .3 . Demande en eau potable**

les eaux souterraines de nappe sénonien sont considérées comme la principale source en eau potable qui destinée a la consommation humaine ; elles sont réparties entres :[ 50]

- ✓ Les eaux mobilisées souterraines présentent la capacité des réservoirs et
- ✓ Les eaux exploitées englobent les volumes distribuées

**II .3. 1. Mobilisation des eaux souterraine :**

En 2018 la capacité d'eau mobilisable est estimé un volume de 92,41Hm<sup>3</sup> par an, mais seulement 45,72 Hm<sup>3</sup> sont exploitées [24] ; La distribution de ces volumes comme se suit :

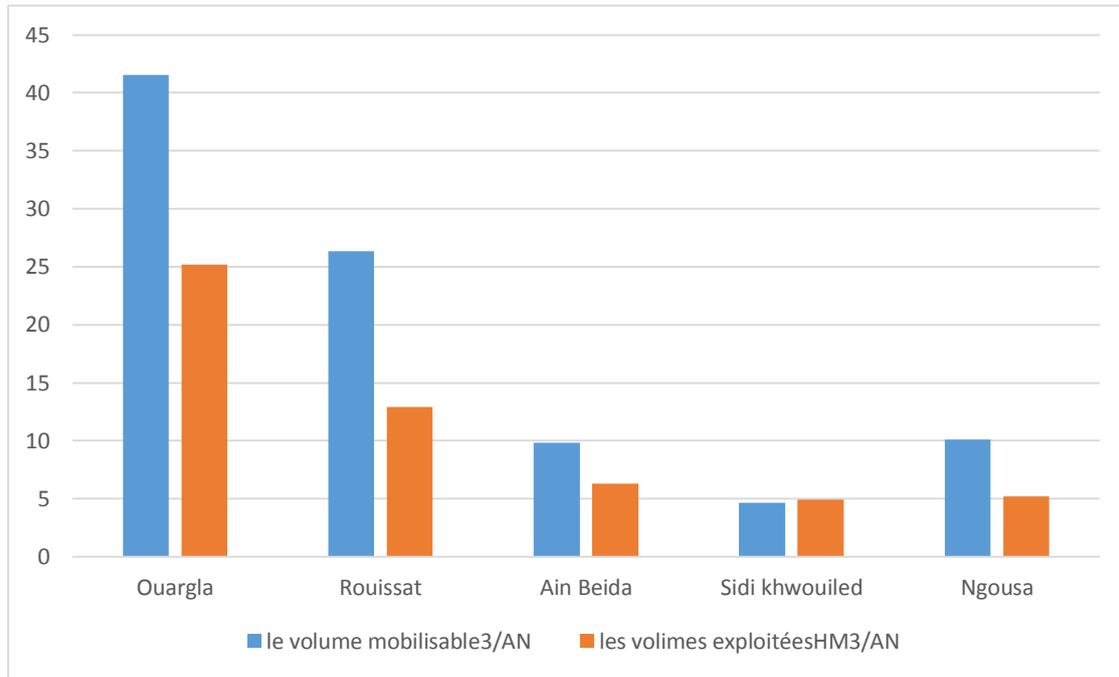
- ✓ La commune d'ouargla a 41,54 Hm<sup>3</sup>/an de volume mobilisée présente de 44 ,54 % de volume totale mobilisées
- ✓ Les 04 communes ayant 50 .87 Hm<sup>3</sup>/an de volume mobilisée avec 55 ,04 % de volume totale mobilisées

**Tableau II.II. 3: Mobilisation des eaux souterraine eau potable de la cuvette d'Ouargla**  
**Année 2018**

Commune	le volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	les volumes exploitées Hm <sup>3</sup> /an
Ouargla	41,54	25,16
Rouissat	26,33	12,92
Ain Beida	9,80	6,30
Sidi khwouiled	4,63	1,79
N'goussa	10,09	5,20
Total	92,41	54,53

ANRH 2018

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 8: Mobilisation des eaux souterraine de la cuvette d'ouargla Année 2018**

**II . 3. 2 Evolution de consommation de scénario de référence :**

C'est la consommation d'eau annuelle moyenne par unité d'activité. WEAP affiche le dénominateur accentué pour signifier que c'est un taux par unité et non le montant total d'eau à utiliser.[ 50 ] ; [ 51 ]

D'après les résultats obtenus par modèle WEAP la consommation d'eau annuelle scénario de référence

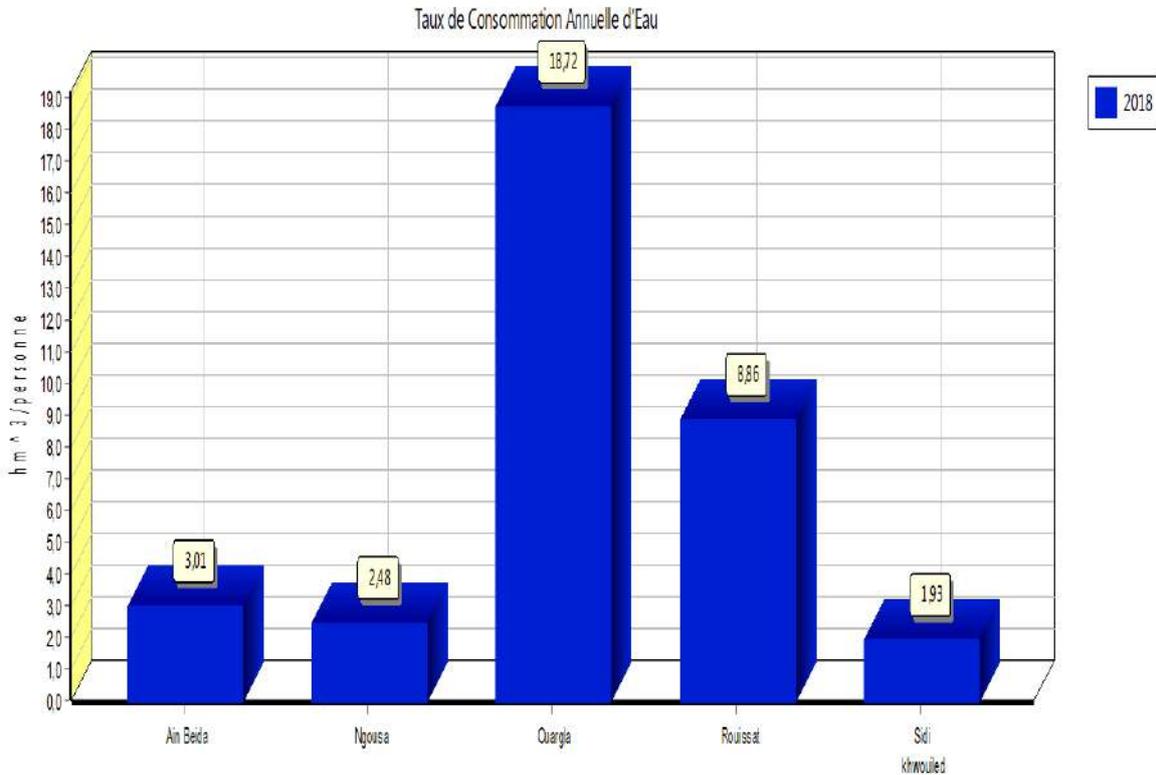
- ✓ La consommation d'eau annuelle 35 Hm<sup>3</sup> avec une population totale de la cuvette d'ouargla
- ✓ Cette consommation d'eau annuelle est inférieure aux les volumes exploitées 54,53 Hm<sup>3</sup>/an de la cuvette d'ouargla

**Tableau II.II. 4: Taux de Consommation annuelle d'eau Hm3 scénario de référence 2018**

Commune	2018	Cons Hm <sup>3</sup> 2018	dotation journalier ( 1/h/j)
Ouargla	147815	18,72	466,44
Ain Beida	23839	3,01	506,33
Rouissat	69962	8,86	72,49
Sidi khwouiled	15283	1,93	322,24

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

N'goussa	19582	2,48	728,03
<b>Total</b>	276481	35	



**Figure II.II. 9: Taux de Consommation annuelle d'Eau Hm3 scénario de référence 2018 ( modèle WEAP)**

**II.3. 3 .Evolution le taux de consommation annuelle d'eau scenario améliore (2018-2058) :**

Evolution Taux de Consommation est basée sur l'augmentation des taux population dans la période (2018- 2058) et la dotation journalier 347 l /h/j [35] ; [52]

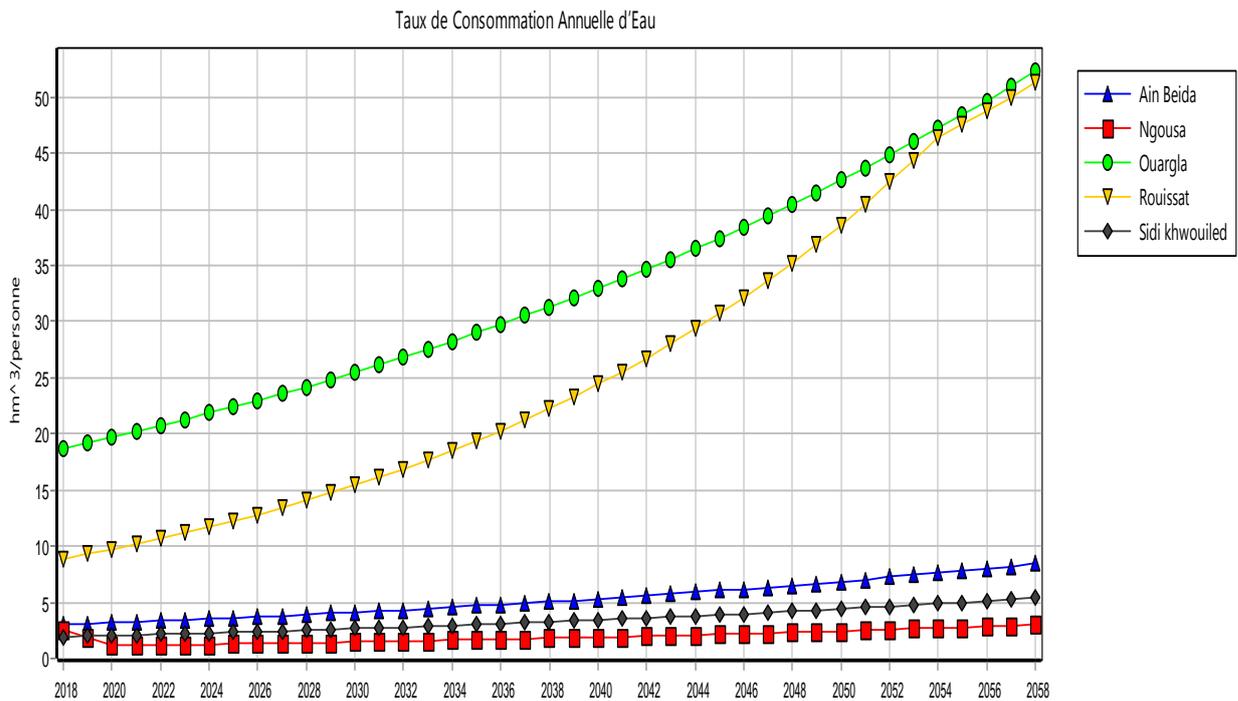
- ✓ Les consommation d'eau annuelle pour l'année (2018 ,2028) respectivement (35 ; 47,87) Hm<sup>3</sup>/an sont inférieurs aux volume d'exploitations 54,53Hm<sup>3</sup>/an alors que ;
- ✓ Les consommation d'eau annuelle pour l'année (2038, 2048 et 2058) respectivement ( 65,934 ,91,62 et 124,3) Hm<sup>3</sup>/an sont supérieurs aux volume d'exploitations 54,53Hm<sup>3</sup>/an

Letableau suivant récapitule, les résultats obtenus par le modèle WEAP

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**Tableau II.II. 5: Evolution le taux de consommation annuelle d'eau Hm3 scénario Amélioré (2018-2058)**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	41,54	25,16	18,72	24,19	31,28	40,43	<b>52,26</b>
Rouissat	26,33	12,92	8,86	<b>14,08</b>	<b>22,24</b>	<b>35,14</b>	<b>51,30</b>
Ain Beida	9,80	6,30	3,01	3,90	5,044	<b>6,52</b>	<b>8,42</b>
Sidi khwouiled	4,63	4,95	1,93	2,50	3,23	4,18	<b>5,40</b>
N'goussa	10,09	5,20	2,48	3,20	4,14	5,35	6,92
Totale	92,41	54,53	35	47,87	65,934	91,62	124,3



**Figure II.II. 10 Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm3 scénario Amélioré (2018-2058)( modèle WEAP)**

**II.3. 4 Evolution taux de consommation annuelle d'eau scénario normalisée, (2018-2058) :**

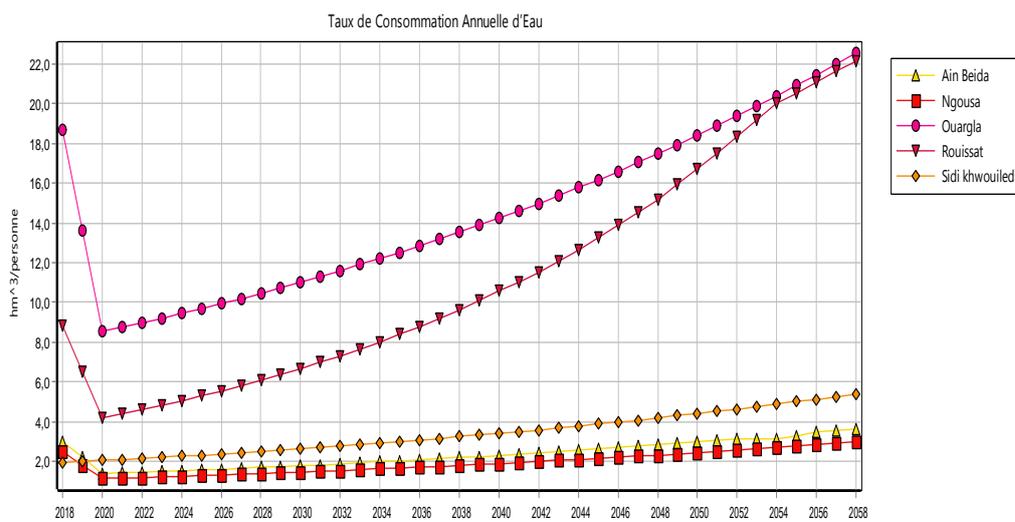
Dans cet scénario Normalisée on fondée une dotation journalière de l'ordre 150 l/ j/ h l'estimation annuelle des besoins en eau potable augmente pour chaque commune ;

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

- ✓ Taux de Consommation Annuelle scénario Normalisée, (2018-2048) (15,13, 22,12, 30,34 ,41,98 ) Hm<sup>3</sup>/an ne dépasse pas le volumes exploités 54,53 Hm<sup>3</sup>/an
- ✓ Taux de Consommation Annuelle scénario Normalisée de l'année 2058 est supérieur volume exploité 54,53 Hm<sup>3</sup>/an
- ✓ Il est satisfit sur tous les horizons sauf pour la commune Rouissat présente une augmentation de volume de besoin année 2048 et 2058 et la commune Sidi khwouiled année 2058

**Tableau II.II. 6: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm3 scénario Normalisée, (2018-2058)**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	41,54	25,16	8,09	10,46	13,52	17,47	22,59
Rouissat	26,33	12,92	3,83	6,08	9,61	<b>15,19</b>	<b>22,17</b>
Ain Beida	9,80	6,30	1,30	1,68	2,18	2,81	3,64
Sidi khwouiled	4,63	4,95	0,83	2,50	3,23	4,18	<b>5,40</b>
N'goussa	10,09	5,20	1,07	1,38	1,79	2,31	2,99
Totale	92,41	54,53	15,13	22,12	30,34	41,98	56,81



**Figure II.II. 11: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm3 scénario Normalisée, (2018-2058)( modèle WEAP)**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**II.3. 5 Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm<sup>3</sup>scénario optimale (2018-2058)**

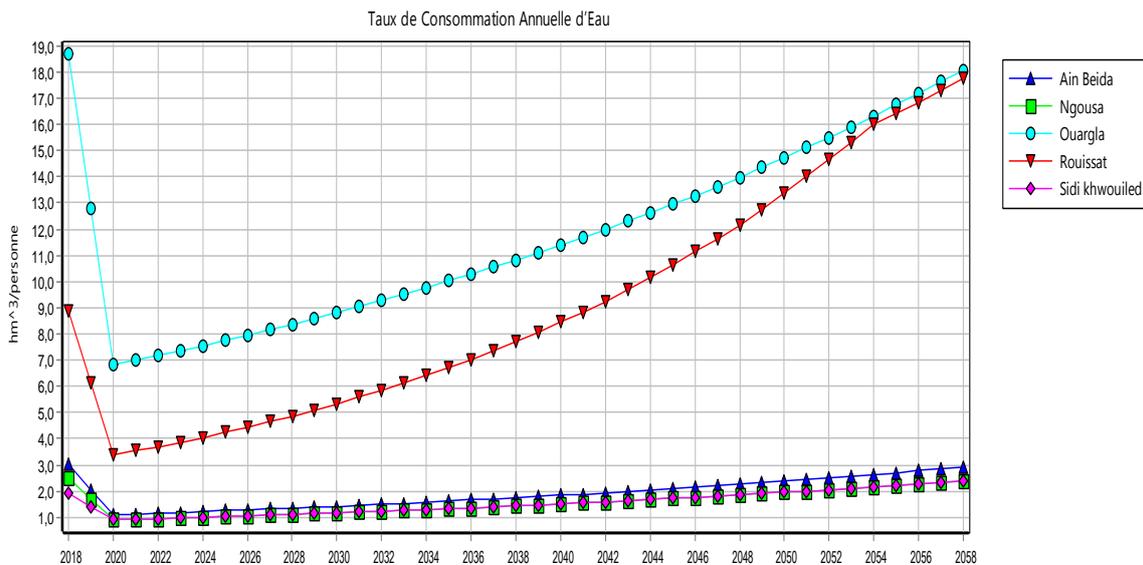
Les calculs des besoins en eau du scénario optimale est basé sur une dotation journalières 120 l/j [53] ; [54] ; [55]

Cette dotation idéale pour engendrer la préservation et survilliennes notre ressources au future d'après les résultats obtenus On remarque que :

- ✓ Taux de Consommation Annuelle d'eau est inférieur au Volume exploité
- ✓ une satisfaction en eau pour tous les horizons

**Tableau II.II. 7: Evolution taux de consommation annuelle d'eau Hm<sup>3</sup> scénario optimale (2018-2058)**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	41,54	25,16	6,47	8,36	10,81	13,98	18,07
Rouissat	26,33	12,92	3,06	4,86	7,69	12,15	17,74
Ain Beida	9,80	6,30	1,04	1,34	1,74	2,25	2,91
Sidi khwouiled	4,63	4,95	0,66	0,86	1,11	1,44	1,86
N'goussa	10,09	5,20	0,85	1,10	1,433	1,85	2,39
Total	92,41	54,53	12,10	16,56	22,80	31,69	42,99



**Figure II.II. 12: Evolution taux de consommation annuelle d'eau scénario optimale (2018-2058)( modèle WEAP)**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**III Sites de demandes surface agricoles utilisées (S a u ) scénario de référence 2018**

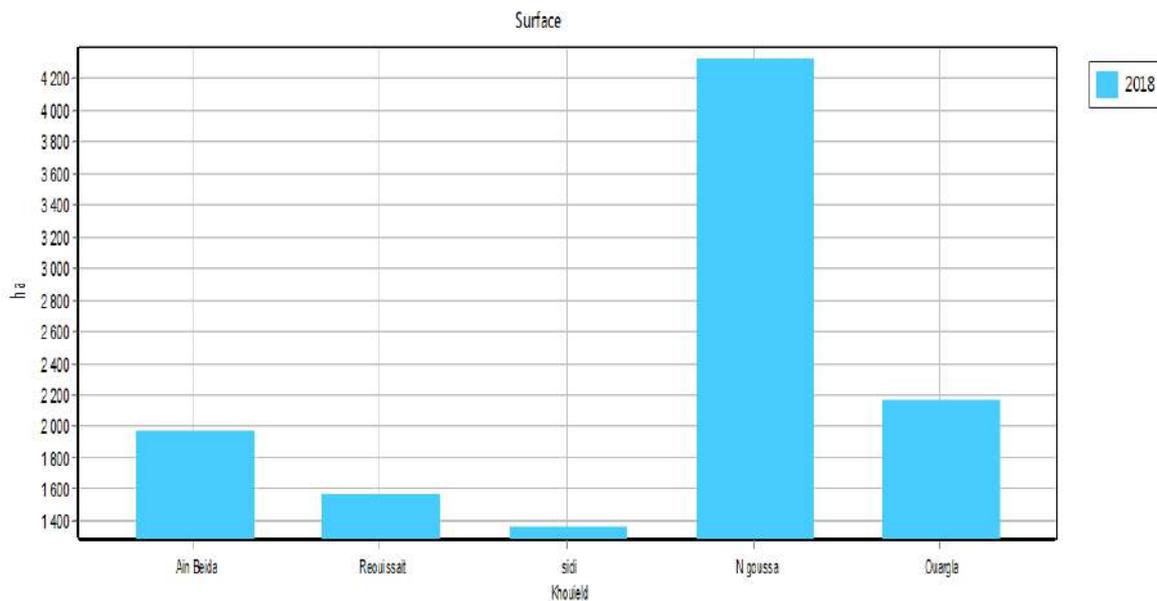
La surface agricole utilisées totale de l'année de référence 2018 est de l'ordre 11398,47 ha [23] , ou

- ✓ La commune de N'goussa est marqué par une grande surfaces agricole utilises avec un 37,94 % de la totalité du surfaces agricole utilises

Le tableau suivant récapitule tous les données sur surfaces agricole utilises par commune :

**Tableau II.II. 8: Surface Agricoles utilisées (ha) scénario Année de référence 2018**

Commune	Ain Beida	Rouissait	Sidi khwouiled	N'goussa	Ouargla
S a u (ha)	1969,89	1572	1368,54	4325,36	2162,68
S a u (%)	17,28%	13,79%	12,00%	37,94%	18,97%



**Figure II.II. 13: Sites de demandes agricoles scénario de référence 2018 ( modèle WEAP)**

### III - 1 Demande en eau agricole

C'est quantité d'eau s'orienté vers l'irrigation la ressource principale qui assure par la nappe mio –pliocène de la cuvette d'ouargla.

#### III .1. 1. Potentiel hydrique des eaux souterraine destinée à l'irrigation :

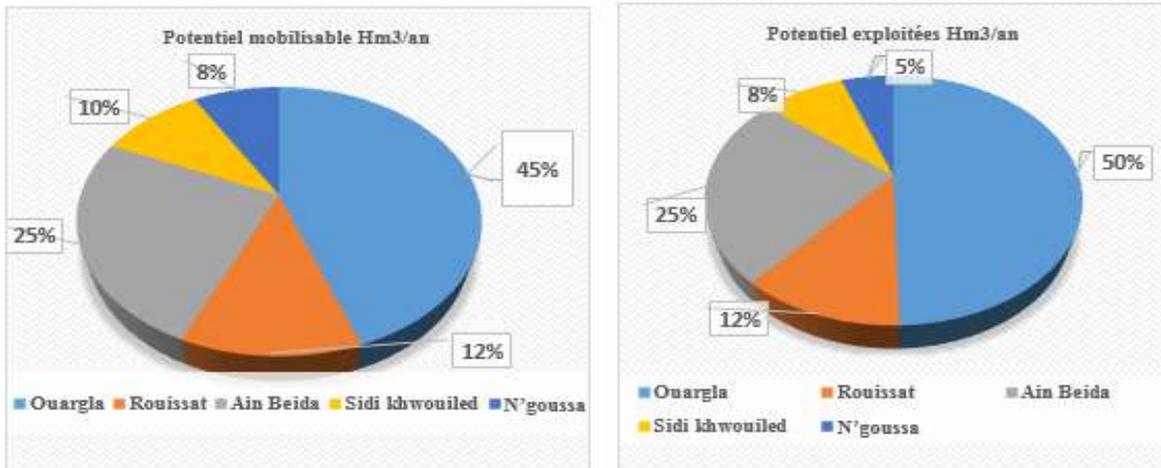
D'après les données recueillies :

- ✓ Potentiel mobilisable présente un total 76,306 Hm3/an ;
- ✓ Potentiel exploités est de l'ordre 62,75Hm3/an présente 82,24 % de ce volume mobilisable [23] ,[24]

**Tableau II.II. 9: Répartition de Potentiel mobilisable en eau agricole Hm3/an et Potentiel exploités Hm3/an de scénario de référence 2018**

Commune	Potentiel mobilisable Hm3/an	Potentiel exploités Hm3/an	SAU (ha)	M3/he /an
Ouargla	33,96	31,11	2162,68	14384,9298
Rouissat	9,22	7,33	1572	4662,84987
Ain Beida	19,16	15,55	1969,89	7893,84179
Sidi khwouiled	7,58	5,33	1368,54	3894,66146
N'goussa	6,36	3,41	4325,36	788,373685
Total	76,306	62,75		

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 14: Potentiel hydrique des eaux souterraines destinées en irrigations**  
**III – 1- 2 Evolution des S a u (ha) les scénarios .Amélioré , .Normalisée , .Optimale (2018-2058)**

Les estimations des surfaces agricoles utilisées sont fondées sur le taux de croissances de chaque commune ; cette estimation montrent que :

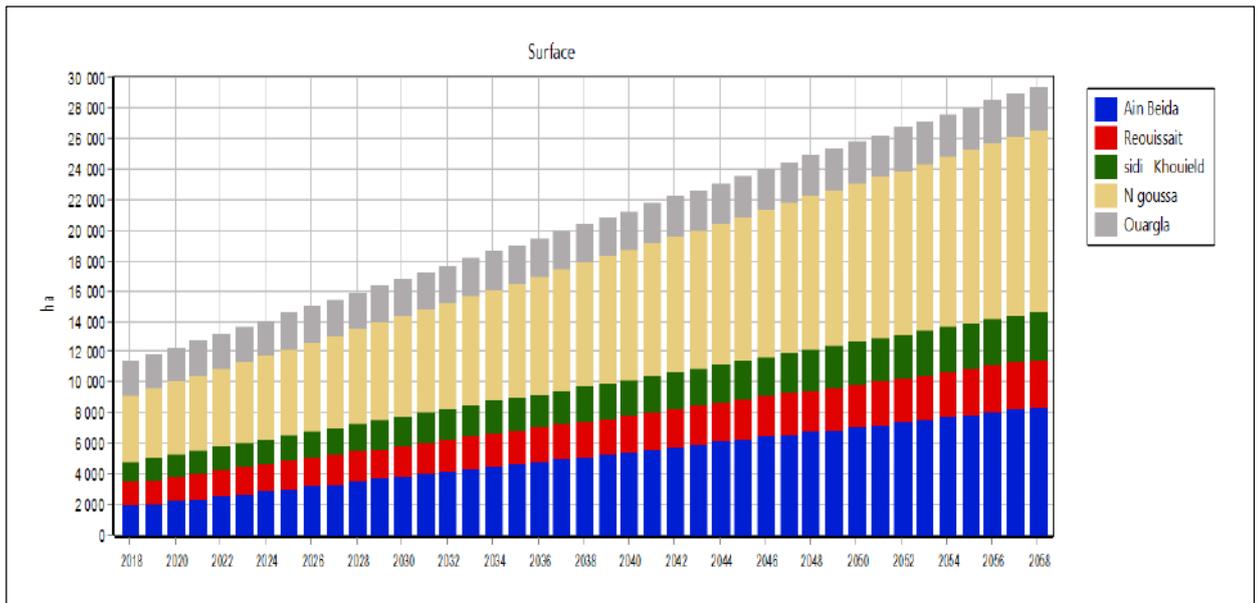
- ✓ une évolution durant la période d'étude (2018- 2058) respectivement (11398,47ha- 29382,79 ha )

Letableau suivant montre les résultats obtenus

**Tableau II.II. 10 : Evolution des S a u (ha) les scénarios .Amélioré, .Normalisée, .Optimale (2018-2058)**

	S a u (ha)	S a u (ha))	S a u (ha)	S a u (ha)	S a u (ha)
Année	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	2162,68	2310,57	2458,46	2606,35	2754,24
Rouissat	1572	1955,63	2339,27	2722,90	3106,54
Ain Beida	1969,89	3592,71	5215,54	6838,37	8461,19
Sidi khwouiled	1368,54	1810,84	2253,15	2695,46	3137,77
N'goussa	4325,36	6224,77	8124,19	10023,61	11923,03
Total	11398,47	15894,55	20390,63	24886,71	29382,79

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 15: Evolution des S a u (ha) (Amélioré, .Normalisée, .Optimale (2018-2058)(  
modèle WEAP)**

**III – 3 – 3 Evolution les volumes de consommation des eaux d'irrigation le scénarios  
.Amélioré**

on appliquons la dotation annule ; elle est de valeur (28000 m<sup>3</sup>/Ha / an) pour les deux ( les scénarios .Amélioré [51] ;

Les résultats obtenues de consommation des eaux d'irrigation sont mentionnées dans le tableau suivant ; On observe que

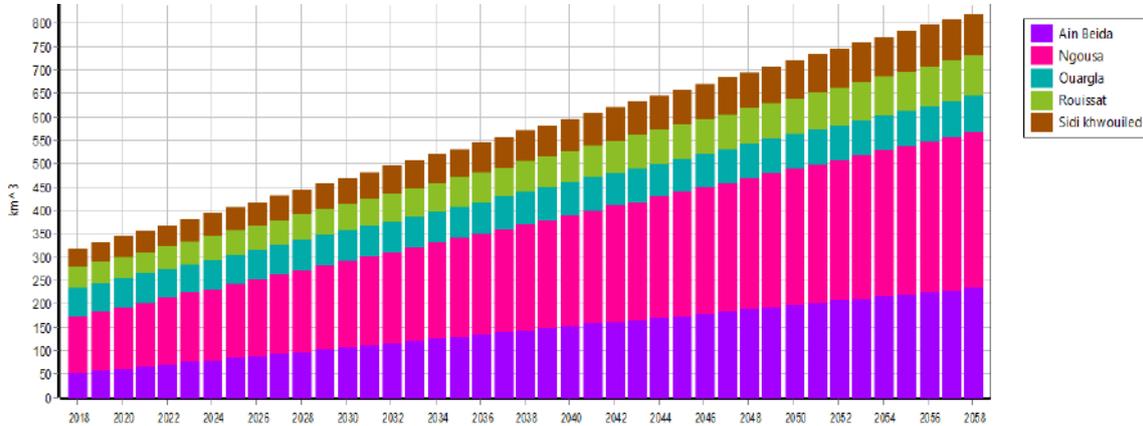
- ✓ les Volumes totales de consommation sont variées entre un volume 319,15 Hm<sup>3</sup> /an en 2018 et en 2058 un volume 822,71 Hm<sup>3</sup> /an
- ✓ tous les volumes de consommation sont dépassent le volume mobilisable

**Tableau II.II. 11: Evolution les volumes de consommation des eaux d'irrigation ( les scénarios .Amélioré**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	33,96	31,11	60,55	64,69	68,83	72,977	77,11
Rouissat	9,22	7,33	44,01	54,757	65,49	76,24	86,98
Ain Beida	19,16	15,55	55,156	100,59	146,03	191,47	236,91

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

Sidi khwouiled	7,58	5,33	38,319	50,70	63,08	75,473	87,85
N'goussa	6,36	3,41	121,11	174,29	227,47	280,66	333,84
Totale	76,306	62,75	319,15	445,04	570,93	696,82	822,71



**Figure II.II. 16 : Evolution les volumes de consommation des eaux d'mitigation le scénarios .Amélioré ( modèle WEAP)**

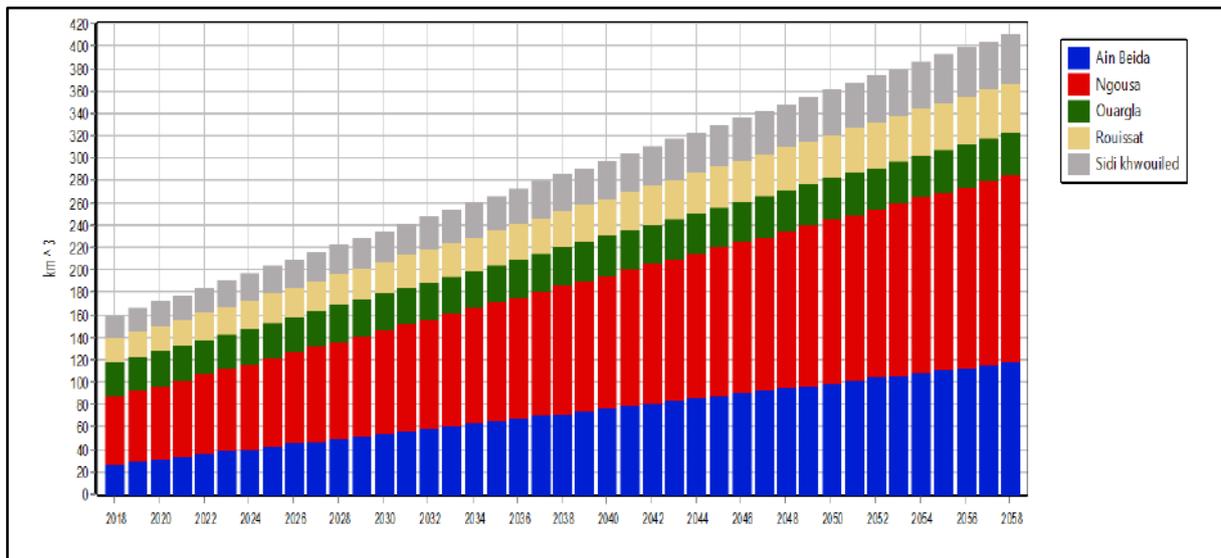
**III – 3 – 3 Evolution les volumes de consommation des eaux d'irrigation de scénario Normalisée**

Le scénario normalisée est basé sur une dotation annule 14000 m3 /Ha / an les valeurs Volumes sont abaissés durant la période de ce scénario 159,57 Hm3 /an en 2018 et 411,35Hm3 /an en 2058[51]

**Tableau II.II. 12 : Evolution les volumes de consommation des eaux d'mitigation de scénario normalisée 2018-2058**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	33,96	31,11	30,27	32,34	34,41	36,48	38,55
Rouissat	9,22	7,33	22,00	27,37	32,74	38,12	43,49
Ain Beida	19,16	15,55	27,57	50,29	73,01	95,73	118,45
Sidi khwouiled	7,58	5,33	19,15	25,35	31,54	37,73	43,92
N'goussa	6,36	3,41	60,55	87,14	113,73	140,33	166,92
Total	76,306	62,75	159,57	222,52	285,46	348,41	411,35

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 17 :Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario normalisée ( modèle WEAP)**

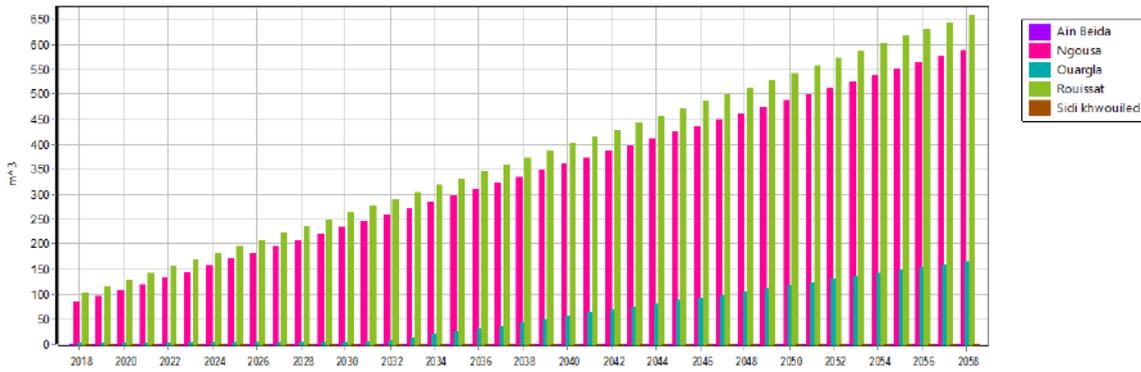
**III – 3 – 6 Evolution les volumes de consommation des eaux d' mitigation de scénario optimal**

Le scénario optimal est basé sur une dotation annuelle 7400 m<sup>3</sup> /Ha / an c'est une proposition entre la valeur 28000 et 14000 m<sup>3</sup>/H /an les valeurs Volumes sont abaissés durant la période de ce scénario 74,22 Hm<sup>3</sup> /an en 2018 et 194,21 Hm<sup>3</sup> /an en 2058[51]

**Tableau II.II. 13: Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario des eaux d' mitigation optimal 2018-2058**

Commune	volume mobilisable Hm <sup>3</sup> /an	Volume exploité Hm <sup>3</sup> /an	2018	2028	2038	2048	2058
Ouargla	33,96	31,11	16,00	17,09	17,09	19,28	20,38
Rouissat	9,22	7,33	<b>11,63</b>	<b>14,47</b>	<b>14,47</b>	<b>20,14</b>	<b>22,98</b>
Ain Beida	19,16	15,55	14,57	<b>26,58</b>	<b>26,58</b>	<b>50,60</b>	<b>62,61</b>
Sidi khwouiled	7,58	5,33	0,0013	0,0018	0,0018	0,0026	0,0031
N'goussa	6,36	3,41	<b>32,00</b>	<b>46,06</b>	<b>46,06</b>	<b>74,17</b>	<b>88,23</b>
Total	76,306	62,75	74,22	104,22	134,21	164,22	194,21

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 18: Evolution les volumes de consommation des eaux de scénario optimal ( modèle WEAP)**

**VI - Les Besoins en eau industrielle :**

la cuvette de Ouargla est équipé par 69 zones industrielles sur avec un potentiel hydrique dirige vers l'utilisation industrielle de l'ordre 0,2051Hm3/an [24], [35] ; elle répartie comme se suit

- ✓ 82.60% dans la commune de Ouargla avec un volume 1825 Hm3/an ;
- ✓ 17.40% présente un volume 0,0225 Hm3/an pour les trois commune Rouissat, Sidi khwouiled et N'goussa

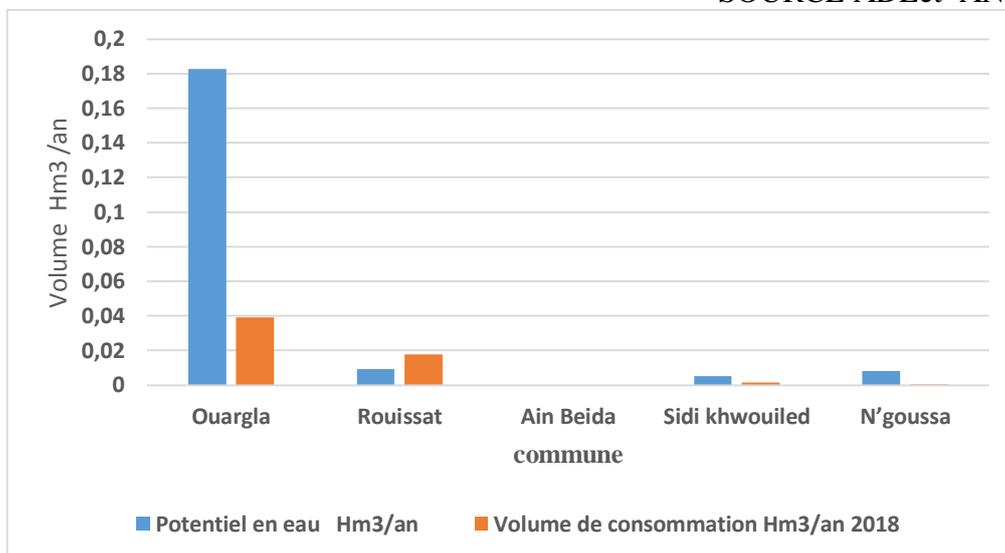
**Tableau II.II. 14: Repartions des zones industrielles , Potentiel hydrique et Volume de consommation industrielle en eau la cuvette de Ouargla 2018**

Commune	Nombre des zones industrielles	Potentiel en eau Hm3/an	Volume de consommation Hm3/an 2018
Ouargla	57	0,1825	0,0391
Rouissat	6	0,0091	0,0178
Ain Beida	//	//	//
Sidi khwouiled	5	0,0051	0,0016

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

N'goussa	1	0,0083	0,0003
Totale	69	0,2051	0,0591

SOURCE ADEet ANRH 2018



**Figure II.II. 19 Repartitions du Potentiel hydrique et Volume de consommation industrielles en eau la cuvette d'ouargla 2018**

**VI- 1 . Perspective de l'évolution demande en eau industrielle 2018- 2058**

Sur la base des données de taux annuel moyen de croissance de l'eau dans le domaine industriel on peut déterminer les besoins en eau industrielle ; dans notre cas le taux est étage de 2 %. [24];[35] Letableau suivant résume les valeurs des besoins en eau de la période 2018- 2058

**Tableau II.II. 15: les valeurs des besoins en eau industrielle de la période 2018- 2058**

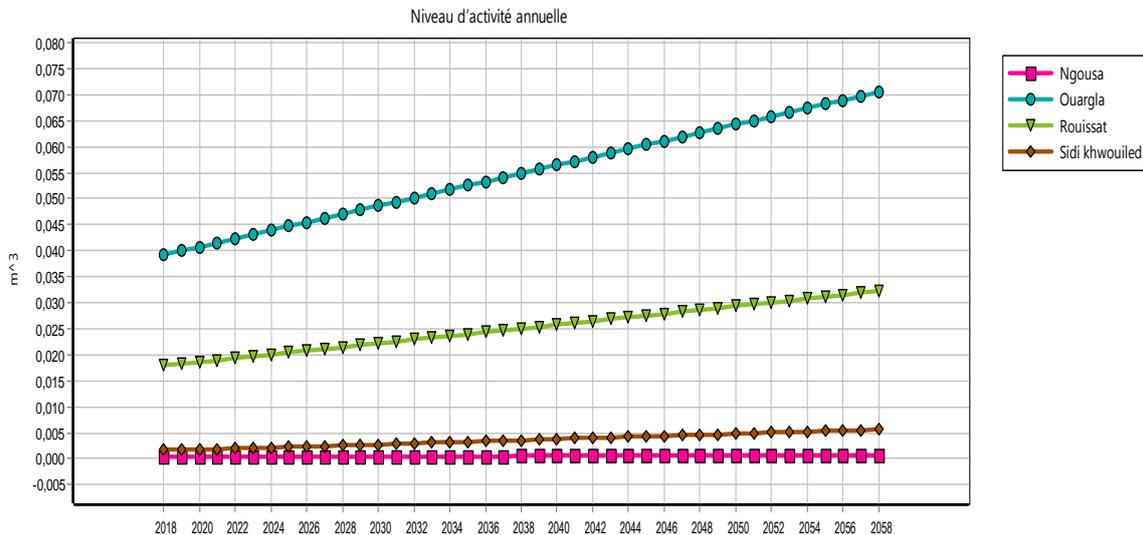
Année	2018	2028	2038	2048	2058
Commune	Besoins (Hm <sup>3</sup> /an)				
Ouargla	0,0391	0,0470	0,0548	0,0627	0,0705
Rouissat	0,0178	0,0214	0,0250	0,0286	0,0321
Ain Beida	//	//	//	//	//
Sidi khwouiled	0,0016	0,00256	0,0035	0,0046	0,0056
N'goussa	0,0003	0,00046	0,0005	0,0006	0,0006
Besoins (Hm <sup>3</sup> /an)	0,0591	0,0715	0,0840	0,0965	0,1090
Potentiel en eau Hm3/an	0,2051	0,2051	0,2051	0,2051	0,2051

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

D'après l'exéma des résultats enlevés :

Les valeurs besoins en eau industrielle dans la cuvette de Ouargla sont variés entre :

- ✓ un faible volume utilisable de 0,0591Hm<sup>3</sup>/an au cours 2018 ,
- ✓ un volume moyennement important de 0,0840Hm<sup>3</sup>/an en 2038 et
- ✓ un volume très important 0,1090 Hm<sup>3</sup>/an en 2058



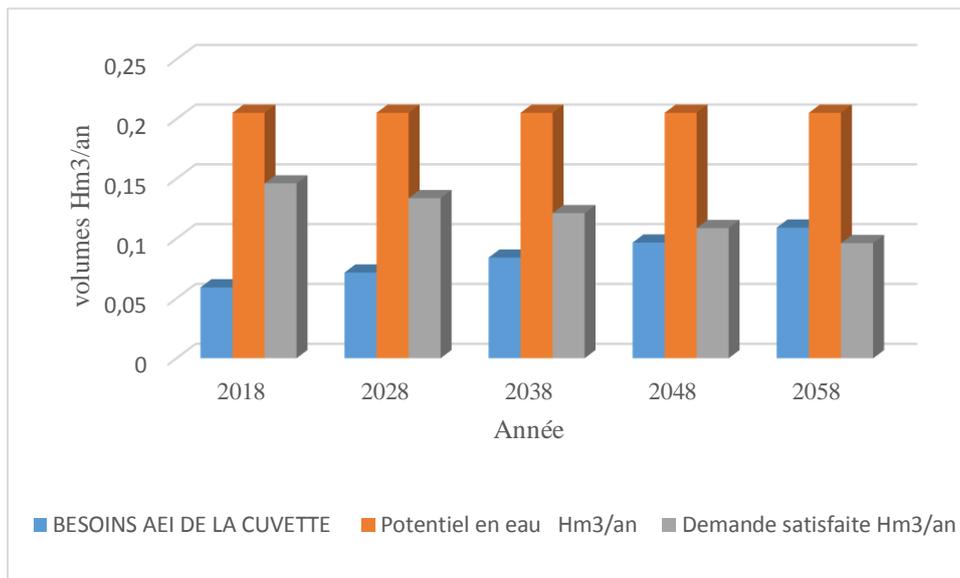
**Figure II.II. 20: Evolution dans le temps des besoins en eau pour l'industrie dans la cuvette d'ouargla 2018- 2058 ( modèle WEAP)**

**VI -2 Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058**

On observe que le volume qui destiné au besoin industrielle est satisfit à court et long terme 2018- 2058 avec un volume (0,0591 ; 0,1090) inférieur au potentiel en eau 0,2051 Hm<sup>3</sup>/an

**Tableau II.II. 16: Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
Cuvette Ouargla Besoins (Hm <sup>3</sup> /an)	0,0591	0,0715	0,0840	0,0965	0,1090
Potentiel en eau Hm <sup>3</sup> /an	0,2051	0,2051	0,2051	0,2051	0,2051
Demande satisfaite Hm <sup>3</sup> /an	0,1459	0,1336	0,1211	0,1085	0,0960



**Figure II.II. 21: Demande non satisfaite (DNS) en eau industrielle 2018- 2058**

**I - Résultats et discussions :**

**I.1- Alimentation eau potable (A E P) :**

Selon le dernière recensement nationale en 2018 la population de la cuvette d'ouargla est de l'ordre 276481habitants ; au cours des années projeté, cette population est élevée ; elle peut dépasser un million d'habitants à l'horizon 2058 (1017503 habitants).

Le potentiel en eau mobilisé en eau potable est estimé 92,41 Hm<sup>3</sup> soit 59,03 % en 2018 de ce potentiel est exploité (54,55 Hm<sup>3</sup>).

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

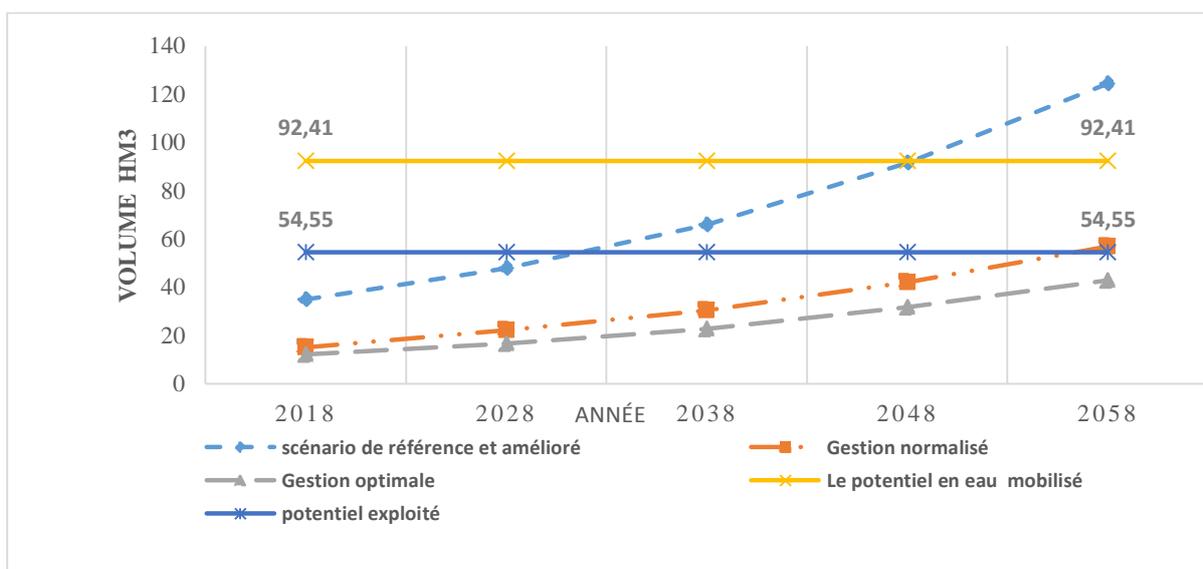
**I. 1. 1 Perspective de l'évolution demande en eau potable des différents Scenarios 2018-2058**

D'après les résultats de l'évolution demande en eau potable obtenue, chaque scénario on observe que :

- ✓ Concernant le scénario de référence et amélioré ; les besoins en AEP sont extrêmement élevé ; elles sont variés entre de 35,01 Hm<sup>3</sup>/an en 2018, et 124,32 Hm<sup>3</sup>/an en 2058 ;
- ✓ Pour scénario normalisé les besoins en AEP sont moyennement considérable 15,13 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 56,81 Hm<sup>3</sup>/an ; dans l' horizon 2058 les besoins en AEP sont dépassées 56,81 Hm<sup>3</sup>/an le volume exploité
- ✓ Alor que le scénario optimale les besoins en AEP sont variées entre 12,10 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 42,99Hm<sup>3</sup>/an ; elles sont inférieur rapport au volume exploité

**Tableau II.II. 17: Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable des différents Scenarios 2018- 2058**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
Population	276481	378121	520706	723537	1017503
Le potentiel en eau mobilisé	92,41	92,41	92,41	92,41	92,41
Le potentiel exploité	54,55	54,55	54,55	54,55	54,55
	Besoins AEP (Hm <sup>3</sup> /an)				
scénario de référence et amélioré	35,01	47,89	65,95	91,63	124,32
Gestion normalisé	15,13	22,12	30,34	41,98	56,81
Gestion optimale	12,10	16,56	22,80	31,69	42,99



**Figure II.II. 22: Perspective des besoins en eau potabe des différents scenarios**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**I.1.2 Demande non satisfaite (DNS) des différents Scenario 2018- 2058 :**

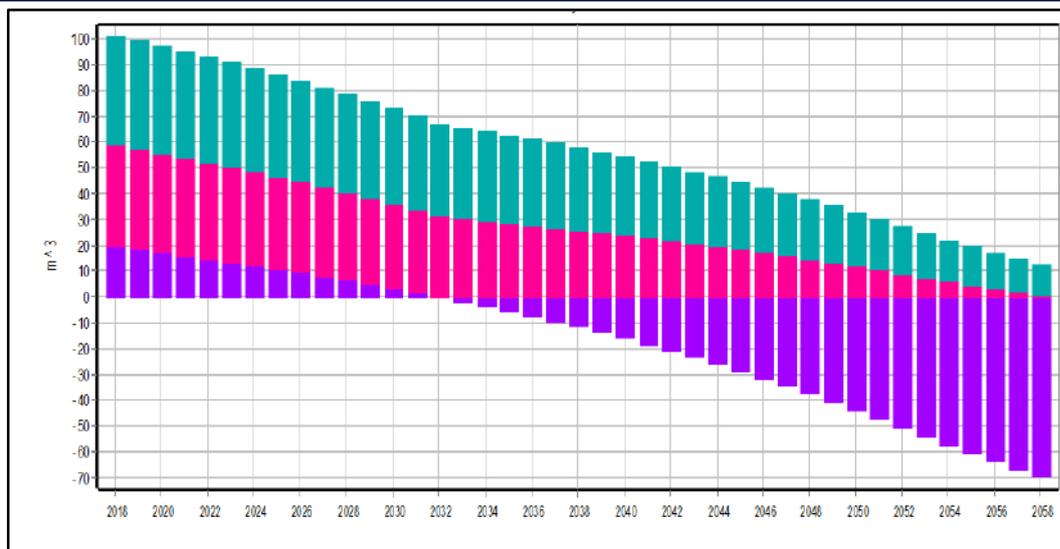
le déficit en eau potable est représenté la demande en eau non satisfaite par rapport les volumes des exploité pour tous les scénarios

- ✓ la demande en eau non satisfaite est bien remarquable dans le scénario de référence à partir de l'année 2038 (-11,40 Hm<sup>3</sup>/an) , 2048 (-37,08 Hm<sup>3</sup>/an ) et 2058 (-69,77Hm<sup>3</sup>/an ) ;
- ✓ La demande en eau est satisfaite pour les deux normalisé et scénario optimale avec une diminution atténuée.

**Tableau II.II. 18 : Demande non satisfaite (DNS) des différents scenario 2018- 2058**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
	Demande non satisfaite (DNS) (Hm <sup>3</sup> /an)				
scénario de référence et amélioré	19,53	6,65	<b>-11,40</b>	<b>-37,08</b>	<b>-69,77</b>
Gestion normalisé	39,41	33,84	26,04	14,93	0,80
Gestion optimale	42,44	37,98	31,74	22,85	11,55

**Remarque :** les valeurs positives montre que un excès de volume d' eau alors que les valeurs négatives présente le manque du volume d'eau



**Figure II.II. 23: Demande non satisfaite (DNS) des différents Scenarios 2018- 2058( modèle WEAP)**

### I. 2 Alimentation en eau d’irrigation (AEA) :

Les principaux facteurs déterminant la consommation d’eau agricole sont la superficie irriguée, le de culture, les conditions climatiques et les techniques d’employées.

Les dotations en eau d’irrigation sont assez variables.[50] ;[51] ;

D’après les donnes de la direction d’agricole et les perspectives 2018- 2058 les surfaces agricoles irriguées sont de l’ordre 11398.47 Ha ,29382.79 Ha

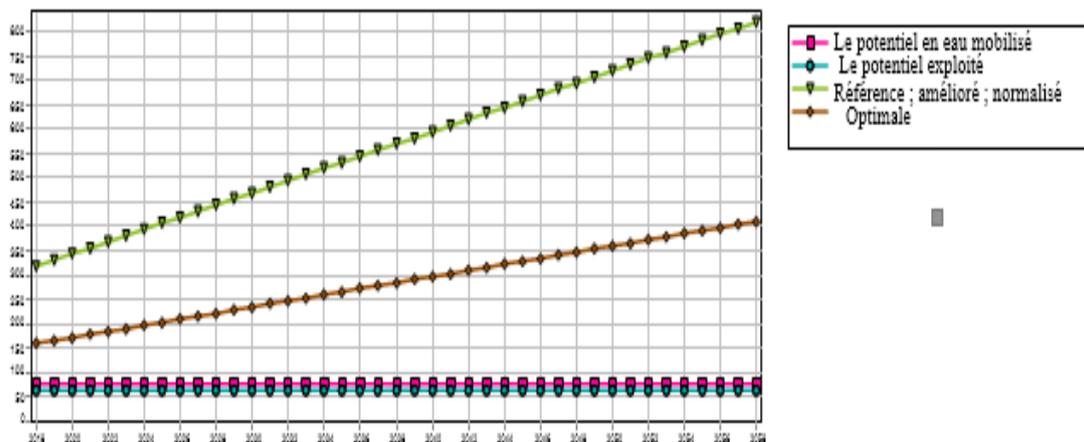
#### I. 2. 1 Perspective de l’évolution demande en eau d’irrigation des différents scenarios 2018- 2058 :

Les résultats besoins en eau d’irrigation sont données comme ce suit :

- ✓ Les besoins en eau varie en 319,15 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 822,71 Hm<sup>3</sup>/an en 2058, pour les deux scénarios de référence, améliorée ; ces dernières se sont des volumes très extrêmement importantes ; elles sont dues leur dotation proposé de ( 28000 m<sup>3</sup>/ha/an ) , [50] ;[51] ;
- ✓ Les besoins en eau sont présentes environ de la moitié besoins en eau de scénarios précédents avec des valeurs entre 159,57 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 411,35 Hm<sup>3</sup>/an en 2058 (dotation proposée : 14000 m<sup>3</sup>/ha/an).
- ✓ Les besoins en eau de scénario optimale sont faibles par rapport entre 74,22 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 194,21 Hm<sup>3</sup>/an en 2058 (dotation proposée : 7400 m<sup>3</sup>/ha/an).

**Tableau II.II. 19: Perspective de l'évolution de la superficie irriguée et de la demande en eau d'irrigation des différents scenario 2018- 2058**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
superficie irriguée (Ha)	11398,47	15894,55	20390,63	24886,71	29382,79
Le potentiel en eau mobilisé Hm3/an	76,306	76,306	76,306	76,306	76,306
Le potentiel exploité Hm3/an	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75
	Besoins (Hm <sup>3</sup> /an)				
Référence ; amélioré ; normalisé	319,15	445,04	570,93	696,82	822,7183
normalisé	159,57	222,52	285,46	348,41	411,35
optimale	74,22	104,22	134,21	164,22	194,21



**Figure II.II. 24: Perspective de l'évolution de la demande en eau d'irrigation des différents Scenario 2018- 2058 (modèle WEAP)**

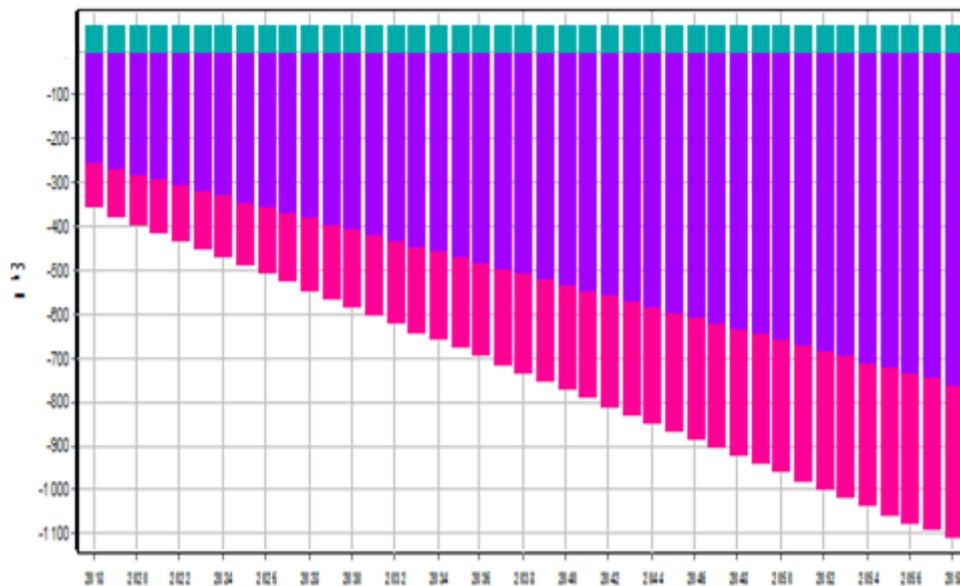
**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**I.2.2 Demande non satisfaite (DNS) en eau d'irrigation des différents Scenarios 2018-2058 :**

D'après la capacité du potentiel d'eau d'irrigation qui est très faible (76,306 Hm<sup>3</sup>/an) par rapport aux demande des besoins en eau agricole

**Tableau II.II. 20: Demande non satisfaite (DNS) en eau d'irrigation des différents scenarios 2018- 2058**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
	Demande non satisfaite (DNS) (Hm <sup>3</sup> /an)				
Le potentiel en eau mobilisé	76,306	76,306	76,306	76,306	76,306
Le potentiel exploité	62,75	62,75	62,75	62,75	62,75
Référence ; amélioré	-256,4	-382,29	-508,18	-634,07	-759,96
normalisé	-96,82	-159,77	-222,71	-285,66	-348,6
optimale	-11,47	-41,47	-71,46	-101,47	-131,46



**Figure II.II. 25: Demande non satisfaite (DNS) en eau d'irrigation des différents scenarios 2018- 2058 ( modèle WEAP)**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**II-Analyses global**

**II . 1 -Evolution des besoins en eau globale des différents Scénarios**

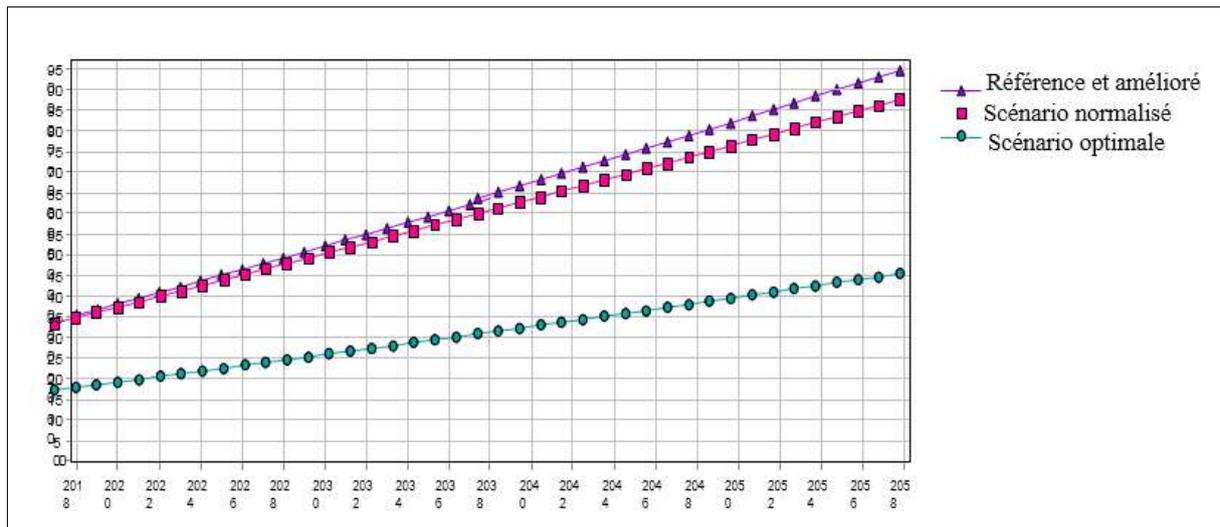
A la lumière des étapes précédente sur les estimations des besoins en eaux et les résultats obtenue par le logiciel WEAP pour tous les secteurs d'eau des différents Scénarios ; on constate que :

- ✓ Les besoins en eaux globale de scénario de référence et amélioré sont estimés entre de 354,21Hm<sup>3</sup>/an pour l'année 2018 peut arriver à 636,96Hm<sup>3</sup>/an en 2038 et 947,14Hm<sup>3</sup>/an en 2058.
- ✓ Le scénario normalisé en 2018 les besoins sont de l'ordre 334,33Hm<sup>3</sup>/an , elles sont marquées par une forte augmentation à l'horizon 2058 ou les besoins arrivent 879,63Mm<sup>3</sup>.
- ✓ scénario optimale est évalué des volumes variable et faible entre 245,94 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et 648,65 Hm<sup>3</sup>/an en 2058

**Tableau II.II. 21: Evolution des besoins en eaux globale des différents Scénarios (2018 - 2058)**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
	Analyses global (AEP +AEA + AEI ) Hm <sup>3</sup> /an				
Le potentiel mobilisé total (AEP +AEA + AEI) Hm <sup>3</sup> /an	92,41 +76,30+ 0,205 = <b>168,92</b>				
scénario de référence et amélioré	354,21	493,00	636,96	788,54	947,14
scénario normalisé	334,33	467,23	601,35	738,89	879,63
scénario optimale	245,94	343,37	442,55	544,41	648,65

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**



**Figure II.II. 26: Evolution des besoins en eau globale des différents Scénarios ( modèle WEAP)**

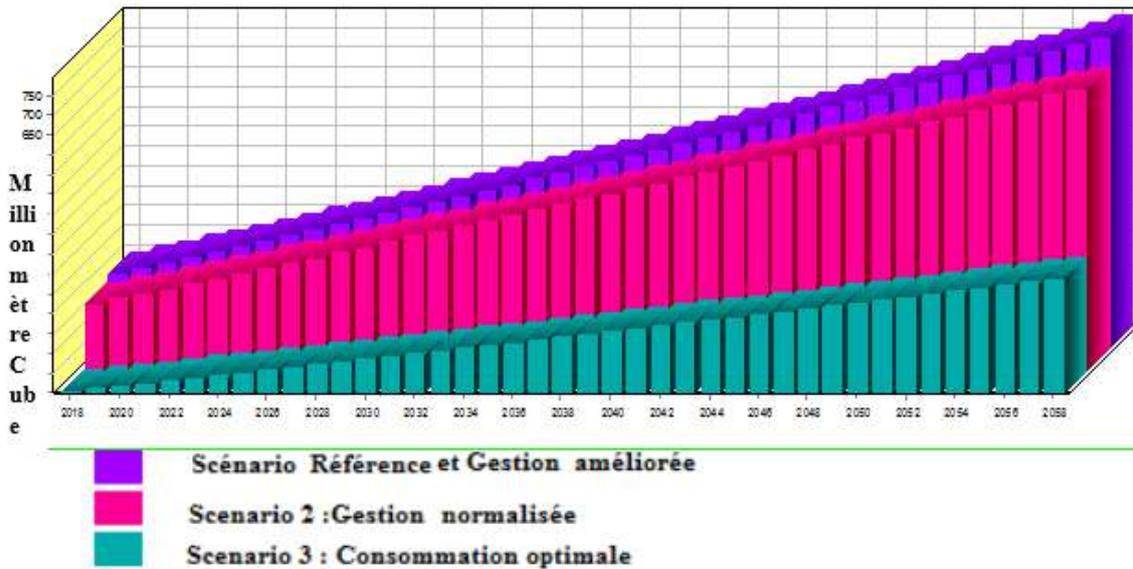
**II .2 . Evolution des besoins en eau non satisfaite globale des différents Scénarios**

Les résultats des besoins en eau non satisfaite récapitulent comme se suit :

- ✓ scénario de référence et amélioré les valeurs sont varié entre (-185,29 Hm<sup>3</sup>/an en 2018- -778,22 Hm<sup>3</sup>/an en 2058)
- ✓ scénario normalisé -165,41 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et -710,71 -778,22 Hm<sup>3</sup>/an en 2058)
- ✓ Scénario optimal -77,02 en Hm<sup>3</sup>/an en 2018 - Hm<sup>3</sup>/an en 2058)

**Tableau II.II. 22: Evolution des besoins en eau non satisfaite globale des différents Scénarios**

Année	2018	2028	2038	2048	2058
	demande en eau non satisfaite globale (AEP +AEA +AEI) Hm <sup>3</sup> /an				
scénario de référence et amélioré DNS Hm <sup>3</sup> /an	-185,29	-324,08	-468,04	-619,62	-778,22
scénario normalisé DNS Hm <sup>3</sup> /an	-165,41	-298,31	-432,43	-569,97	-710,71
Scénario optimal DNS Hm <sup>3</sup> /an	-77,02	-174,45	-273,63	-375,49	-479,73



**Figure II.II. 27: Evolution de la demande en eau non satisfaite globale (AEP +AEA +AEI) Mm3/an**

### II .3 Débits de retour :

Les eaux usées sont dues de l'utilisation des eaux par les secteurs domestique et industriel ; alors elles doivent être traitées avant de rejeter dans la nature ; ou bien elles orientées pour l'utilisation dans secteur agricole.

Dans notre cas ces eaux sont réunies dans les trois stations de traitements (voir le chapitre 2 de partie 1). Dans cette section on s'appuie les estimation de débits de retour vers la nature ( nappe superficielle) de la cuvette d'ouargla .

#### II .3 . 1 .Estimation Débits de retour

Pour l'estimation des débits de retour a la nappe phréatique on appliquant la formule suivante :

$$Q_{\text{ retour}} = Q_{\text{ sd}} - C_{\text{ sd}} - Q_{\text{ step}}$$

$Q_{\text{ retour}}$  : Débit de retour d'un site de demande.

$Q_{\text{ sd}}$  : Débit entrant dans un site de demande.

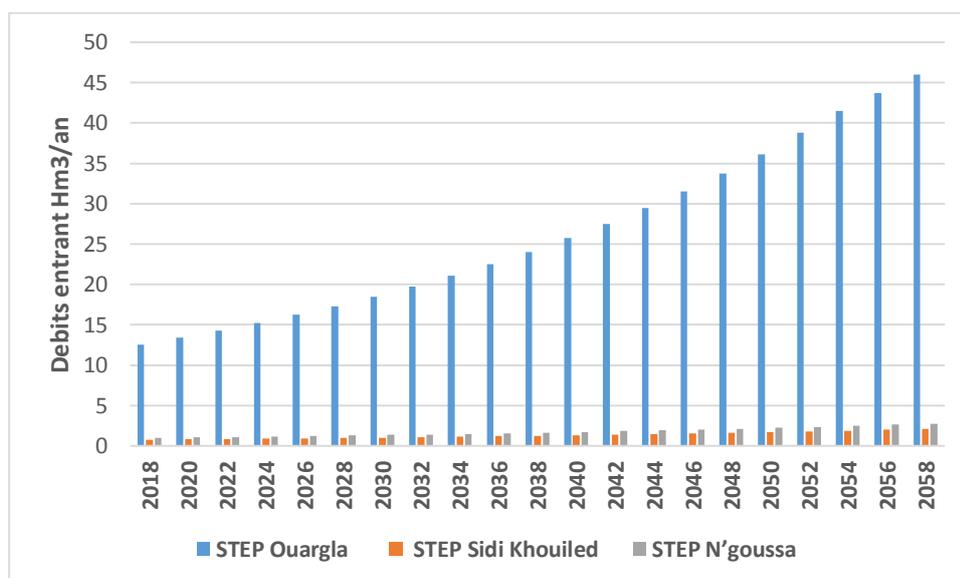
$C_{\text{ sd}}$ : La quantité consommé de chaque site de demande selon l'utilisation

$Q_{\text{ step}}$ : Débit entrant dans les stations d'épuration

D'après les données d'ONA sur le volume journalier et Equivalant habitat on peut estimer le volume entrant dans les stations de la période 2018- 2058 ; le tableau suivant montre les résultats des calculs

**Tableau II.II. 23: Débit entrant dans STEP (Hm<sup>3</sup>/an) 2018 -2058**

	2018	2028	2038	2048	2058
	Débit entrant dans STEP (Hm <sup>3</sup> /an) 2018 -2058				
STEP Ouargla	12,56	17,31	24,04	33,70	45,98
STEP Sidi Khouiled	0,75	0,97	1,25	1,62	2,09
STEP N'goussa	0,98	1,27	1,64	2,13	2,75
<b>Total</b>	<b>14,309</b>	<b>19,56</b>	<b>26,95</b>	<b>37,46</b>	<b>50,83</b>



**Figure II.II. 28: Débit entrant de la cuvette d'ouargla dans STEP (Hm<sup>3</sup>/an) 2018 -2058**

### II.3 . 2 .Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm<sup>3</sup>/an) 2018 -2058

Les résultats des débits de retour à la nappe phréatique sont liés aux paramètres suivant :

- ✓ Volumes d'eaux utilisées par les secteurs,
- ✓ Les catégories de consommateurs (AEP+AEA+AEI) et
- ✓ Les volumes traités sortant.

Ces trois paramétrés sont augmentés progressivement en fonction de temps d'évolution

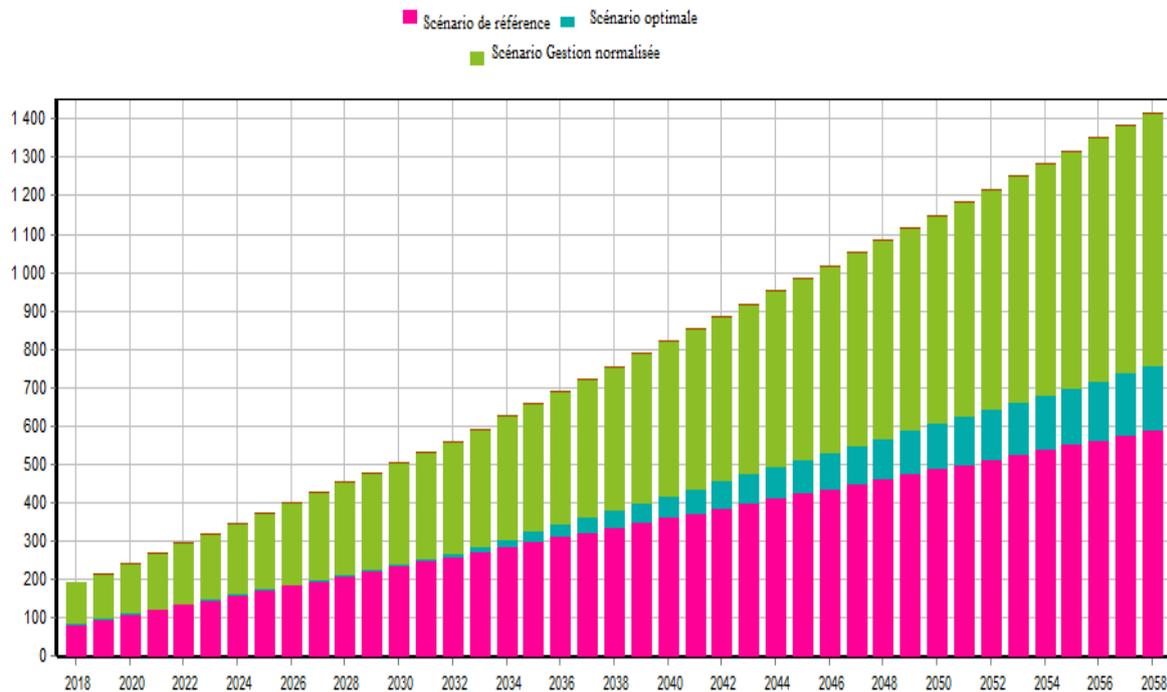
On remarque que :

- ✓ Scénario de référence et améliorée variation long de la période avec une variation très important 119,60Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et en 2058 s'étendre -6,23Hm<sup>3</sup>/an
- ✓ Scénario Gestion normalisée une diminution de volume 139,48Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et en 2058 64,34Hm<sup>3</sup>/an
- ✓ Scénario optimale 142 ,51 Hm<sup>3</sup>/an en 2018 et en 2058 75,09Hm<sup>3</sup>/an

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**Tableau II.II. 24: Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm<sup>3</sup>/an) 2018 -2058**

		2018	2028	2038	2048	2058
Débit entrant dans un site de demande (AEP+AEA+AEI)	Q sd	168,92	168,92	168,92	168,92	168,92
Débit entrant dans les stations d'épuration	Q step	14,30	19,56	26,95	37,46	50,83
La quantité consommé AEP :						
Scénario de référence et améliorée	C sd	35,01	47,89	65,95	91,63	124,32
Scénario Gestion normalisée	C sd	15,13	20,70	28,50	39,61	53,74
Scénario optimale	C sd	12,10	16,56	22,80	31,69	42,99
Débit de retour = Q sd – C sd –Q step						
Scénario de référence et améliorée	Q retour	119,60	101,47	76,02	39,82	-6,23
Scénario Gestion normalisée	Q retour	139,48	128,66	113,46	91,85	64,34
Scénario optimale	Q retour	142,51	132,80	119,16	99,77	75,09



**Figure II.II. 29: Évolution des débits de retour pour différents scénarios (Hm<sup>3</sup>/an) 2018 -2058**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**III - Développement durable :**

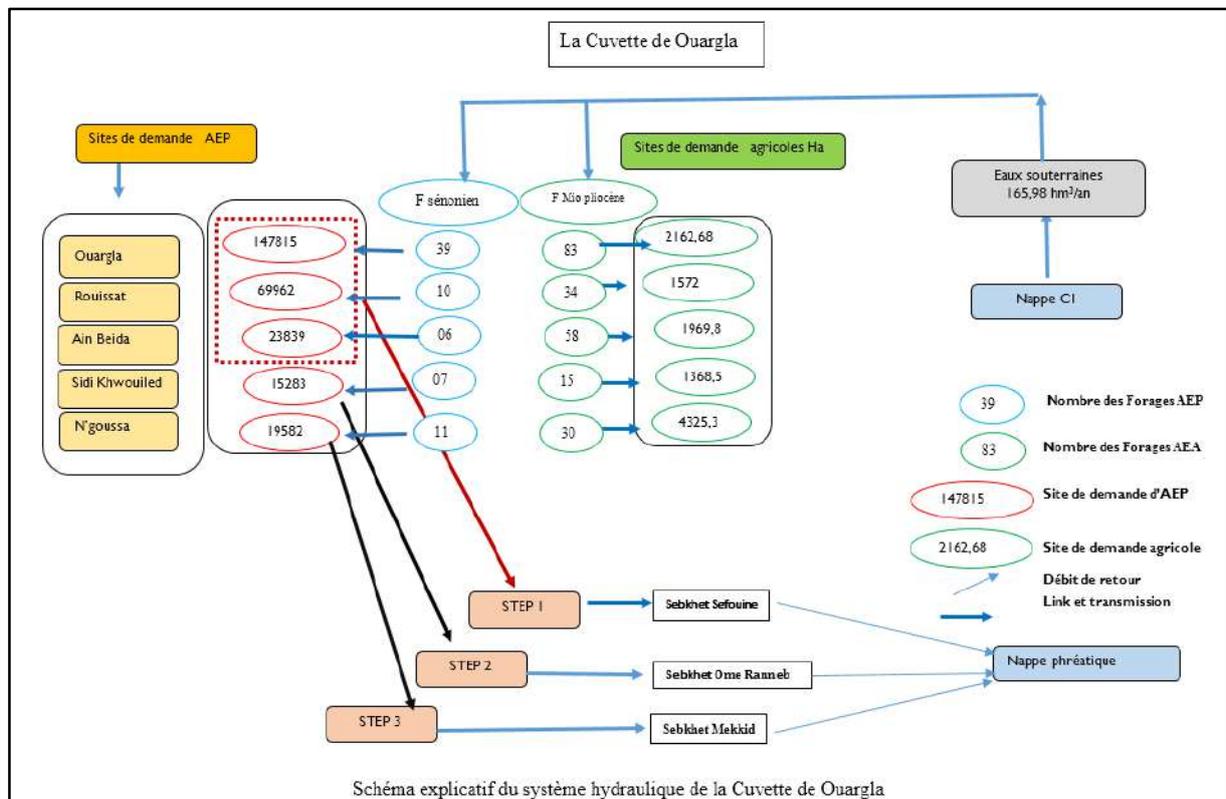
La liaison entre les acteurs de gestion d'une source de consommation et avec leurs acteurs socioéconomique principale. Ils sont considérés comme les clés du développement durable de chaque pays

Pour relever ce défi cela nécessite une coordination entre tous les éléments suivants dans la fourniture de moyens et de capacités, ainsi que des décisions qui travaillent pour réguler et rationaliser la consommation d'eau, en plus d'une prise de conscience sociale afin de contribuer à atteindre la suffisance quantitative et qualitative

**III – 1 Actions pour Développement durable**

**III – 1 -1 Diminution taux consommation en eau pour différents secteurs**

D'après l'analyse précédente de logiciel de WEAP montre que les meilleurs dotations qui donnent un taux de consommation raisonnable et adapté aux potentiels hydrauliques mobilisés à court ; moyen et long terme pour les différents secteurs de consommation (AEP ; AEA) ; dans le scénario optimale ;



**Figure II.II. 30: Représentation les différents acteurs socioéconomique de consommation des eaux**

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II Gestion et planification des ressources en eau**

**l'analyse des résultats de scénario optimal :**

Afin de prouver que le scénario optimale est efficace et attendes la suffisance quantitative en eau ; nous avons examinées résultats par un logiciel statistique

Cette analyse est basée sur sept (07) variables qui sont les suivant :

Volume mobilisée ; volume exploité ; population ; surface agricole irriguée ; volume de besoins de consommation ; et débit entrant dans la nappe .

Les résultats montrent que : tous les variables sont corrélés positivement

**Tableau II.II. 25: les corrélations entes les éléments de consommation**

	V MOB	V EXP	BES	Pop	Nb F	SAU	Débit entrant 2018
V MOB	1,000						
V EXP	0,980	1,000					
BES	0,984	0,977	1,000				
Pop	0,984	0,886	0,935	1,000			
Nb F	0,875	0,934	0,933	0,933	1,000		
SAU	0,930	0,980	0,977	0,977	0,980	1,000	
Débit entrant 2018	0,930	0,980	0,977	0,977	0,980	0,933	1,000

**III – 1 -2 Préservation de la qualité des eaux consommation :**

L'un des facteurs les plus importants du développement durable est protection et le maintien de la qualité des eaux utilisés ; a fin de préserver la santé de consommateurs ;

Parmi les problèmes rencontrés de la qualité des eaux est la salinité que soit pour consommation domestique ou bien agricoles ; elle due de la concentration très enlevés des ions majeurs dans l'eau ; dans notre cas nous avons confirmés que cette salinité est causée par l'excès des ions

✓ **l'analyse des résultats des chimiques :**

A la base des données chimiques précédentes ; nous nous sommes traités ces données par les corrélations entre les concentrations éléments chimiques et la salinité pour les deux nappes ; on s'appuyées sur 08 variables ; à partir des résultats obtenus on observe que cette salinité est corrélé positivement avec les autres ;

**Partie II : Gestion quantitative et qualitative de l'eau la cuvette d'ouargla**  
**Chapitre II      Gestion et planification des ressources en eau**

---

**Tableau II.II. 26: les corrélations entes les éléments chimique et la salinité**

	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>--4</sup>	HCO <sup>-3</sup>	PH	S p
Ca <sup>++</sup>	1,00							
Mg <sup>++</sup>	0,50*	1,00						
Na <sup>+</sup>	0,70*	0,77*	1,00					
Cl <sup>-</sup>	0,81*	0,78*	0,92*	1,00				
SO <sup>--4</sup>	0,64*	0,76*	0,90*	0,83*	1,00			
HCO <sup>-3</sup>	0,28	0,27	0,15	0,27	0,16	1,00		
PH	0,17	-0,24	-0,03	0,05	-0,18	0,03	1,00	
S p	0,80*	0,79*	0,93*	0,97*	0,90*	0,31	-0,03	1,00

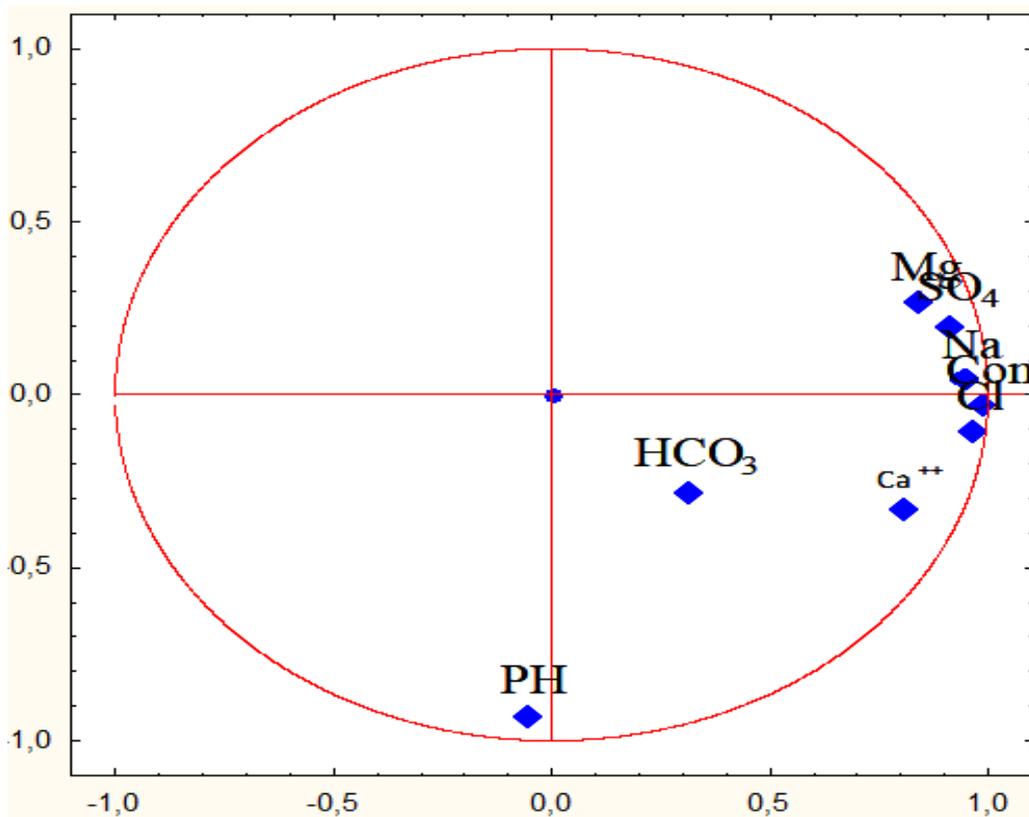


Fig II.II. 31: Représentations de la corrélation entre les éléments chimiques et la salinité

### III – 1 -3 : les décisions des autorités et sensibilisation des sociétés civile :

- ✓ Rectification de l'eau destinée à la consommation humaine ainsi qu'à l'irrigation
- ✓ Installation de compteurs de puits agricoles pour contrôler (les débits ; durée et le volume de consommations)
- ✓ Surveillance le réseau d'adduction d'eau ainsi que les fuites le système d'assainissement,
- ✓ Contrôles de niveau de la nappe superficielle
- ✓ Sensibilisation la société civile que l'eau est le pouvoir du développement durable pour la génération future.

#### **II.4 Conclusion**

Le modèle WEAP qui on appliquant sur la cuvette d'ouargla ; Nous permettons d'analyser les différents scénarios proposés ; il est basée sur les acteurs principales des besoins en eau des différents secteurs (EAP ; AEA et AEI) sur une période de (40 ans) de 2018-2058

Pour atteindre à nous objective d'étude, on s' appuyés sur les données collectées de différents services d'eau tel que ADE, ONA ... ; ou l'année 2018 est l'année de base de scénario référence et on propose trois autres scénarios de gestion de l'eau (amélioré ; normalisé ; optimale)

La demande et l'offre en eau sont affectées par l'évolution socio-économique qu'il est liées aux le taux croissance population ; l'augmentation des taux de croissance surfaces agricoles irriguées, la dotation journalières pour les différents secteurs (AEP ; AEA et AEI) ainsi que la disponibilité de l'eau.

A la fin ; on conclue que la demande en eau croître d'une façon importante au cours de la période d'étude aux secteurs domestique, industrielle et le secteur de l'agriculture, ce dernier qui est le plus important consommateur d'eau.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale :

L'eau est élément vitale de notre vie ; elle représente un élément indispensable pour la vie et l'équilibre de l'individu. Et aussi un facteur majeur de développements socio-économiques d'un pays.

Notre objectives de cette étude est de connaitre de la gestion quantitative et qualitative de l'eau de la cuvette de Ouargla, nous a permis d'aborder trois questions importantes dans l'analyse

1. La première question concerne le Cadre physique du La cuvette d'ouargla ;
2. La seconde question le diagnostic de l'état de la qualité des eaux et
3. La troisième s'intéresse de l'utilisation d'un logiciel pour estimer les besoins en eau et les perspectives des différents secteurs de consommation (AEP ; AEA et AEI) a l'aide de proposition trois scénarios

Notre région d'étude située dans la partie basse au Nord-Est du grand erg oriental. Elle a une superficie de 1268200 Hectare ;

- ✓ L'étude géologie et lithologique de la cuvette d'ouargla est connu par des terrains d'âge \*Barrémien\*jusqu'au\*mio-pliocène\*. Ces terrains sont recouverts par des formations sédimentaire d'âge \*quaternaires\*
- ✓ La cuvette d'Ouargla est distinguée par un climat hyperaride (type désertique), marquée avec une valeur moyenne annuelle de précipitations de l'ordre 36.82 mm, et par des températures très élevées présente une moyenne 31.09 °C
- ✓ L'étude hydrogéologique, nous permis de distinguer trois unités aquifères principales. de bas en haut comme se suit :
  - \*continentales intercalaires
  - \*complexe terminale
  - \*nappes phréatiques du quaternaires
  - L'interprétation des cartes piézométriques qui ont réalisés a partite des donnes des 32 piézomètres implantés dans la \*nappes phréatiques de la cuvette d'ouargla et 25 forages de la \*nappe sénonien ( CT ) 2008 et 2018 montre que :
  - Le sens d'écoulement des eaux est orienté de sud-ouest vers le nord pour les deux nappes (phréatique ; sénonien)

## Conclusion générale

---

- ✓ L'approche qualitative des eaux souterraines est appuyée sur les paramètres physicochimiques pour les deux nappes (mio-pliocène ; sénonien) ,a partir des analyses chimiques des eaux souterraines ; nous avons conclu ce qui suit
  - Les ions dominants dans les deux nappes (Mio- pliocène, Sénonien) sont le plus souvent les chlorures et les sulfates parmi les anions et le Sodium et le calcium parmi les cations. Cette dominance montre les faciès chimiques des eaux suivantes.
    - \*La nappe Mio- pliocène 92,85 des échantillons ont un faciès chimique chloruré sodique et 7,14% des échantillons ont un faciès chimique sulfaté sodique
    - \*La nappe Sénonien 93,33 % des forages ont un faciès chimique chloruré sodique, 6,66 % des forages ont un faciès chimique chloruré calcique.
  - Les résultats d'analyses des différents éléments chimiques dépassent la norme de potabilité de l'OMS et de l'Algérie. elle provoque une eau à forte salinité
- ✓ L'étude quantitative est basée sur le modèle WEAP appliqué sur la cuvette de Ouargla permet d'analyser les différents scénarios de gestion des besoins en l'eau des différents consommateurs (AEP ; AEA et AEI) sur une période 2018-2058 ; le modèle WEAP a été appliqué pour estimer la demande et l'offre en eau et les impacts de l'évolution socio-économique de notre zone ; il est basé sur les points suivants
  - \*le taux de croissance de la population ;
  - \* l'augmentation des surfaces agricoles irriguées
  - \*la dotation journalière pour les différents secteurs ( AEP ; AEA et AEI)
- ✓ Les résultats obtenus montrent qu'un accroissement des besoins en eau pour tous les scénarios,
  - scénario de référence et amélioré de 354,21Hm<sup>3</sup>/an pour l'année 2018 peut arriver à 636,96Hm<sup>3</sup>/an en 2038 et 947,14Hm<sup>3</sup>/an en 2058,
  - ✓ scénario normalisé en 2018 les besoins sont de l'ordre 334,33Hm<sup>3</sup>/an, elles sont marquées par une forte augmentation à l'horizon 2058 où les besoins arrivent à 879,63Mm<sup>3</sup>.
  - ✓ le scénario de consommation optimale, présente des valeurs entre 171,72Hm<sup>3</sup>/an en 2018 à 454,44Hm<sup>3</sup>/an en 2058.

## Conclusion générale

---

L'abaissement est bien distingué de la demande en eau pour ce dernier scénario provient de la dotation moyenne adaptée pour l'eau potable (120 l/hab./j)

- ✓ Les résultats de la demande non satisfaite pour les différents sites de demande au cours de la période de d'étude de 2018 à 2058 montrent que :
- le scénario de référence et amélioré le scénario consommation normalisée : un grand déficit a été observé avec des valeurs [ (184,88; 777,80) ;( 165,00; 707,22) ] Hm<sup>3</sup>/an
- scénario Gestion optimale : un faible déficit marqué par des faibles valeurs. elle varié entre 2,39 Mm<sup>3</sup> /an l'année 2018 et 285,11 Hm<sup>3</sup>/an l'année 2058

# **ANNEXE**

## Fiche Technique Des Stations De Lagunage Aéré STEP OUARGLA

### I- DONNEES GENERALES DE LA STATION STEP OUARGLA

Nom de la station de lagunage	STEP OUARGLA		
Commune	OUARGLA		
Wilaya	OUARGLA		
Localités concernées par le traitement	C.Ouargla.-C. Rouissat. -C.Ain baida		
Superficie de l'assiette			
Milieu récepteur	Sebkhet Sefioune		
Procédé de traitement	Lagunage Aère		
Capacité de la station	400000	<b>EQH</b>	57000 <b>m<sup>3</sup>/j</b>
Nature des eaux brutes	Domestique		
Le dispositif d'assainissement de la ville est de type			
Alimentation en eau usée	Par 05 Stations de refoulement		
Impact de réalisation de la station	Lutte contre la remonté des eaux		
Groupement de réalisation			
- Génie civil	DYWIDAC		
- Equipements	STRAGAG		
Date de mise en service de la station	2008		
Date de transfert de la station à l'ONA	2010		

Liste de forages

COMMUNE	Numero de forage	X	Y
N'Goussa	F210	712976	3553915
N'Goussa	F212	714527	3555376
N'Goussa	F213	715402	3555038
N'Goussa	F215	715424	3556572
N'Goussa	F217	714786	3557122
N'Goussa	F218	719002	3556268
N'Goussa	F221	717154	3570195
N'Goussa	F222	719472	3572152
N'Goussa	F223	721650	3573704
N'Goussa	F224	728433	3580717
N'Goussa	F225	728798	3581817
N'Goussa	F227	716885	3559335
N'Goussa	F229	717118	3557918
Sidi_Khouiled	F89	730095	3540281
Sidi_Khouiled	F90	729051	3542324
Sidi_Khouiled	F91	727984	3543181
Sidi_Khouiled	F93	724693	3551107
Sidi_Khouiled	F94	721994	3548482
Sidi_Khouiled	F95	721136	3548453
Sidi_Khouiled	F97	720870	3549841
Sidi_Khouiled	F98	719830	3550021
Sidi_Khouiled	F100	728135	3540438
Sidi_Khouiled	F101	728623	3540767
Sidi_Khouiled	F102	719851	3549185
Rouissat	F108	722453	3535889
Rouissat	F109	723093	3535833
Rouissat	F110	722827	3535330
Rouissat	F111	723204	3535902
Rouissat	F112	723582	3535739
Rouissat	F113	722645	3536261
Rouissat	F120	724454	3535678
Rouissat	F121	723684	3535171
Rouissat	F122	723723	3535312
Rouissat	F123	723392	3534864
Rouissat	F125	722493	3536785
Rouissat	F126	722490	3530716
Rouissat	F130	723905	3522580
Rouissat	F131	722659	3530068
Ain_Beida	F150	723653	3540934
Ain_Beida	F155	725005	3536784

Ain_Beida	F156	725077	3536417
Ain_Beida	F157	725492	3536253
Ain_Beida	F161	723383	3537835
Ain_Beida	F163	723727	3536962
Ain_Beida	F165	724297	3536648
Ain_Beida	F166	725840	3537408
Ain_Beida	F169	725814	3537890
Ain_Beida	F171	726258	3537662
Ouargla	F1	715669	3539932
Ouargla	F2	716471	3540534
Ouargla	F3	717059	3536212
Ouargla	F5	716603	3541797
Ouargla	F8	716888	3536698
Ouargla	F9	716653	3541407
Ouargla	F11	717707	3536708
Ouargla	F13	718387	3537217
Ouargla	F14	717631	3537390
Ouargla	F15	717177	3537402
Ouargla	F16	717343	3537766
Ouargla	F17	717392	3538005
Ouargla	F18	717529	3538487
Ouargla	F19	718074	3538596
Ouargla	F23	718972	3538435
Ouargla	F24	719260	3538953
Ouargla	F25	719395	3539828
Ouargla	F26	719626	3540066
Ouargla	F27	719792	3540031
Ouargla	F28	719323	3539435
Ouargla	F29	719120	3540148
Ouargla	F30	718886	3540688

# Références

	<b>Références bibliographiques</b>
[1]	<b>G W P(2008 )</b> Global Water Partnership Partenariat mondial de l'eau Drottningatan 33 SE-111 51 Stockholm, SWED Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin
[2]	<b>P M E (2000)</b> Partenariat Mondial de l'Eau Rapport 2000
[3]	Décret n° 05-12 du 9 janvier 2005
[4]	<b>SAKAA .B, (2013):</b> The use of Artificial Neural Networks in the modeling of socioeconomic category of Integrated Water Resources Management (Case study: Saf-Saf River Basin, North East of Algeria). Arabian Journal of Geosciences, Volume 6, Issue 10, pp 3969–3978
[5]	<b>REMINE B,2013:</b> Scaling of the potable water network of the Touggourt city (Algeria). Desalination and Water Treatment, Volume 52, Issue 22-24, pages 4170-4173
[6]	<b>OULD BABA SY.M 2005 :</b> RECHARGE ET PALEORECHARGE DU SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL, thèse de doctorat, UNIVERSITE DE TUNIS EL MANAR
[7]	<b>BENGUERGOURA LARADJ S.(,2013.)</b> The releases of wastewater in the Oued Righvalley:the palm groves in decline. Desalination and Water Treatment, Volume 52, Issue 10-12, pages 2187-2192 .
[8]	<b>BURTON J, (2001 )</b> La gestion intégrée des ressources en eau par bassin : manuel de formation », Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie, 2001.
[9]	<b>GHALEB F.,ABBAS F.,(2014.)</b> Water Environment in the Coastal Basins of Syria – Assessing the Impacts of theWater. Environ. Process. Volume 1, Issue 4, pp 533–552.
[10]	<b>BOUKLIA-HASSANE R., DJILALI Y., EL-BARI TIDJANIA A.,2014:</b> Prospects for a larger integration of the waterresources system using WEAP model: a case study of Oran province, Desalination and Water Treatment, Volume 57, Issue 13, March 2016, pages 5971-5980.
[11]	CONRAD. G., et FONTES J. C. (1972) : Circulations, aires et périodes de recharge dans les nappes aquifères du Nord-Ouest Saharien : données isotopiques ( <sup>18</sup> O, <sup>13</sup> C, <sup>14</sup> C). CRAS, 275, 165-163.253
[12]	CONRAD. G., et FONTES J.C. (1970) : Hydrologie isotopique du Sahara Nord-Occidental. "Isotope Hydrology 1970", A.I.E.A., Proceed. Symp. Vienne (1970) 405-419.
[13]	CONRAD. G. et OLIVE. P. (1972) : Premières données sur les teneurs en tritium des nappes aquifères du Sahara nord-occidental et central (Algérie) ; conséquences hydrogéologiques. C.R. Acad. Sc.Paris, 274, 2019-2022.
[14]	CONRAD. G., MARCE. A., OLIVE. PH. (1975). Mise en évidence par le tritium, de la recharge actuelle des nappes libres de la zone aride saharienne (Algérie) Journ. Hydrol., 27, 207-224.
[15]	CORNET. A. (1961). Initiation à l'hydrogéologie saharienne. Cours rénoté destiné aux officiers du cours préparatoire aux Affaires sahariennes. S.E.S. Birmandreis, Alger, 108p.
[16]	DUBIEF.J. (1953). Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. S.E.S., Alger, 457p.
[17]	DUBIEF. J. (1963). Le climat du Sahara. Mém. Hors série. Ins. Rech. Sahar., 2, 275p.
[18]	DUBOST. D. (1992). Aridité, agriculture et développement: cas des oasis algérienne. Sécheresse, 3, 85-96.
[19]	EATON F. M.(1950). Significance of carbonates in irrigation waters, Soil Sci., 69, p123-133.
[11]	EDMUNDS WM, Shand P, Guendouz A, Moulla AS, Mamou A,Zouari K (1997) Recharge characteristics and groundwater quality of the Grand Erg Oriental basin, final report. EC(Avicenne) contract CT93AVI0015, BGS Tech Rep WD/97/46R Hydrogeol Ser

[20]	<i>ROUVILLOIS-B.</i> ( 1975) Oasis du Sahara algérien, éd. IGN, Paris,. <i>SABINE JOSSIFORT</i> , Les villes nouvelles d'Algérie, in: Urbanisme, N°311, mars/avril
[21]	<b>D.P</b> , (2018 ) Direction de planification de Ouargla
[22]	<b>UNESCO</b> , (1972). thèses doctorat Nappedecontinental intercalaire. Modèle mathématique. Paris.
[20]	<b>CORNET. A., et GOUSCOV.N.</b> (1952). Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien (nappe dite « albien »). In « La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie » XIXème congrès géologique international T.II, 30p
[21]	<b>ALIEVM.</b> (1972).Structuresgéologiquesetperspectivesenpétroleetengazà l'algérien. (Tome1) SONATRACH-Alger, 275p
[22]	<b>FABRE. J.</b> (1976). Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. SNED, Alger, 421p.
[23]	<b>GUENDOOUZ et al, 1992 ; EDMUND et al, 2003 ; GUENDOOUZ et al, 2003</b> ). Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla. Rapport N° 1, 65p. Rapport N°2, 30p.
[24]	<b>BUSSON. G.</b> (1970) : Le Mésozoïque saharien. 2ème partie : Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. Edit., Paris, « Centre Rech. Zones Arides », Géol., 11, 811p. Ed. C.N.R.S
[28]	<b>KARPOFF R.</b> ( 1952) Quelques exemples de tectonique récente dans le Bas-Sahara. C.R. S.G.F., 1952, 23 Juin, p. 245
[29]	<b>VALLES. V.</b> (1987). Etude et modélisation des transferts d'eau et de sel dans un sol argileux. Application au calcul de doses d'irrigation, Sci. Géol. Mém., 79, 148 p.
[30]	<b>VAN BEEK. G.G.E., VAN BREEMEN. N.</b> (1973). The alkalinity of alkali soils, Soil Sci., 24, 129-136.
[31]	<b>WEC</b> , (2007). La géologie pétrolière de l'Algérie. In Sonatrach – Schlumberger Well Evaluation Conference - Algérie 2007, p. 1.6 – 1.8, Édité par Schlumberger, 2007.
[32]	<b>DUTIL</b> , (1971) Contribution à l'étude des sols et des paléosols du sahara, Thèse, Doct d'état, Faculté des sciences de l'université de Strasbourg, 346 p.
[33]	<b>(IDDER, 1998)</b> La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérien. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiation proposées. L'exemple de Ouargla. Thèse Doctorat., Université d'Angers, 284p
[34]	<b>KHADHRAOUI,A</b> (2007) Eau et impact environnemental dans le Sahara Algérien Définition - Evaluation et Perspectives de développement: 1059-2007 - ISBN : 978 -9961-797-05-01
[35]	<b>D S A 2018</b> , La Direction Des Services Agricoles
[36]	<b>A.N.R.H.</b> :(2018). Agence nationale des ressources hydrique Données climatiques, données des surs forges et Les analyses chimiques delawilayadeOuargla
[37]	INC, (1960). Carte topographique de Ouargla 1/250 000, Institut National de Cartographie <b>KILIAN. C.</b> (1931).Les principaux complexes continentaux du Sahara. C.R. Soc. Géol. Fr. Paris,
[38]	<b>DUBIEF. J.</b> (1963). Le climat du Sahara. Mém. Hors série. Ins. Rech. Sahar., 2, 275p.
[39]	<b>DUBOST. D.</b> (1992). Aridité, agriculture et développement: cas des oasis algérienne. Sécheresse, 3, 85-96
[40]	<b>ABH (2018)</b> Agence de bassins hydrographique

[41]	<b>OULD BABA SY.M.(2005)</b> Recharge et paléo recharge du système aquifère du Sahara septentrional. Thèse de Doctorat en Géologie. Faculté des Sciences de Tunis. Tunisian. 277p
[42]	<b>CONRAD. G., MARCE. A., OLIVE. PH. (1975).</b> Mise en évidence par le tritium, de la recharge actuelle des nappes libres de la zone aride saharienne (Algérie) Journ. Hydrol., 27, 207-224
[43]	<b>GONFIANTINI. R., CONRAD. G., FONTES.JCh., SAUZAY. G., PAYNE. BR. (1974).</b> Etude isotopique de la nappe du Continental Intercalaire et de ses relations avec les autres nappes du Sahara septentrional (Isotopic investigation of the Continental Intercalaire aquifer and its relationship with other aquifers in the northern Sahara). In: Isotope Techniques in Groundwater Hydrology, Vienna. IAEA SM-182/25, vol 1, pp 227–241.
[44]	BOUHOUN-ALI. M. (1997). Etude comparative de la composition chimique des eaux de cinq forages Sénoniens de la région de Ouargla et initiation à l'électrodialyse. Mémoire ingénieur en chimie industrielle, Univ. Ouargla, 79 p
[45]	BOUZIANE, MT., LABADI, A.(2009). Les eaux profondes de la région de Biskra (Algérie). European Journal of Scientific Research. Vol.25, N°04, pp.526-537
[46]	BRL-BNEDER. (1999). Etude du plan directeur général de développement des régions sahariennes. Lot 1. Etude de base. Phase II A3. Monographies spécialisées des ressources naturelles. Ressources en eau
[47]	<b>CORNET. A. (1964).</b> Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Géog. Phys. et Géol. Dyn., vol. VI.fasc. 1,5-72
[48]	<b>KILIAN. C. (1931).</b> Les principaux complexes continentaux du Sahara. C.R. Soc. Géol. Fr. Paris,
[49]	<b>BEL. F., et DEMARGNE F. (1966)</b> : Etude géologique du Continental Terminal ; DEC, ANRH, Alger, Algérie, 24 planches, 22p
[50]	<b>BEL. F., et CUCHE. D. (1970).</b> Etude des nappes du Complexe Terminal du bas Sahara. Données géologiques et hydrogéologiques pour la construction du modèle mathématique. DHW., Ouargla.
[51]	<b>OSS, (2003)</b> Système Aquifère du Sahara Septentrional. Observatoire du Sahara et du Sahel. Volume 2 : Hydrogéologie. Projet SASS. Coupes. Planches. Annexes. Tunis, Tunisie. 275p.
[52]	<b>ENAGEO (1990)</b> : Entreprise Nationale de la Géophysique. Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla. Rapport Avril 1990
[53]	<b>ADE (2018 -2020)</b> algérienne des eaux région Ouargla rapports 2020
[54]	<b>ONA (2022)</b> Office National d'Assainissement région Ouargla rapports
[55]	<b>DHW (2018)</b> Direction hydraulique Ouargla rapports
[56]	<b>CHAICH .KH(2004)</b> Magister; La nappe phréatique de la cuvette de Ouargla : bilan hydrique, problèmes engendrés et possibilités de dessalement
[57]	<b>CHEVERRY . C (1972)</b> Exemple d'application des travaux de « Salinity Laboratory » (1963-1968) sur l'alcalinisation de sols soumis à l'action d'eaux bicarbonatées Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. X, n° 2, 1972: 193-203.
[58]	EATON F. M.(1950). Significance of carbonates in irrigation waters, Soil Sci., 69, p123-133.
[59]	EDMUNDS WM, Shand P, Guendouz A, Moulla AS, Mamou A, Zouari K (1997) Recharge characteristics and groundwater quality of the Grand Erg Oriental basin, final report. EC(Avicenne) contract CT93AVI0015, BGS Tech Rep WD/97/46R Hydrogeol Ser

[60]	EDMUNDS. WM., Guendouz .AH, Mamou A, Moulla AS, Shand P, Zouari K (2003). Groundwater evolution in the Continental Intercalaire aquifer of southern Algeria and Tunisia: trace element and isotopic indicators. Applied Geochemistry 18(6), pp 805–822.
[61]	EMBERGER, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Trav. Inst. Bot.,
[62]	ENAGEO (1990) : Entreprise Nationale de la <b>Géophysique</b> . Etude hydrogéologique de la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla. Rapport Avril 1990
[63]	FABRE. J. (1976). Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. SNED, Alger, 421p.
[64]	<b>OMS, (1994) Organisation Mondiale de la Santé</b> . Directives de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, 2è ed. Volume 2, pp 272-279
[65]	<b>BOUCHAHM ET ACHOUR, (2008)</b> Hydrochimie des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien – Identification d'un risque de fluorose endémique. La houille blanche, N° 02, pp76-82.
[66]	<b>YASSINE M (2022)</b> Évaluation de la qualité des eaux de surface de la plaine du Haouz à l'aide d'indices de qualité des eaux
[67]	<b>MEROUCHE, A., SELVAM, S., IMESSAOUDENE, Y., ET MATEN, C. N. (2020)</b> . Assessment of dam water quality for irrigation in the northeast of catchment Cheliff-Zahrez, Central Algeria. Environ. Dev. &Sustain., 22(6), 5709-5730
[68]	<b>NADHIRA SAIL &amp; OMAR SAIGHI, (2019)</b> Hydrogeochemical characterization of the Complexe Terminal aquifer system in hyper-arid zones: the case of wadi Mya Basin, Algeria Arabian journal of geosciences 12(24)793
[69]	<b>NEZLI E ET AL., (2007)</b> Approche Géochimique Des Processus d'acquisition De La Salinite Des Eaux De La Nappe Phréatique De La Basse Vallée De l'oued m'ya (Ouargla) Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, pp. 121-134
[70]	<b>BELKSIER.M.( 2017)</b> Caractérisation Hydrochimique Des Eaux Souterraines : Cas Du Nappe Complexe Terminal De L'oued Righ: Sahara Algérien3 <sup>ème</sup> Colloque International sur la Géologie du Sahara
[71]	<b>SEI,2008: WEAP (Water Evaluation and Planning): User Guide for WEAP21</b> . Stockholm EnvironmentInstitute,Boston USA. Availablefrom< <a href="http://www.seib.org/weap/">www.seib.org/weap/</a> >.
[72]	<b>KHELFAOUI.F,( 2014)</b> : Qualiité et gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant du saf-saf (nord-est algerien),Thèse de doctorat, Université de Annaba
[73]	<b>D S O ( 2018 )</b> Direction statistique Ouargla rapports 2020
[74]	<b>KHECHANA. S (2007)</b> : étude de la gestion intégrée des ressources en eau dans la vallée d'Oued Souf. Mémoire de magister.
[75]	<b>BOUZNAD. I (2016)</b> ;Essay of Modelling water resources management of the OuedRigh watershed (Algeria) using the WEAP decision support systemRev. Sci. Technol., Synthèse 33: 56 - 71
[76]	<b>ZEGAIT .R (2020)</b> Eau et assainissement dans les oasis du M'ZEB : rejet urbaine et pollution de la nappe (cas de l'oasis EL-Atteuf) ENSH
[77]	<b>KETTAB.A, 2001</b> : Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision, Ecole Nationale Polytechnique ENP, Desalination 136 ,p25–33.
[78]	<b>LE PAGE M, 2012</b> : An Integrated SAD for Groundwater Management Based on Remote Sensing. The Case of a Semi-arid Aquifer in Morocco. Water Resources Management, Volume 26, Issue 11, pp 3209-3230.
[79]	<b>MAOUI .A,2017</b> : Evolution et origine du chimisme des eaux de l'aquifère superficiel de Zaâfrane ; région de la steppe Sud Algéroise .Etude de la variation spatiale de la salinité et ses risques sur les sols et la végétation.Thèse de doctorat, Université de Annaba.
[80]	<b>MECIBAH.I (2017)</b> les ressources en eau et gestion intégréedu bassin versant d'oued gueblinord-est algerien)

[81]	<b>MARJORIE .B</b> (2017)thèse doctoratEstimation des rendements, des besoins et consommations en eau du maïs dans le Sud-Ouest de la France : apport de la télédétection à hautes résolutions spatiale et temporelle <b>Université de Toulouse</b>
[82]	<b>MANSOURI . S</b> (2019) thèse doctoratAnalyse et planification des ressources en eau inter-régional en utilisant le model WEAP : Seybouse (Annaba) et côtiers Constantine Est (Tarf)Université Annaba
[83]	Zouini D., 2010. Mobilisation, gestion des eaux de surface et analyse critique du projet de drainage du complexe de zones humides de l'extrême Nord- Est Algérien. <i>Colloque Eau, Déchets et Développement Durable</i> , Alexandrie, Egypte.
[84]	Guerin J.P., 1984. L'aménagement de la montagne en France, Gap, Ophrys.468p.
[85]	Gustafsson J.E., 1992. Ambient water quality classification and water management I Sweden,
[86]	<i>Europien Water Science and Technical</i> .19: 9,145-154.
[87]	<b>KETTABLEAU.A</b> , (2001) : Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision, Ecole Nationale Polytechnique ENP, Désaliénation 136 ,p25–33