

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre et de l'univers
Département des sciences de la nature et de la vie



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie
Spécialité : Science de L'environnement

Présenté par :

M^{elle} : BERREGUI Asma

Thème

*Les ressources en eaux et leurs conséquences sur
l'environnement oasien: cas région de Ouargla*

Soutenu publiquement :

Le: 24 /06/2013

Devant le jury :

Président	Mr .NILI M.S	M.A.A	UKM Ouargla
Promoteur	Mr. SAKER M L	M.C.A	UKM Ouargla
Co- Promoteur	Mr. LAADJICI ABD ELKADER	M.C.A	UKM Ouargla
Examineur	Mr. IDDER M.A.H	M.A.A	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2012 /2013

Dédicace

*A ma source de tendresse , l'être le plus cher dans le monde , la femme
la plus patience , ma très cher mère .*

*Mon idéal , l'être le plus généreux , mon très cher père tous leurs
sacrifices .*

A mes très cher frères : Othman et Mouad.

*A mes très cher sœurs : Hakima et ta fille Kadidja, Khaoula, Sara,
Hafsa, Fatima Zahra, Maroua.*

A mes oncles et mes tentes

Aux grandes familles ; Berregui et Rouabah.

A ma responsable Madame AZA , je vous remercie beaucoup.

*A mes très chères amies : Houda , Hafsa, Khadidja, Aldjia, Sabrina ,
Houria, Roukaya, Toumaya,*

*A première promotion de master de science d'environnement , je dédie
ce modeste travail.*

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à :

Mon promoteur **M^r SAKER Med Lakhdar**, Maître de conférences A à l'université KASDI MERBAH Ouargla pour ses orientations et ses précieux conseils.

Mon Co-promoteur **LAADJICI ABD EL KADDER** Maître de conférences B à l'université KASDI MERBAH Ouargla pour sa contribution dans la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des personnels des :

- Laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (ADE)
- Personnel de la DHW de Ouargla.
- Personnel de la ONA de Ouargla.
- Personnel de l'A.N.R.H de Ouargla.
- Personnel de l'algérienne des eaux de Ouargla.
- Personnel de l'O.N.M de Ouargla.

Pour ses aides documentaires utiles, pour leurs accueils, et pour la mise à disposition de la bibliothèque et leurs archives des travaux réalisés dans la région.

Tous mes enseignants m'ont constamment été d'un immense soutien tout au long de mon études .

Je suis enfin reconnaissant envers tous les membres de ma famille qui m'ont soutenu tout au long de ces études.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Spécialement Boutelli Mohamed Hicham qui donner moi tous les aides et les conseils , je vous remercie beaucoup.

Enfin, je tiens à remercier vivement monsieur le président et les membres de jury d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Berregui Asma

Abréviation	Significations
O.M.S	Organisation mondiale de santé
AEP	Alimentation en Eau Potable
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
Ce	Conductivité électrique
Ca	Calcium
CI	Continental Intercalaire
CT	Complexe terminal
d h (T H)	Dureté ou Degré Hydrométrique
DBO5	Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
HCO3	Bicarbonates
i.e.b	indice d échange de base
Ind	Industriel
Irr	Irrigation.
K	Potasium
Mg	Magnésium
MO	Matières Oxydables.
Na	Sodium
NH4	Ammoniaque
NO3	Nitrates.
pH	potentiel Hydrogène
PO3	Phosphates
R.S	Résidu Sec
SAR	Rapport d'Absorption du Sodium
SO4	Sulfates
ONA	Office national d'assainissement
O.N.M	Office national de météorologique
T min	Température minimal
T max	Température maximal
ERESS	

l'O.M.S

- AEI : Alimentation en Eau Industriel
- AEP : Alimentation en Eau Potable.
- ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- Ce : Conductivité électrique
- Ca : Calcium
- CI : Continental Intercalaire

CT :	Complexe Terminal
d h (T H) :	Dureté ou Degré Hydrométrique
DBO5 :	Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours
DCO :	Demande Chimique en Oxygène
Dom :	Domestique.
Hab :	Habitant.
HCO3 :	Bicarbonates
i.e.b :	indice d échange de base
Ind :	Industriel
Inj :	Injection.
Irr :	Irrigation.
K :	Potassium
Mg :	Magnésium
MO :	Matières Oxydables.
Na :	Sodium
NH4 :	Ammoniaque
NO3 :	Nitrates.
O.M.S :	Organisation Mondiale de la Santé
pH :	potentiel Hydrogène
PO3 :	Phosphates
R.S :	Résidu Sec
SAR :	Rapport d'Absorption du Sodium
SO4 :	Sulfates
ONA	Office national d'assainissement
O.N.M	Office national de météorologique
T min	Température minimal
T max	Température maximal
ERESS	

CI

CT

ADE

<u>Tableaux</u>	<u>Titres</u>	<u>Pages</u>
<u>Tableau 01</u>	Concentrations selon les normes de l'O.M.S	<u>07</u>
<u>Tableau 02</u>	grille de classification de la qualité des eaux	<u>08</u>
<u>Tableau 03</u>	Potabilité en fonction de la dureté.	<u>08</u>
<u>Tableau 04</u>	Découpage administratif de la région de Ouargla	<u>13</u>
<u>Tableau 05</u>	Les données climatiques de la ville de Ouargla (2002-2012) (O.N.M, 2013).	<u>15</u>
<u>Tableau 06</u>	Analyses physico-chimiques des eaux souterraines de region de Ouargla	<u>42</u>
<u>Tableau 07</u>	Températures des eaux de la région de Ouargla pour les différents niveaux aquifères captés	<u>43</u>
<u>Tableau 08</u>	Duretés des eaux de la région de Ouargla	<u>45</u>
<u>Tableau 09</u>	Répartition des teneurs en résidu sec (g/l) par Wilaya et par nappe	<u>47</u>
<u>Tableau 10</u>	Classification des eaux d'irrigation	<u>49</u>
<u>Tableau 11</u>	Tableau récapitulatif des prélèvements d'après CT et CI pour les différentes types des usages	<u>52</u>
<u>Tableau 12</u>	Evolution de population des communes de la région de Ouargla allant 2005 jusqu'à 2011	<u>54</u>
<u>Tableau 13</u>	consommation domestique par communes	<u>55</u>
<u>Tableau 14</u>	prevision des besoins en eau pour la population de Ouargla sur une période à cours (2005) , moyen (2015) et long terme (2030).	<u>56</u>
<u>Tableau 15</u>	Ressources en eau souterraines de la région de Ouargla.	<u>57</u>
<u>Tableau 16</u>	surface agronomique dans les différentes communes de région de Ouargla	<u>59</u>
<u>Tableau 17</u>	Les Données de la station de Ouargla (S.T.E.P. Ouargla, 2009).	<u>83</u>
<u>Tableau 18</u>	Recommandation microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant utilisation en agriculture ^a	<u>104</u>

Tableau 1: Concentrations selon les normes de l'O.M.S

Tableau 2: La grille de classification de la qualité des eaux

Tableau 3 : Potabilité en fonction de la dureté.

Tableau N° 04 : Découpage administratif de la région de Ouargla

Tableau N° 05: Les données climatiques de la ville de Ouargla (2002-2012) (O.N.M, 2013).

Tableau 06: Analyses physico-chimiques des eaux souterraines de région de Ouargla

Tableau 07 : Températures des eaux de la région de Ouargla pour les différents niveaux aquifères captés.

Tableau 08 : Duretés des eaux de la région de Ouargla

Tableau 09 : Répartition des teneurs en résidu sec (g/l) par Wilaya et par nappe

Tableau 10 : Classification des eaux d'irrigation

Tableau 11: Tableau récapitulatif des prélèvements d'après CT et CI pour les différents types des usages

Tableau 12: Evolution de population des communes de la région de Ouargla allant 2005 jusqu'à 2011

Tableau 13: la consommation domestique par communes

Tableau 14: prévision des besoins en eau pour la population de Ouargla sur une période à court (2005) , moyen (2015) et long terme (2030).

Tableau 15 : Ressources en eau souterraines de la région de Ouargla.

Tableau 16: la surface agricole dans les différentes communes de région de Ouargla

Tableau 17: Recommandation microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant utilisation en agriculture ^a

Tableau N° 18 : Les Données de la station de Ouargla (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

Les Données de la station de Ouargla (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

Listes des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 01	Diagramme de Piper	06
Figure 02	Position géographique de la région de Ouargla	14
Figure 03	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la région de Ouargla (2002-2012).	17
Figure 04	Situation de ville de Ouargla selon le Climagramme d'Emberger (2002-2012).	18
Figure 05	Coupe schématique des formations superficielles de la cuvette de Ouargla	20
Figure 06	Carte géologique locale	21
Figure 07	Schéma représentatif de la répartition verticale des eaux souterraines dans la région d'étude	22
Figure 08	Réseau hydrographique de la vallée de Ouargla	23
Figure 09	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara	24
Figure 10	Coupe hydrogéologique transversale du "CI"	26
Figure 11	Coupe hydrogéologique transversale du "CT"	27
Figure 12	Délimitation du "SASS"	28
Figure 13	Schéma de la fluctuation de la nappe phréatique	29
Figure 14	Chotts et Sebkhass de la vallée de Ouargla	31
Figure 15	Les palmeraies de la vallée de Ouargla	32
Figure 16	démarche investigatrice	40
Figure 17	Concentrations moyennes des éléments chimiques majeurs dissous (CTetCI)	42
Figure 18	PH de continental intercalaire et complexe terminal dans la region de Ouargla	44
Figure 19	Conductivité électrique de CT et CI dans la region de Ouargla	44
Figure 20	Duretés des eaux par nappe	45
Figure 21	Classification des eaux de Ouargla	46
Figure 22	Répartition des teneurs en résidu sec (g/l) par nappe	47
Figure 23	Classification des eaux d'irrigation de Ouargla selon le diagramme de Wilox.	48
Figure 24	Evolution de volume de prélèvement par rapport les années(1989, 1998, 1998, 2012)	50
Figure 25	Evolution le nombre de forage par rapport les années(1990à2012)	51
Figure 26	répartition de volume prélevé de CI pour les différentes secteurs économiques (AEP,Irrigation,Industrie)	53
Figure 27	répartition de volume prélevé de CI pour les différentes secteurs économiques	53

Listes des figures

Figure 28	Confrontation entre les ressources en eaux mobilisées et le débit d'exploitation et la dotation journalière dans les différentes communes de la région de Ouargla	55
Figure 29	l'évolution future de la consommation des ressources hydriques de région de Ouargla sur une période d'observation allant du 2005 jusqu'à 2030 pour le secteur AEP	56
Figure 30	Le débit total exploité pour l'irrigation concernant CT et CI dans la région de Ouargla	58
Figure 31	l'évolution de surface agronomique par commune dans la région de Ouargla	59
Figure 32	Bilan des phénomènes de migration d'eau dans le sous-sol de Ouargla	69
Figure 33	Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla (ONA, 2009)	81
Figure 34	Situation géographique de la STEP par rapport à la ville d'Ouargla	82
Figure 35	Schéma de la STEP de Ouargla	84

Liste des photos

Photos	Titres	Pages
Photo 01	Gara Krime : butte témoin au sud de la ville d'Ouargla	19
Photo 02	Formes géomorphologiques de la région de Ouargla	20
Photo 03	les plantations de bour	34
Photo 04	l'ensablement des palmeraies bour	34
Photo 05	palmeraies Sidi Khouiled	36
Photo 06	Drain principal côté Est	61
Photo 07	Drain principal côté Ouest	61
Photo 08	Les canalisations sont rétrécies par entartrage	64
Photo 09	Effondrement de BERKAOUI	67
Photo 10	dégradation de palmeraies	73
Photo 11	Engorgement et dépérissement d'une palmeraie de la cuvette de Ouargla causés par les difficultés de drainage	77
Photo 12	Sol hydromorphe et salé se situant dans la cuvette	78
Photo 13	L'entrée des eaux usées à la station	86
Photo 14	dessableurs.	87
Photo 15	Dégrilleurs.	87
Photo 16	Répartiteur vers les bassins d'aération	88
Photo 17	Lagunes d'aération	89
Photo 18	sorties de l'eau traitée.	90
Photo 19	lits de séchage.	91
Photo 20	Canal de transfert des eaux usées vers Sebkhia Safioune	93

TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction général	01

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I. Généralités sur l'eau

Introduction	03
1. Qualité des eaux	04
1.1 Analyse statistique	05
2. Classification des eaux	05
2.1 Diagrammes utilisés	05
2.2. potabilité des eaux	06
2.2.1 L'eau brute	06
2.2.2 L'eau potable	06
2.2.3. Dureté (d°h)	08
2.2.4 L'indice d'échange de base "i.e.b"	08
2.3 Qualité des eaux destinées à l'irrigation	09
2.3.1 Le rapport d'adsorption du sodium (SAR)	09
2.3.2 Classification des eaux d'irrigation	10
2.3.3 Définition des indices de classes	10
Conclusion	11

Chapitre II: Présentation de la région d'étude

Introduction	12
1. Présentation de la région d'étude	12
1.1. Localisation géographique	12
1.2. Climatologie	14
1.2.1. Données météorologiques de région de Ouargla	14
1.2.1.1. Températures	15
1.2.1.2. Précipitation	15

1.2.1.3 Humidité relative	15
1.2.1.4. Evaporation	15
1.2.1.5. Vent	15
1.2.2. Synthèse des données climatiques	16
1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	16
1.2.2.2. Climagramme d'Emberger	16
1.3. Sol	18
1.4. Aspect géomorphologique	18
1.4.1.Hamada Mio-Plio-Quatrenaire	18
1.4.2.Glacis	19
1.4.3.Grand Erg Oriental	19
1.4.4.La vallée	19
1.4.5.Les plaines	19
1.4.6. Sebkha	19
1.4.7 . Chott	19
1.5. Géologie	20
1.6. Hydrologie	21
1.6. 1.Oueds de la vallée de Ouargla	22
1.6.1.1.Oued M'Zab	22
1.6.1.2.Oued N'sa	22
1.7.Hydrogéologie	23
Introduction	
1.7.1.Nappe continentale Intercalaire (C.I)	24
1.7.1.1. Alimentation	25
1.7.1.2. Exutoire	25
1.7.2. Nappe du complexe terminal (C.T)	26
1.7.2.1..La nappe du Turonien	26
1.7.2.2.La nappe du Sénono-Eocène	26
1.7.2.3.La nappe du Mio-Pliocène	27
1.7.2.4. Alimentation	27
1.7.2.5. Exutoire	27
1.7.3. Nappe phréatique	28
1.7.4. Sebkhas et Chotts	29
1.7.4.1. Chott Aïn Beïda	30

1.7.4.2. Chott Oum-Er-Raneb	30
1.7.4.3. Sebkhet Safioune	30
1.7.4.4. Sebkhat Bamendil	31
1.8. Couverture végétale	33
2. Système oasien de Ouargla	34
2.1. Caractérisation de l'oasis de Ouargla	35
2.1.1. Les plantations bour	35
2.1.2. L'oasis de N'goussa	36
2.1.3. Palmeraie des vieux ksour de Ouargla	36
2.1.4. Palmeraie de Ain-El-Beida et de Rouissat et de Benithour	37
2.1.5. Palmeraie de Mekhadma et de Bamendil	37
Conclusion	38
Deuxième partie : Les ressources en eaux et leurs utilisation et les problèmes posés d'une mauvaise gestion de l'eau et leurs conséquences sur l'environnement	
Méthodologie de travail	39
Chapitre III: Les ressources en eaux et leurs utilisations	
Introduction	
1. Aperçu sur les ressources en eau	42
1.1. Qualité des eaux souterraines	42
1.1.1. Température	44
1.1.2. PH	45
1.1.3. Conductivité électrique	45
1.1.4. Titre hydrotimétrique	46
1.1.5. Indice d'échange	47
1.1.6. Faciès chimique	47
1.1.7. Salinité des eaux	48
2. Gestion qualitative des eaux souterraines	49
2.1. la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable	49
2.2. Qualité des eaux destinées à l'irrigation	49
3. Situation des eaux mobilisées à Ouargla	51
3.1. L'évaluation des prélèvements en eau	51
3.2. Evolution des débits mobilisés de 1998 à 2012	52
3.3. Répartition des ressources mobilisées par secteurs	53

3.3.1.Prélèvement de la nappe complexe terminal	53
3.3.2.Prélèvement de la nappe Albien	54
4.Les besoins en eau et leur évolution	54
4.1.Evolution de population	54
4.2.Besoins /Ressources en eau	55
4.3.Envisager de scenarios possible à cours , moyen et long terme	56
5. Ressources en eau et périmètres irrigués	57
5.1.Evolution des surfaces agronomiques	59
5.2. Le système d'irrigation	60
5.3.Système de drainage	61
5.3.1.Caractéristiques du drain principal de la région	61
Conclusion	63

Chapitre IV: Les problèmes posés d'une mauvaise gestion de l'eau et leurs conséquences sur l'environnement

Introduction	65
1.Problèmes d'utilisation accrue des eaux sur les nappes souterraines et ces conséquences	65
1.1.Chute de l'artesianisme	66
1.2.Phénomène de percolation et ses conséquences sur l'environnement	67
1.3.Pollution des eaux souterraines	67
1.3.1.Mécanisme de contamination des nappes souterraines	67
1.4. Effondrement de terrain	68
1.4.1. Phénomène de BERKAOUI	68
1.4.2.Phénomène de Ain Zaccar	69
2.Conséquences engendrées par les excédents hydriques	70
2.1.Remontée de la nappe phréatique	70
2.2.Principales causes de la remontée des eaux	70
2.3.Description du phénomène	71
2.4.Pollution de nappe phréatique	72
3.Les impacts des rejets liquides sur l'environnement	72
3.1.Le cadre de vie des citoyens	72
3.1.1.Les maladies à transmission hydrique (MTH)	73
3.2..Impact de la remontée et la salinisation des eaux phréatiques sur les palmeraies	74
3.2.1.Dégradation des palmeraies	74

3.2.1.1. L'asphyxie de l'oasis de Ouargla par les eaux de nappe phréatique	74
3.2.1.2. L'état phytosanitaire des palmeraies	75
3.2.1.3. Dégradation de sol et baisse de rendement par une forte salinité	76
3.2.1.4. Salinisation	77
3.3.2. Les biotopes humides	80
3.3.3. Les routes et les réseaux d'assainissement	80
Conclusion	79

Troisième partie : solutions concrètes, en vue d'améliorer la situation de ces ressources en eau, dans le cadre d'une perspective d'un développement durable.
Chapitre V : gestion des excédents hydriques dans l'oasis de Ouargla

Introduction	
1. Le projet d'assainissement	82
1.1. La situation de l'assainissement dans la cuvette d'Ouargla	82
2- situation géographique de la STEP	84
2.1. L'objectif de traitement de la station	85
2.2. Données de base de la station	85
2.3. Schéma de la STEP d'Ouargla	86
3. Principe de traitement	86
3.1. Arrivée de l'eau à la station d'épuration	87
3.2. Traitement des eaux	87
3.2.1. Prétraitement	88
3.2.2. Traitement secondaire	90
3.2.3. Traitement complémentaire (Lagune de finition)	91
3.2.4. Traitement des boues	92
4. Rejet des eaux épurées	93
5. Station de pompage des drains SPED	93
6. Canal de transfert	94
Conclusion	95

Chapitre : possibilité de la réutilisation des eaux épurées

Introduction	96
1. Définition de la réutilisation des eaux	96
2. Domaines de réutilisation des eaux épurées	97

2.1. Réutilisation agricole	97
2.1.1. Critères à respecter pour l'irrigation	98
2.2. Réutilisation industrielle	99
2.2.1. Qualité de l'eau réutilisée	99
2.3. Réutilisation municipale	100
2.3.1. Aptitude des eaux usées urbaines aux usages municipaux	100
2.4. Recharge des nappes	101
2.5. Production d'eau potable	102
3. Réglementation de l'OMS	102
Conclusion	106
Conclusion général	107

INTRODUCTION GENERALE

Devant le développement agricole et industriel d'une part, et la croissance démographique d'autre part, les besoins en eau au Sahara algérien ont augmenté d'une manière très rapide. Ceci a conduit les gestionnaires des ressources en eau à prospecter et réaliser plus de forages, de puits et d'ouvrages hydrauliques.

Ce développement rapide a entraîné des problèmes énormes ces dernières années, relatifs principalement à la remontée et l'évacuation des eaux des nappes phréatiques, aux eaux d'assainissement, et à l'abaissement de l'artésianisme des nappes profondes.

La région de Ouargla a été touchée directement par ce problème. En effet, plusieurs facteurs ont facilité la remontée et la stagnation des eaux en surface, parmi ces facteurs, on peut citer :

- Exploitation des nappes artésiennes du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT) sans contrôle de manière générale dont les débits viennent recharger la nappe superficielle, relevant ainsi son niveau piézométrique,

- Augmentation des rejets urbains et industriels dont l'évacuation hors des limites de la ville est problématique du fait de sa situation en fond de cuvette. Ces volumes d'eau, de surcroît non traitée, en s'infiltrant dans la nappe phréatique, contribuent au relèvement de son niveau piézométrique tout en la polluant.

Le phénomène de la remontée des eaux a pris des dimensions, telles que les conséquences sont graves sur l'environnement, l'agriculture... .

Les principaux objectifs fixés dans le cadre de ce travail de recherche est de caractériser :

la qualité physicochimique, et parfois bactériologique, des eaux de ce système aquifère. Egalement, apprécier leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et l'environnement.

Aussi, le présent travail se propose d'évaluer quantitativement les prélèvements sur les nappes qui constituent un élément important de la gestion des ressources en eau.

Le mémoire proposé s'articule autour de trois parties, se présentant comme suit; à savoir: la première partie est consacrée à la situation d'eau en Algérie , la présentation de la région d'étude.

la deuxième partie se propose d'analyser la situation des ressources en eau de la région d'étude, de mettre en évidence les problèmes posés .

Enfin la troisième partie proposer des solutions concrètes, en vue d'améliorer la situation de ces ressources en eau, dans le cadre d'une perspective d'un développement durable.

Introduction

Il est important de signaler que l'eau est un élément important à prendre en considération dans toute politique nationale d'aménagement intégrée des ressources naturelles pour un développement durable de l'agriculture.

en effet, sans eau , pas d'agriculture , pas d'élevage , pas de forêts et pas de société humaines stable , et il est indispensable que le planificateur , l'agriculteur ,le forestier , le pastoraliste et l'aménagiste aient toujours dans l'esprit que l'eau constitue une source rare dans les pays arides , semi-arides et subhumides , et doit être le fondement de toute stratégie de développement durable et la base de toute planification de l'exploitation des ressources naturelles renouvelables .(NAHAL I., 1998)

L'eau est une ressource naturelle limitée, nécessaire à la vie et aux systèmes écologiques, et essentielle pour le développement économique et social. L'objectif général qui y était alors formulé était «de veiller à ce que l'ensemble de la population de la planète dispose en permanence d'approvisionnements suffisants en eau de bonne qualité tout en préservant les fonctions hydrologiques, biologiques et chimiques des écosystèmes, en adaptant les activités humaines à la capacité limitée de la nature et en luttant contre les vecteurs des maladies liées à l'eau ».

L'eau est une ressource indispensable pour de nombreux usages : l'agriculture utilise 67 % de l'eau prélevée, contre 23 % pour l'industrie et 10 % pour les agglomérations et usages domestiques. La part agricole atteint cependant couramment 90 % dans les pays en voie de développement contre moins de 40 % dans les pays industrialisés, à l'exception des Etats-Unis, du Canada et de l'Espagne. L'eau est également nécessaire au bon fonctionnement des systèmes écologiques. Chacun de ces usages doit se voir affecter un approvisionnement suffisant.

Or l'approvisionnement en eau sur terre est limité : il ne peut ni diminuer, ni augmenter, l'eau se trouve donc en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2,5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse, 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0,3 % de l'eau douce (soit 0,007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, ruisseaux, réservoirs et lacs. Seule cette infime partie

est aisément disponible et se renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17 ans pour un lac. (BELIN., 1998)

La disponibilité d'eau en quantités et qualités suffisantes pour le besoin des humains, des animaux et des végétaux dépend de nombreux paramètres de fonctionnement des écosystèmes naturels et des agrosystèmes, en particulier, le sol et la végétation naturelles et cultivée dont il faut tenir compte dans tout projet d'aménagement du territoire et d'exploitation des ressources naturelles. (NAHAL I., 1998)

La gestion rigoureuse des ressources en eau est une politique indispensable qui devra être appliquée dans les pays arides et semi-arides, car l'eau bon marché se fera de plus en plus rare. Par exemple, la croissance démographique au Proche-Orient et en Afrique du Nord, qui est de l'ordre de 3,5% est incompatible avec le maintien des prélèvements actuels par habitant et avec le prix trop bas de l'eau.

L'indice d'exploitation des ressources en eau, c'est-à-dire le ratio des ressources exploitées sur ressources renouvelables tend à augmenter d'une façon drastique. C'est ainsi que les eaux souterraines diminuent d'un mètre par an dans la zone d'Alep , au Nord de la Syrie , en raison de leur surexploitation .

« La soif du monde deviendra l'une des plus pressantes questions du XXI^{ème} siècle. Dans certains cas, les quantités d'eau prélevées sont si énormes, relativement à l'approvisionnement, que l'eau de surface diminue rapidement et les réserves souterraines s'épuisent plus rapidement qu'elles ne peuvent être réapprovisionnées par les précipitations. »

L'accroissement démographique rapide, couplée à la fois à l'industrialisation, l'urbanisation, l'intensification agricole et modes de vie de plus en plus consommateurs d'eau est en train d'entraîner une crise mondiale de l'eau : la multiplication des pénuries d'eau due à l'accélération de l'accroissement démographique, de l'urbanisation et de la pauvreté urbaine semble rendre de plus en plus inaccessible l'objectif de l'eau pour tous, en particulier dans les pays en développement, et dans les mégapoles urbaines.

.1. Qualité des eaux

La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental primordial pour le secteur de l'eau potable, le secteur agricole ainsi que celui industriel. Elle est également importante pour

tous les usages agricoles, de l'irrigation , Les sources d'eau peuvent être de mauvaise qualité en raison de problèmes d'origine naturelle ou de contamination, ou les deux. Il est souvent nécessaire d'améliorer la qualité d'une source d'eau avant de s'en servir. (**rapport de la mission V ‘‘qualité des eaux ,2006)**

1 .1.Analyse statistique

Une analyse statistique simple par élaboration d'un histogramme. La conception d'histogrammes des concentrations basée sur les analyses des éléments chimiques majeurs en meq/l. On a calculé les moyennes arithmétique de chaque élément, ensuite représenté les moyennes des éléments chimiques sous forme d'histogramme. On rappelle que les résultats sont en meq/l pour voir un aperçut sur les éléments dominants. (**rapport de la mission V ‘‘qualité des eaux ,2006)**

1.2. Classification des eaux

1.2.1 Diagrammes utilisés

Diagramme Chøeller- Berkaloff

L'utilisation de ce diagramme permet de donner plus de précision sur les concentrations des éléments chimiques et leur présentation en un seul graphique. L'inconvénient est que le diagramme de Schoeller Berkaloff prend en considération seulement les valeurs maximums pour la détermination du faciès physico-chimiques des eaux.

Diagramme de Piper

Ce type de diagramme est utilisé pour la représentation des anions et cations sur deux triangles, et qui détermine facilement le faciès chimique des éléments, les résultats obtenus sont donnés en pourcentage .

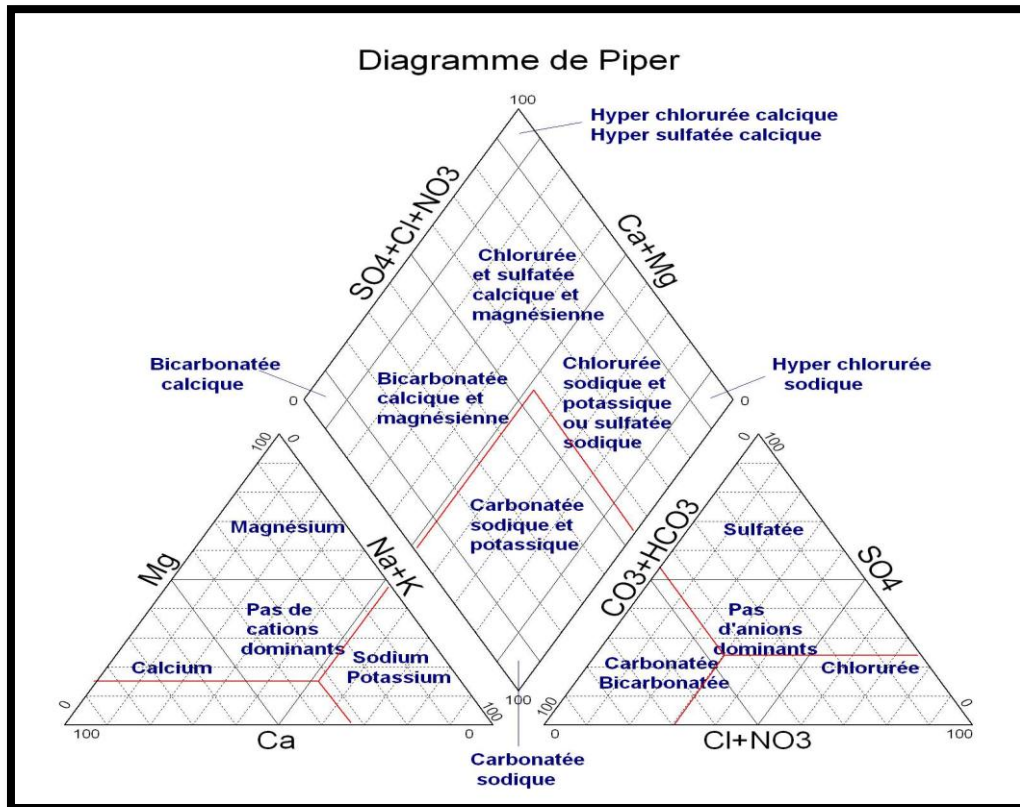


Figure 01: Diagramme de Piper

1.3. potabilité des eaux

La potabilité et la qualité chimique des eaux sont en fonction de la concentration des différents éléments chimiques dissous.

1.3.1. L'eau brute

C'est la ressource en eau avant tout traitement de potabilisation. Elle doit satisfaire un certain nombre d'exigences pour être utilisée pour produire de l'eau destinée à la consommation humaine. N'importe quelle eau ne peut donc pas être utilisée pour de l'eau potable. La qualité de l'eau brute conditionne fortement le choix de la filière de traitement de l'eau.

1.3.2. L'eau potable

On considère une eau potable quand elle ne présente pas de risques pour la santé humaine. Lorsqu'on parle de réseau d'adduction d'eau potable, une eau est dite "potable" quand elle respecte les normes de qualité. L'organisation mondiale de la santé (O.M.S) a fixé

des normes de concentration en éléments chimiques, la potabilité des eaux et leur qualité en vue de l'utilisation domestique. Le tableau suivant montre les normes fixées par l'O.M.S.

Tableau 1: Concentrations selon les normes de l'O.M.S

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

(Source: mission V)

La grille de classification de la qualité des eaux établie par l'A.N.R.H, est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 2: La grille de classification de la qualité des eaux

Paramètres	Classes				
	Unité	Bonne	Moyenne	Polluée	Très Polluée
DBO₅	Mg/l	<5	05-10	10-15	>15
DCO	Mg/l	<20	20-40	40-50	>50
MO	Mg/l	<5	05-10	10-15	>15
NH₄	Mg/l	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO₂	Mg/l	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	<3
NO₃	Mg/l	<10	10-20	20-40	>40
PO₄	Mg/l	<0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3

(Source: A.N.R.H,2004)

1.3.3. Dureté (d°h)

Indique la teneur totale en Ca^{++} et Mg^{++} exprimée en meq/l.

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

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

Tableau 3 : Potabilité en fonction de la dureté.

D°h (°F)	0 - 7	7 - 22	22 - 32	32 - 54	> 54
Dureté de l'eau	Douce	Moyenne	Acceptable	Dure	Très Dure

(Source: A.N.R.H, 2004)

La dureté de l'eau, résulte de son contact avec les formations géologiques et ce, lors de son passage dans le sous sol. Elle varie en fonction de la nature de celui-ci et de la région et de sa provenance. Lors de son infiltration et de sa percolation dans les couches géologiques, cette eau peut du fait de son pH acide, solubiliser les sels minéraux constitutifs de ces couches.

La dureté totale représente principalement les sels de calcium et de magnésium présents naturellement dans l'eau. La dureté de l'eau est exprimée en °TH. 1°TH correspond à 1g de calcium par m³ d'eau. L'eau est dite douce si sa dureté est inférieure à 15 °TH, dure au delà de 30 et très dure au delà de 50°TH. Dans ces deux derniers cas, un traitement de l'eau est nécessaire. (rapport de la mission V ' ' qualité des eaux ,2006)

1.3.4 L'indice d'échange de base "i.e.b"

Schøeller définie en 1943, l'indice d'échange de base selon l'expression suivante :

$$i.e.b = \frac{r\text{Cl}^- - r(\text{Na}^+ + \text{K}^+)}{r\text{Cl}^+}$$

- Si : $i.e.b = 0 \rightarrow$ il y a un équilibre chimique entre les compositions chimiques de l'eau et l'encaissant.
- Si : $i.e.b < 0 \rightarrow$ l'encaissant libère les ions Na^+ , K^+ et fixe les ions Ca^{++} , Mg^{++} de l'eau.

- Si : $i.e.b > 0$ → les eaux échangent des ions Na^+ , K^+ contre les ions Ca^{++} , Mg^{++} du terrain encaissant.

1.4. Qualité des eaux destinées à l'irrigation

Les ressources en eau dans le développement économique des régions sahariennes, prennent de plus en plus d'importance surtout avec les différents programmes de mise en valeur agricole.

1.4.1 . Rapport d'adsorption du sodium (SAR) :

Cet index exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Il mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium. Le S.A.R est un indice qui mesure le danger que représente l'existence d'une teneur donnée en sodium dans l'eau. Elle se calcule par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{rNa^+}{\sqrt{\frac{rCa^{++} + rMg^{++}}{2}}}$$

Avec :

(r): Concentration des ions en meq/L

Na: Sodium

Ca: Calcium

Mg: Magnésium

Le S.A.R est subdivisé en quatre classes :

- S.A.R < 10 : eau utilisée avec peu de danger d'alcalinisation des sols.
- $10 < S.A.R < 18$: eau utilisée avec un danger appréciable d'alcalinisation.
- $18 < S.A.R < 26$: eau pouvant provoquer un danger d'alcalinisation.
- S.A.R > 26 : eau présentant un danger d'alcalinisation très fort.

1.4.2. Classification des eaux d'irrigation

Pour connaître l'aptitude des eaux à l'irrigation, on utilise généralement la méthode de l'*US Salinity Laboratory*, qui met en exergue deux caractéristiques de l'eau : sa salure globale, estimée par une mesure de conductivité, et indicatrice des risques de salinisation secondaire, et son caractère plus ou moins alcalinisant vis-à-vis du sol à irriguer, exprimé par la valeur du SAR, «le rapport d'adsorption du sodium ».

La classification des eaux par « qualités » découle directement de la combinaison de ces deux critères par l'utilisation de tableaux à double entrée : conductivité en abscisse, SAR en ordonnée.

Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux destinée à l'irrigation, en fonction de la CE 25°C et du coefficient d'absorption du sodium. (rapport de la mission V ' 'qualité des eaux ,2006)

1.4.3. Définition des indices de classes

C2 : eau moyennement saline : peut être utilisée pour irriguer les sols présentant un bon drainage et pour les gazons peu sensibles à des conditions de salinité.

C3 : eau fortement saline : Inutilisable dans les sols à mauvais drainage, même avec un bon drainage. Un contrôle particulier de la salinité peut s'avérer nécessaire et de choisir mieux les plantes tolérantes au sel.

C4 : eau très fortement saline : Impropre à l'irrigation dans des conditions normales, mais peut être utilisée occasionnellement dans des circonstances très particulières. L'eau sera apportée très abondamment en vue de provoquer un bon lessivage. Choisir des plantes très tolérantes au sel.

S1 : eau faiblement sodique : Utilisable pour l'irrigation de presque toutes les classes de sols, avec risque d'alcalisation minimum. Toutefois les spéculations sensibles au sodium comme les arbres fruitiers à noyaux peuvent accumuler dans leurs feuilles des quantités de sodium.

S2 : eau moyennement sodique : peut présenter un risque d'alcalisation modérée dans les sols à texture fine (argile) sauf si ces derniers contiennent du gypse utilisable dans les sols grossiers (sableux) ou organiques.

S3 : haut taux de sodium : peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendement tel que le gypse pourrait être nécessaires pour échanger les ions sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.

Conclusion

L'eau, élément fondamentale de l'environnement et facteur de développement économique, apparait comme un enjeu essentiel pour l'avenir.

La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental primordial pour le secteur de l'eau potable, le secteur agricole ainsi que celui industriel. Elle est également importante pour tous les usages agricoles, de l'irrigation, Les sources d'eau peuvent être de mauvaise qualité en raison de problèmes d'origine naturelle ou de contamination, ou les deux. Il est souvent nécessaire d'améliorer la qualité d'une source d'eau avant de s'en servir.

Pour classification des eaux, on utilise des histogrammes, tel que : Diagramme Chœller- Berkloff, Diagramme de Piper.

On considère une eau potable quand elle ne présente pas de risques pour la santé humaine.

Pour connaître l'aptitude des eaux à l'irrigation, on utilise généralement la méthode de l'*US Salinity Laboratory*.

Introduction

Au cours de ce chapitre, nous nous proposons de présenter les principales données que nous avons recueillies et qui concernent le cadre général de notre région d'étude.

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Localisation géographique

La wilaya de Ouargla est située au Sud-est de l'Algérie couvrant une superficie de 163,230 Km² (figure 02). Elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays. Elle est limitée :

- ✓ **Au Nord** : par les wilayates de Djelfa, d'El-Oued.
- ✓ **Au l'Est** : par les Tunisie et El-Oued.
- ✓ **Au Sud** : par les wilayates de Tamanrasset et d'Illizi.
- ✓ **Au Ouest** : par la wilaya de Ghardaïa.

La wilaya comporte actuellement 21 communes regroupées en 10 dairates. La région de Ouargla seule compte 6 communes regroupées en 3 dairates (tableau 04)

La ville de Ouargla est située au fond de la vallée Nord de Oued Mya, à une altitude de 157 m, et aux coordonnées géographiques 5° 20' Est de longitude et 31° 58' Nord de latitude (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

Tableau N° 04 : Découpage administratif de la région de Ouargla.

Daira		
Ouargla	Ouargla	Hassi Miloud, Said Otba, Ksar, Bamendil, Bour El haicha, Beni Thour.
	Rouissat	El-Hadeb, Sokra, Boughoufala
Sidi-Khouiled	Sidi Khouiled	Oum Raneb, Aouinet Moussa
	Ain Beida	Ain Beida, Chott, Adjadja
	Hassi Ben Abdallâh	Hassi Ben Abdallâh
N'goussa	N'goussa	L'Ardaa, El Bour, El Koum, Ghers

(Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla , 2004)

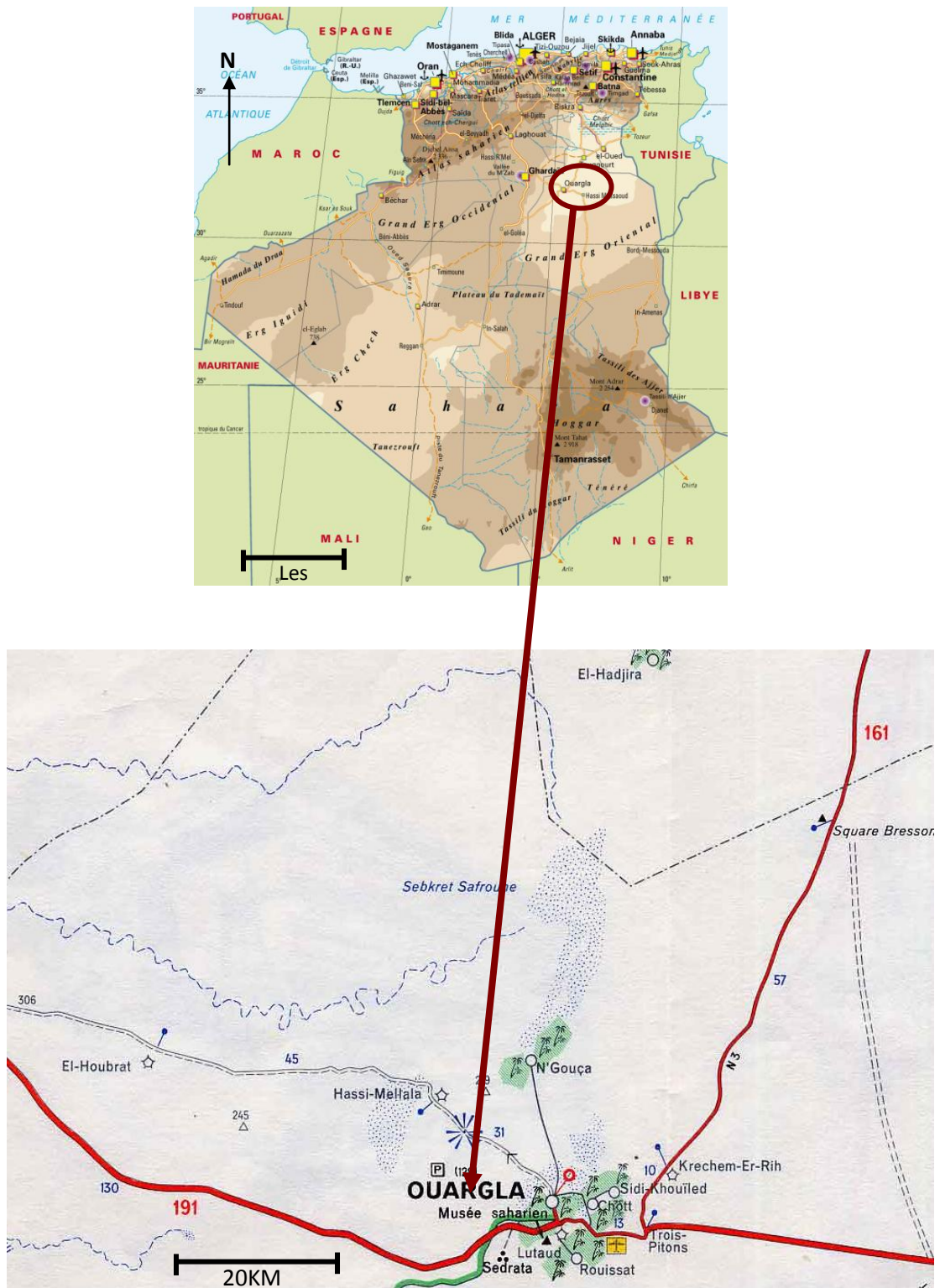


Figure N° 02 : Position géographique de la région de Ouargla (ONA, 2009)

1.2. Climatologie

1.2.1. Données météorologiques de région de Ouargla

Ouargla est caractérisée par un climat saharien avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées et une forte évaporation.

Tableau N° 05: Les données climatiques de la ville de Ouargla (2002-2012) (O.N.M, 2013).

Mois	T min (°C)	T max (°C)	T moy (°C)	H (%)	P (mm)	V (m/s)	Evaporation (mm)
Janvier	3.01	17.6	10.5	58.42	8.8	10.62	82.84
Février	5.24	20.33	12.59	53.32	1.14	12.85	118.96
Mars	9.27	24.69	16.93	47.56	3.06	14.8	166.54
Avril	13.74	29.45	21.63	43.74	1.2	16.34	204.34
Mai	17.61	34.07	26.09	40.35	0.83	17.56	301.9
Juin	22.94	39.42	31.71	36.02	0.29	16.82	349.42
Juillet	26.29	43.17	34.76	34.37	0.12	14.11	413.27
Août	25.33	41.92	33.84	38.41	0.61	14.54	385.32
Septembre	20.98	35.99	28.89	47.69	3.24	14.69	272.87
Octobre	15.9	22.32	23.51	51.08	5.63	14.69	199.44
Novembre	8.32	22.32	15.65	56.3	4.95	9.32	121.89
Décembre	4.31	17.79	11.09	58.5	2.32	9.54	83.43
Moyenne annuelle	14.41	29.09	22.27	47.15	2.68	13.82	225.02
Cumul	32.19	2700.22

TM : Température maximale.

T m : Température minimale.

H : Humidité relative.

V : Vents

Ins. : Insolation.

T moy. : Température moyenne.

Prèc. : Précipitations.

* : Cumul

1.2.1.1. Températures

A partir du tableau , nous observons que la température moyenne maximale du mois le plus chaud est atteinte en Juillet avec 34,76 °C et la température moyenne minimale du mois le plus froid est atteinte en Janvier avec (10,5°C).

1.2.1.2. Précipitation

Généralement, il pleut rarement à Ouargla, les précipitations sont irrégulières entre les saisons et les années. Le cumul moyen annuel de (2002-2012) est de 32,19 mm. La période pluviale de l'année est très restreinte, elle est de 2 à 3 mois, par contre la période sèche s'étale sur le reste de l'année (Tableau 05).

1.2.1.3 Humidité relative

L'air à Ouargla est très sec. L'humidité moyenne annuelle est de 47.15 %. Le taux d'humidité varie d'une saison à une autre. Le maximum d'humidité étant de 58.5 % pour le mois de décembre et le minimum est de 34.37 % pour le mois de juillet à cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois (Tableau 05).

1.2.1.4. Evaporation

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Le cumul est de l'ordre de 2700.22mm avec un maximum mensuel de 413.27 mm au mois de juillet et un minimum de 82.84 mm au mois de Décembre (Tableau 05).

1.2.1.5. Vent

Les vents dans la région sont fréquents, ils soufflent le long de l'année dans différentes directions en fonction des saisons :

- ✓ En hiver : se sont les vents d'Ouest qui dominent.
- ✓ En printemps : se sont les vents du Nord, du Nord-est et les vents de sables qui prédominent avec une vitesse maximale de 17,56 m/s. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 13.82m/s (Tableau 05).

1.2.2. Synthèse des données climatiques

1.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de déterminer la période sèche suivant un principe d'échelle $P = 2T$.

P : Précipitation **T** : Température moyenne annuelle.

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche dans la région de Ouargla, cette période s'étale sur toute l'année (figure 03).

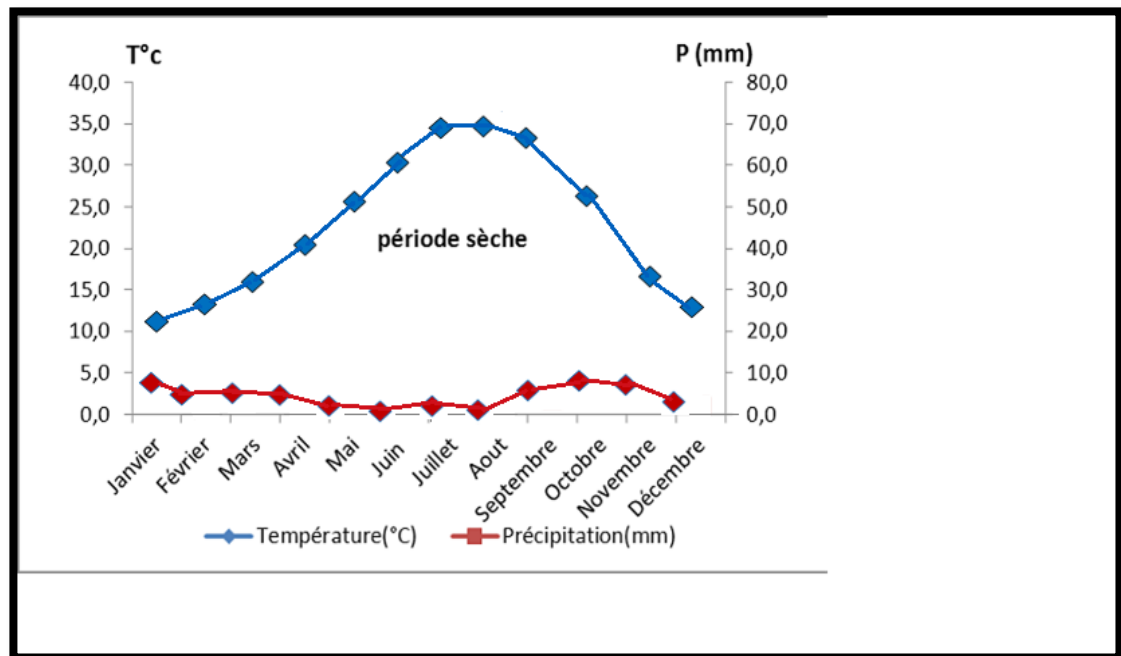


Figure N° 03 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la région de Ouargla (2002-2012).

1.2.2.2. Climagramme d'Emberger

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat, avec :

- ✓ En abscisse, la température moyenne du mois le plus chaud.
- ✓ En ordonnées, le quotient pluviométrique d'Emberger.

$$Q3 = 3,43P / M-m.$$

Q3 : Le quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm ;

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C;

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C ;

3,43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie ;

Le climat est d'autant plus sec que le quotient pluviothermique Q3 est plus petite. En observant le climagramme (Fig. 3), il est à constater que la région de Ouargla présente un $Q3 = 2.75$ et $m = 3.01$, en conséquence, la région de Ouargla appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver doux. Elle se caractérise par des températures élevées, une pluviométrie très réduite, une forte évaporation et une luminosité intense.

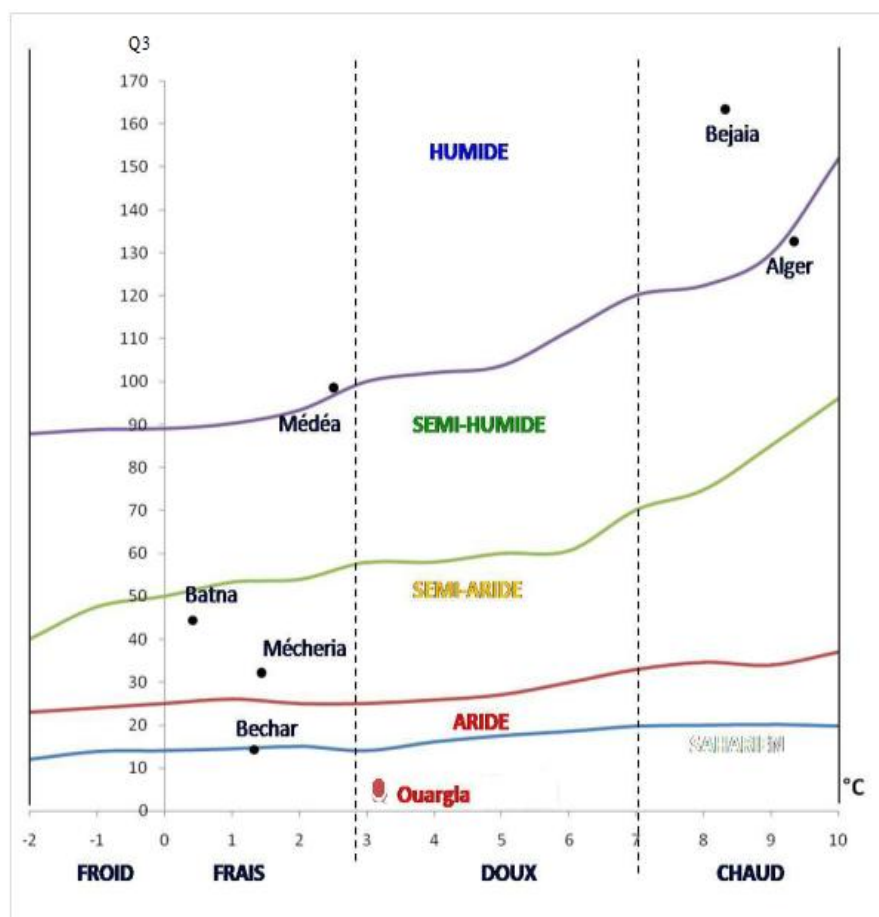


Figure N° 04 : Situation de ville de Ouargla selon le Climagramme d'Emberger (2002-2012).

1.3. Sol

La région de Ouargla est caractérisée par des sols légers, à prédominance sableuse et à structure particulière.

Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin et une bonne aération (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

D'après (HALILAT, 1993), la typologie des sols généralement rencontrés à Ouargla fait partie des trois groupes suivants :

- ✓ Les sols sal-sodiques.
- ✓ Les sols hydromorphes.
- ✓ Les sols à minéraux bruts.

1.4. Aspect géomorphologique

L'étude géomorphologique de la région fait apparaître les éléments suivants (Fig. 2) :

1.4.1. Hamada Mio-Plio-Quaternaire : (plateau ou affleurement de grandes dalles rocheuses) : C'est une formation continentale détritique qui forme un plateau dont l'altitude moyenne est de 200 m. Ce plateau s'abaisse légèrement d'Ouest en Est où il est très fortement érodé ne laissant que quelques buttes témoins appelées "goure" (Photo : Gara Krima au sud est un exemple des tables éoliennes) . (ZEDDOURI A; 2010)



Photo 01 : Gara Krima : butte témoin au sud de la ville d'Ouargla (ZEDDOURI A; 2010)

1.4.2. Glacis : sur les versants Ouest de la cuvette s'étagent du plus ancien au plus récent, d'Ouest en Est sur quatre niveaux de 200 à 140 m d'altitude. Les glacis situés à 180 et 160 m se caractérisent par des affleurements du substrat gréseux du Mio-Pliocène. L'Est de la cuvette est un vaste glacis alluvial à sable grossier situé à 150 m d'altitude.

1.4.3. Grand Erg Oriental : dunes de sables pouvant atteindre les 200 m et qui s'étend sur environ 2/3 du territoire de la région.

1.4.4 Vallée : elle est représentée par la vallée fossile d'Oued Mya.

1.4.5. Plaines : elles sont réduites et rencontrées à la limite occidentale de la région. Elles s'étendent du Nord au Sud (ROUVILOIS-BRIGOL, 1975).

1.4.6. Sebkhha : est une dépression naturelle est le alimentée généralement par le ruissellement originaire de terrains salés. Elle et se dessèche entièrement pendant la saison sèche, sa surface se recouvrant alors d'une couche de chlorure de sodium contenant le plus souvent du gypse et parfois d'autre évaporites (BAOUIA et HABBAZ, 2005).

1.4.7 . Chott : est une dépression souvent plus étendue dans laquelle aboutissent les eaux de drainage, et peut être partiellement ou totalement desséchée pendant la saison sèche (BAOUIA et HABBAZ, 2005).

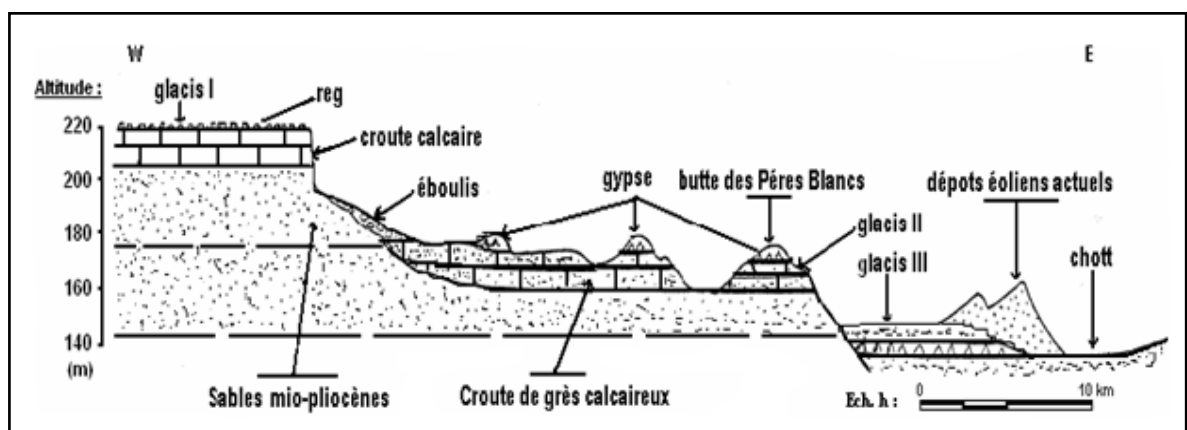


Figure 05 : Coupe schématique des formations superficielles de la cuvette de Ouargla (BOUTELLI, 2011)

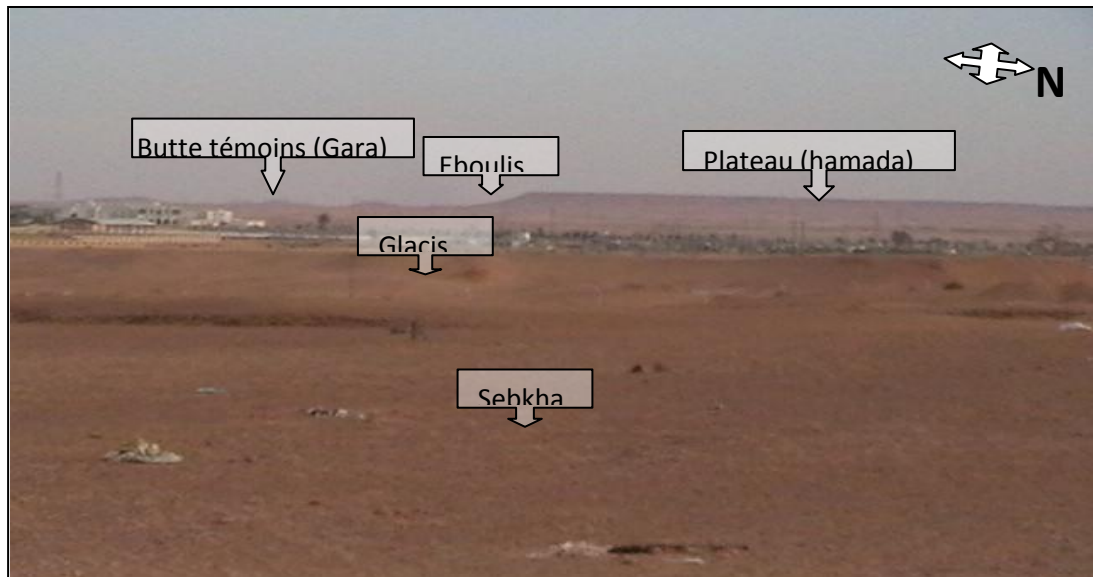


Photo 2: Formes géomorphologiques de la région de Ouargla(ZEDDOURI ;2010)

1.5. Géologie

Le territoire de la ville de Ouargla est situé dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quadernaires. Des effleurements éocènes et créacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Il est situé dans une région très peu accidentée et stable tectoniquement.

Trois régions distinctes peuvent être distinguées :

- ✓ Le grande Erg Oriental : vaste dépôt de sable éolien à l'Est et au Sud.
- ✓ Au centre : région de vallée ou prédomine les dépôts d'alluvions.
- ✓ Le plateau de M'Zab à l'Ouest.

Du point de vue lithologique et pétrographique on rencontre dans les affleurements à travers le territoire de la région de alluvions actuels, des sebkhas et croûtes gypso salins, des calcaires lacustres, des conglomérats, des calcaires marneux à rognon siliceux, des marnes et en fin des calcaires dolomitiques (ROUVILOIS-BRIGOL, 1975).

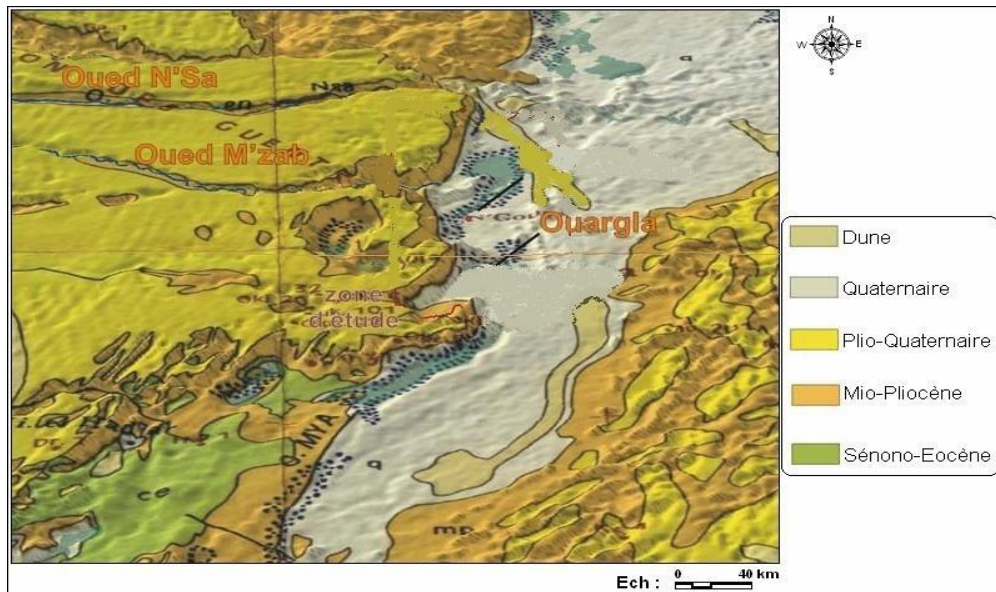


Fig n°06. Carte géologique locale (BG, 2004)

D'après la carte géologique réalisée par BG. Busson, le relief d'Ouargla est constitué de roche sédimentaires et alluvions et colluvions dérivées de ces roches :

- Marne jaunâtres, plus ou moins gréseuses, salées ou gypseuses ;
- Calcaires ocre, gréseux ou marneux ;
- Argiles sableuses rouges à ocres salées et gypseuses ;
- Grés, sables et conglomérats ;
- Calcaires lacustres ;
- Sables récents du quaternaire.

1.6. Hydrologie

Les grands réseaux hydrographiques de la région d'étude sont Oued M'ya et oued M'zab et Oued N'sa qui draine leur eau vers la cuvette de Ouargla et par conséquence pose des problèmes de la remonté des eaux superficielle. La coupe schématique représente la répartition verticale des eaux souterraines . (BG, 2004)

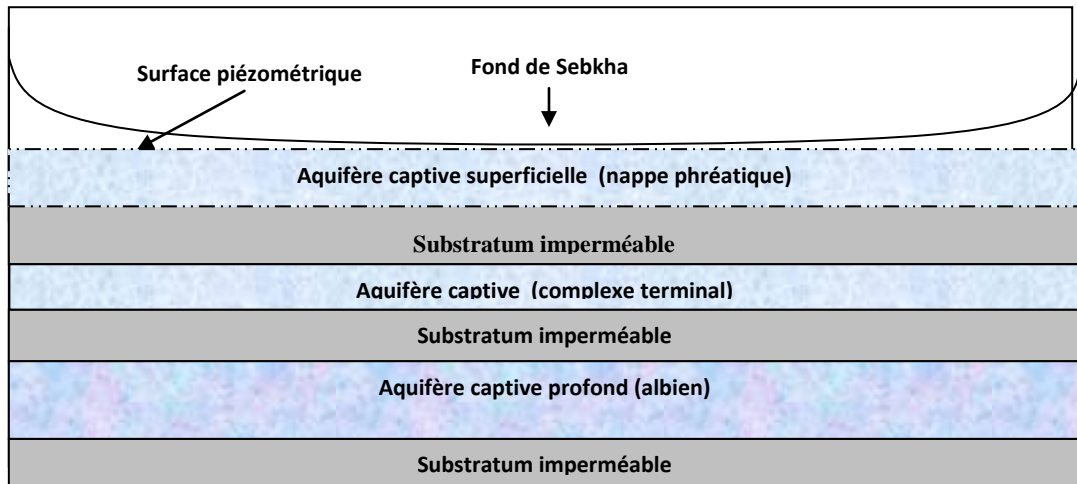


Fig n°07: Schéma représentatif de la répartition verticale des eaux souterraines dans la région d'étude (HAFOUA, 2005)

1.6. 1.Oueds de la vallée de Ouargla

La cuvette de Ouargla est alimentée par trois oueds importants :

1.6.1.1.Oued M'Zab

L'oued M'Zab coule d'ouest en est sur environ 320 kilomètres de la région de Botma Rouila à 750 mètres d'altitude jusqu'à la Sebkhia Safioune à 107 mètres située au nord de la cuvette de Ouargla.

La surface du bassin versant est de 5 000 km². Il n'y a pas d'écoulement pérenne. Les crues sont exceptionnelles, les dernières observées datent de 1901, 1951, 1991 et septembre 1994. Le débit mesuré en 1994 a atteint 13,5 m³/seconde. Lors de la crue de 1991, la circulation de la route Frane-El Hadjira a été interrompue, cependant l'eau n'a pas franchi la route vers Hassi Debiche. (Mission IIB, 2004)

1.6.1.2.Oued N'sa

Le bassin versant de oued N'sa couvre une superficie de 7 800 km². Il coule selon une direction Ouest-est dans son cours supérieur, en direction Nord Nord ouest – Sud Sud Est dans son cours moyen sur une longueur d'environ 100 kilomètres et de nouveau vers l'est en son cours inférieur pour se déverser dans la sebkhia Safioune. Les crues sont également

exceptionnelles. La dernière date de 1994, où le débit enregistré a été de 35 m³/seconde. (Mission IIB, 2004)

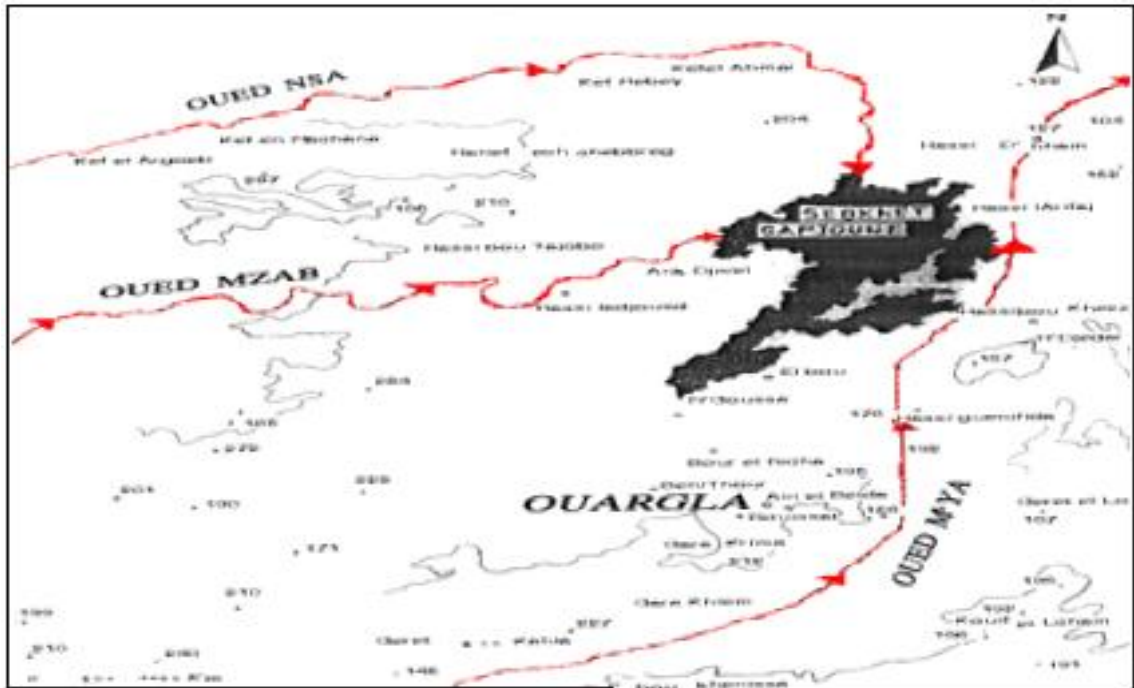


Figure 08: Réseau hydrographique de la vallée de Ouargla

1.7. Hydrogéologie

Introduction:

Les terrains du Bas-Sahara assurant l'infiltration et la circulation souterraine des eaux qui sont essentiellement représentés par les formations sablo-gréseuses du continental intercalaire des accumulations sableuses fluvio-lacustres du tertiaire continental. Sur les périphéries du bassin, se situe une nappe dans les bancs Cénomano-Turonien. Dans les régions où affleure la formation des eaux circulent dans les calcaires, en direction des parties basses de la cuvette, sous le toit imperméable des argiles du Sénonien inférieur qui peut atteindre une épaisseur de 300 mètres.

Dans les oasis d'Ouargla, il y a des nappes souterraines captives et phréatiques, Donc en peu dire que le grand bassin sédimentaire du Sahara septentrional contient trois principaux aquifères:

- A la base, se situe la nappe du continental intercalaire qui classe l'un des plus grands réservoirs captifs du monde (CI)
- Au milieu, se localise la nappe du complexe terminal (CT)
- Au sommet, s'installent les nappes phréatiques (non exploitées).

Les deux nappes, CI et CT sont actuellement, les deux principales ressources hydriques disponibles dans la région d'Ouargla, mais la nappes phréatique (nappe superficielle) peut être considérée actuellement comme ressource hydrique à forte salinité non exploitées

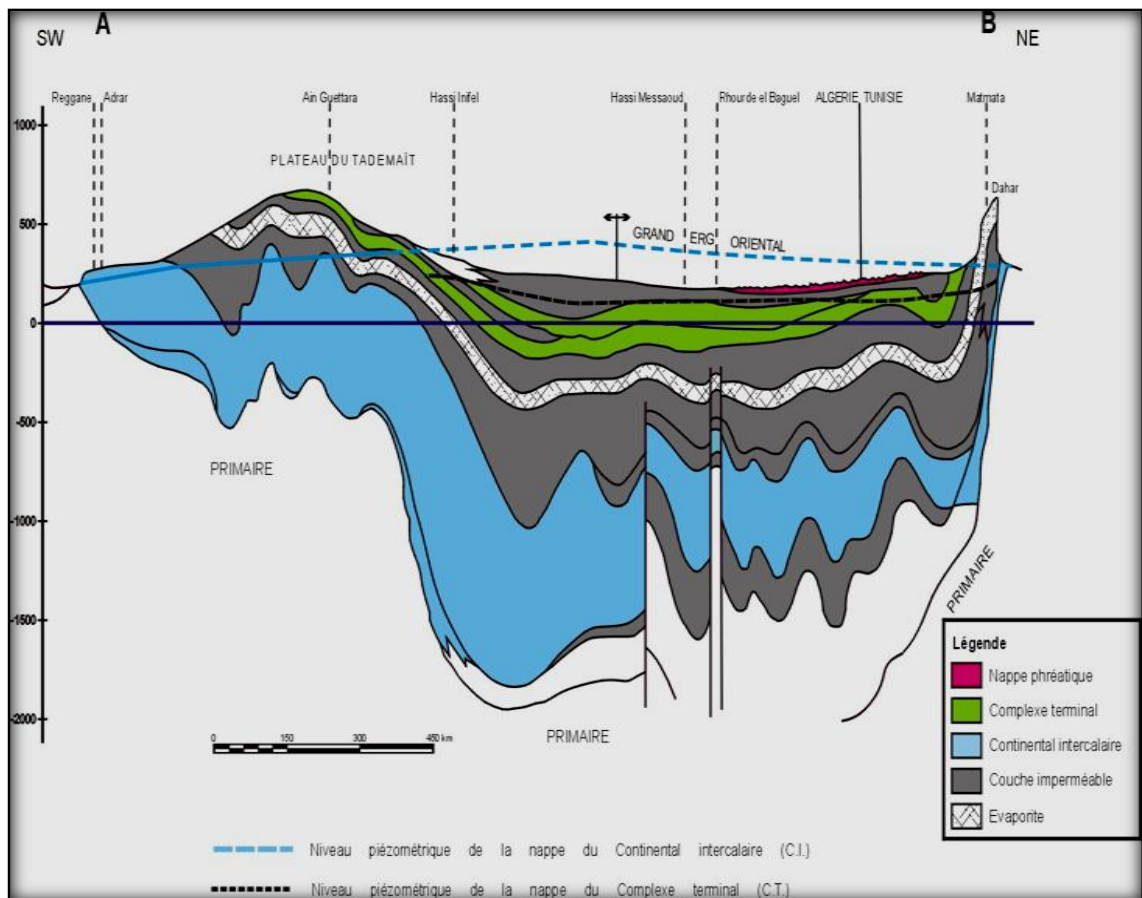


Figure 09: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972)

1.7.1. Nappe continentale Intercalaire (C.I.):

La nappe est de nature gréseux, sables et argiles. C'est le plus réservoir dans tout le Sahara, d'âge Crétacé inférieur (Barrémien et albien), le réservoir s'étend sur une superficie environ 600 000Km², il s'étend sur tout le bassin sédimentaire du Sahara septentrional, de la vallée d'oued Saoura à l'ouest, en territoire Tunisien et Libyen à l'Est. Au Nord-est de la dorsal du M'Zab, le toit de l'aquifère est constitué d'argiles et d'évaporites du Cénomaniens, à

une continuité sur tout le bassin du Ouargla et d'une épaisseur de 600m environ, d'une profondeur allons de 1200 à 1500m.

Généralement, les eaux de l'Albien sont beaucoup plus chaudes à forte pression et la température est environ 55°C, ce qui pose de nombreux problèmes. Cette nappe est caractérisée par une faible teneur en sel (1,7 à 2g/l au maximum).

La profondeur augmente du Sud au Nord, de 1000 m au bas Sahara, à 2000 m sous les chotts, provoquant ainsi une forte charge de la nappe sur tout le bassin oriental. Le substratum est constitué de formations argilo-sableuses et argileuses ou carbonatées d'âge de plus en plus récent du Sud vers le Nord.

La carte piézométrique établie lors de l'étude "ERESS" en 1972, montre que cette partie orientale de l'aquifère est alimentée par :

- Le piedmont Sud atlasique (au Nord-Ouest de Laghouat);
- Le plateau du Tinrhert. au sud;
- Le plateau du Dahr (Tunisie).

1.7.1.1. Alimentation:

Les apports d'eau au système s'effectuent:

- par infiltration des eaux de ruissellement des reliefs à la périphérie du domaine et de précipitations sur les affleurements :
- Au piémonts de l'Atlas Saharien du Tihert.
- Par transfère de l'aquifère à nappe libre de grand Erg Oriental.

1.7.1.2. Exutoire:

L'exutoire principal du système Est au Nord –Est, l'écoulement souterrain vers le Golf de Gabès par les foggaras. S'y ajoutent les débits des fuites à travers le toit de l'aquifère:

Faille de la dorsale d'Amguid- El Biod (0,6 m³/s) et les prélèvements par forage.

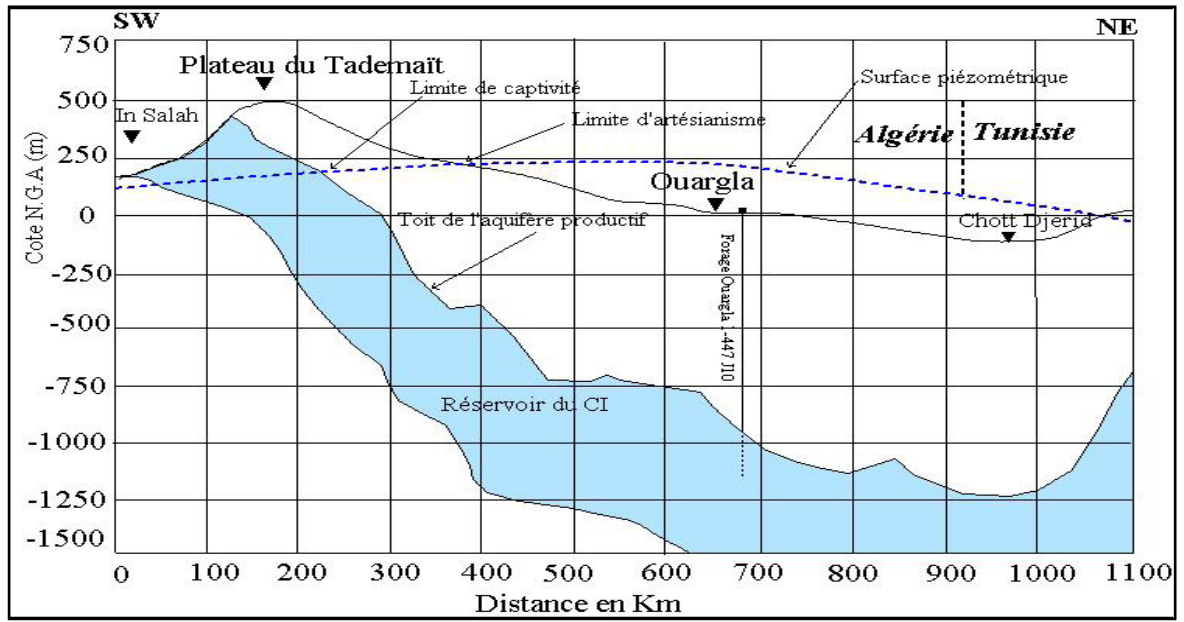


Fig n°10: Coupe hydrogéologique transversale du "CI" (UNESCO, 1972)

1.7.2. Nappe du complexe terminal (C.T)

Le système aquifère du C.T, couvre la majeure partie du bassin du sahara septentrional sur environ 350 000 Km, sa profondeur varie entre 100 à 400 m.

Cette nappe du C.T est composée de trois nappes aquifères, de bas en haut nous avons la nappe du Turonien, la nappe du Sénonien et la nappe du Mio-Pliocène.

1.7.2.1..La nappe du Turonien:

Elle est formée de calcaire fissuré, et constitue lui aussi un aquifère captif, reconnu sur une épaisseur de 60 m reposant sur un substratum imperméable du cénonanien anhydritique et argileux.

1.7.2.2.La nappe du Sénono-Eocène

Cette nappe est séparée de la nappe Mio-pliocène par une couche semi-perméable gypseuse-argileuse. C'est la seconde nappe artésienne du sous-sol de la vallée des oueds, se situe à une profondeur comprise entre 450 à 500 m en moyenne et d'une épaisseur varie entre 120 à 280 m. elle est formée de calcaire poreux à silex très coquilliers, gris jaunâtre à intercalation de marnes blanches et dolomitiques. La température de ses eaux est de 30°C à la surface. Elle est peu exploitée vu son faible débit.

1.7.2.3. La nappe du Mio-Pliocène

L'exploitation de la nappe de Mio-pliocène est extrêmement ancienne d'une profondeur allant de 70 à 140m, constituée de sables fins à grossiers à graveleux. A intercalation de calcaires blancs tendres et marnes sableuses d'argiles sableuses rosées et passées de gris et de gypse, la température de ses eaux est de l'ordre 23 à 25°C.

Elle s'écoule du sud-ouest vers le nord-est en direction de chott Melghir. La salinité de cette dernière varie de 1,8 à 4,6g/l.

1.7.2.4. Alimentation

Les rapports d'eau s'effectuent essentiellement par infiltration des eaux de ruissellement à la périphérie du bassin hydrogéologique, sur les parcours des oueds qui descendent des reliefs, pour s'écouler sur les formations perméables des affleurements.

Un apport faible mais non négligeable qui provient de l'infiltration de la précipitation en années exceptionnelles. Dans le grand Erg oriental, lequel alimente le Complexe Terminal.

1.7.2.5. Exutoire

Les exutoires sont constitués principalement par les cristaux de grandes cuvettes d'évaporation drainant ascendante, par les sources qui y émergent et par les prélèvements par pompage à partir de forages.

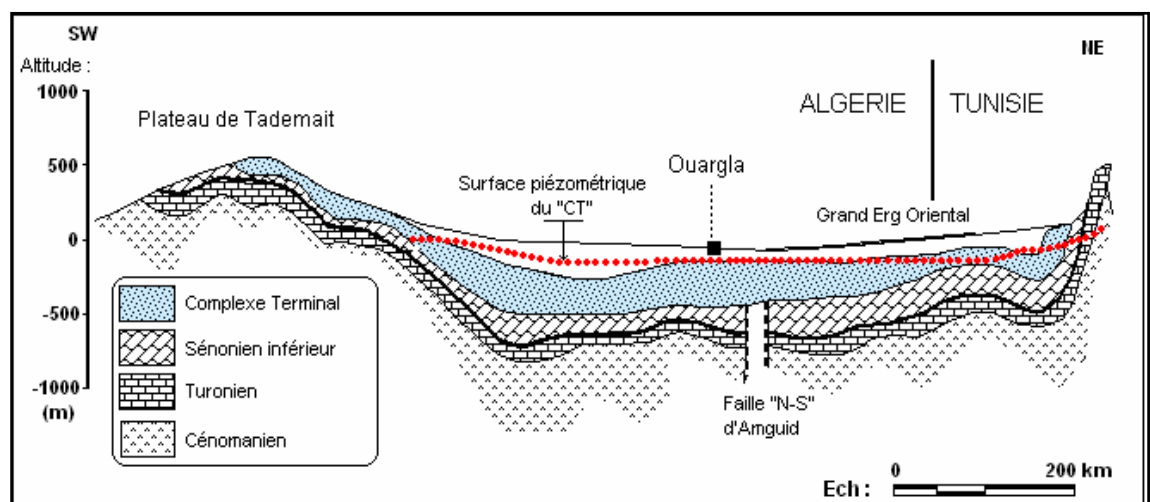


Fig n°11: Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)

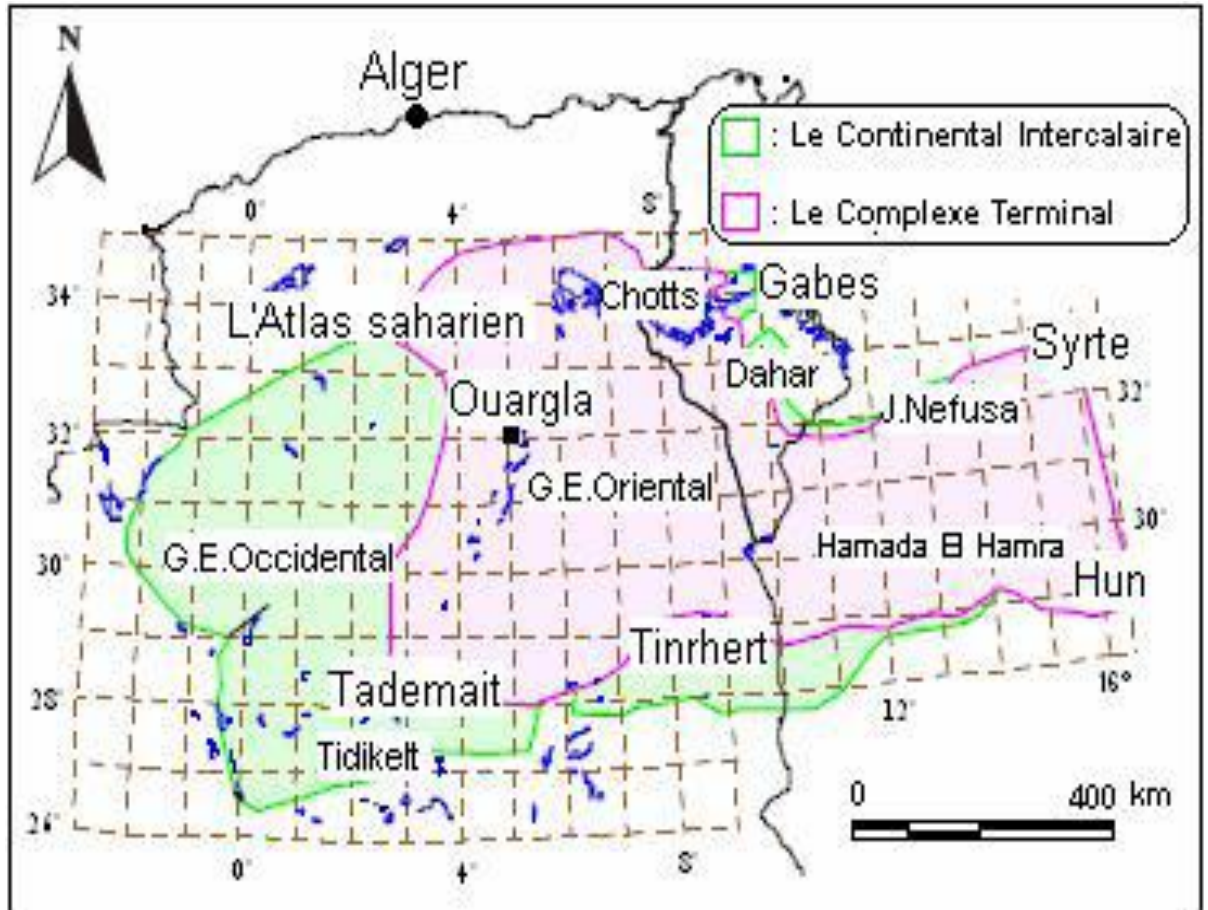


Fig n°12: Délimitation du "SASS" (OSS, 2003)

1.7.3. Nappe phréatique

La nappe phréatique repose sur une épaisse couche imperméable, qui s'étend tout au long de vallée de l'Oued m'ya (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

Sa profondeur varie de 1 à 3 m dans les zones urbaines et de 0.5 à 0.9 m dans les zones agricoles. Elle affleure dans les zones hotteuses et peut atteindre 15 m de profondeur dans certaines zones, les parties les plus basses hautes sont situées au sud et sous la ville de Ouargla et les parties les plus basses sont situées au niveau de sebkhat Safioune pour les plus basse. Leau s'écoule librement des points hauts vers les points bas. C'est-à-dire, du Sud vers le Nord suivant la pente générale de la vallée (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

La qualité des eaux de la nappe phréatique est très dégradée, la conductivité est très forte. Elle augmente en allant du Sud vers le Nord. Les températures des eaux de cette nappe varient généralement entre 15 et 20°C. Leur salinité est relativement faible dans les zones non

irriguées et naturellement drainées vers des sebkhas. La salinité de cette de nappe augmente par contre vers les points bas des zones non irriguées et surtout dans les palmeraies irriguées où elle varie en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation et de la salure du sol irrigué et donc principalement en fonction du rapport irrigation drainage (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

D'après (BG, 2004), La qualité des eaux de la nappe phréatique est très dégradée. La conductivité est très forte elle augmente en allant du Sud vers le Nord. A Safioune, la conductivité varie de 199000 à 214000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°, ce qui correspond à environ 250-300 g/l de sel. Au niveau de N'Goussa, la teneur en sel est d'environ 30 g/l.

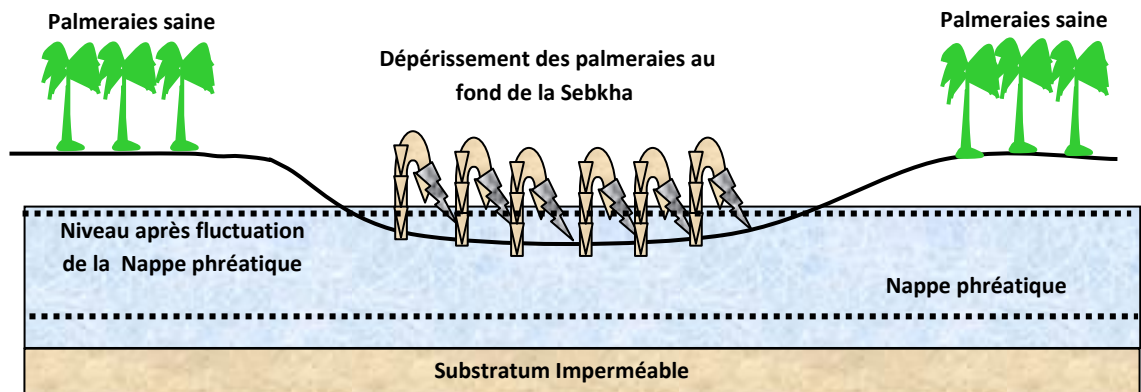


Fig n°13: Schéma de la fluctuation de la nappe phréatique (HAFOUA, 2005)

1.7.4. Sebkhas et Chotts

Le milieu naturel est constitué des chotts et des Sebkhas qui sont sur le niveau le plus bas de la cuvette de Ouargla, jouent le rôle de dépression et de décantation. Le chott est constitué de sable siliceux et/ou gypseux et de sols gypseux de surface et sub-surface, tandis que la présence d'une nappe phréatique permanente.

Sur les 99000 hectares que compte la cuvette de Ouargla, la superficie occupée par les zones de sebkhas est évalué à 21000 ha dont 3500 ha représentés par les chotts (lieux d'apparition des eaux stagnantes), parmi les plus importants on distingue le chott Ain Beida, Oum-Er-Raneb et Sebkhet Safioune, les autres sites sont de moins importance comme les Chotts de Saïd Otba et Bour El-Haicha, les sebkhas de N'Goussa et Bamendil. (BOUTELLI, 2011)

1.7.4.1. Chott Aïn Beïda

Le chott d'Aïn Beïda constitue le point bas de la ville de Ouargla, il a pu il y a de nombreuses années constituer l'exutoire des eaux de oued M'ya. Il couvre environ une superficie de 1000 hectares. Actuellement l'alimentation en eau du chott se fait à partir de la nappe phréatique dont le niveau varie en fonction de la saison et des actions de l'homme (drainage de la palmeraie, irrigation) et surtout à partir de la divagation des eaux usées déversées dans le Chott. (BOUTELLI, 2011)

1.7.4.2. Chott Oum-Er-Raneb

Le Chott de Oum-Er-Raneb est une zone humide située dans une cuvette située à environ 7 Km au Nord-Est de la Ville de Ouargla. Il est localisé entre l'agglomération de Sidi-Khouiled (Chef lieu de la commune du même nom) au sud et l'agglomération d'Oum-Er-Raneb au Nord. Le Chott est allongé selon une direction Nord-Sud. Sa superficie varie de 900 à 1400 hectares en fonction du niveau de l'eau.

Le Chott est entouré par des formations dunaires au Nord, à l'Est et au Sud. Le Chott de Oum-Er-Raneb est alimenté par les eaux usées de la ville de Ouargla et les eaux de drainage agricole depuis 1983. C'est un site très pauvre en végétation. Il est alimenté par deux principales canalisations qui collectent les eaux usées depuis une station de pompage située au Nord-Est du Chott de Aïn-Beida. (BG, 2004)

1.7.4.3. Sebket Safioune

La sebkha Safioune constitue le point le plus bas de la cuvette de Ouargla. Elle s'étend sur une superficie totale de près de 8000 hectares et constitue l'exutoire naturel des crues des oueds N'sa et M'zab.

La Sebkhha est limitée en bordure Est et Nord-est par une zone à topographie un peu plus élevée occupée par une végétation clairsemée de tamaris, et de salicorne. Ces deux espèces sont inféodées aux milieux salés voire très salés. A l'Ouest et au Sud, la sebkha est bordée par des dunes de sable. Les contraintes du milieu sont telles que toute végétation et vie animale est quasi inexistante. (BOUTELLI, 2011).

1.7.4.4. Sebkhât Bamendil

Sebkhât Bamendil, cette dernière situé à quelques kilomètres au Nord-ouest du centre de la ville de Ouargla, est considérée comme une bande allongée géographique et s'étale sur une superficie de 1838 ha environ. L'altitude varie entre 131,5 m et 130,8 m dans une région marquée par un climat aride. La Sebkhâ de Bamendil est caractérisée par la présence d'une nappe phréatique de faible profondeur, les eaux de cette nappe soumises à une forte évaporation ont tendance à se concentrer et les sols à se saler. La sebkhâ est limitée au Nord par un terrain vierge, au sud par l'agglomération et les Oasis de Ouargla ; à l'est par les Oasis et les Chotts d'Oum-Er-Raneb et de Aïn Beïda et à l'ouest par les oasis et l'agglomération de Bamendil .(BOUTELLI, 2011).

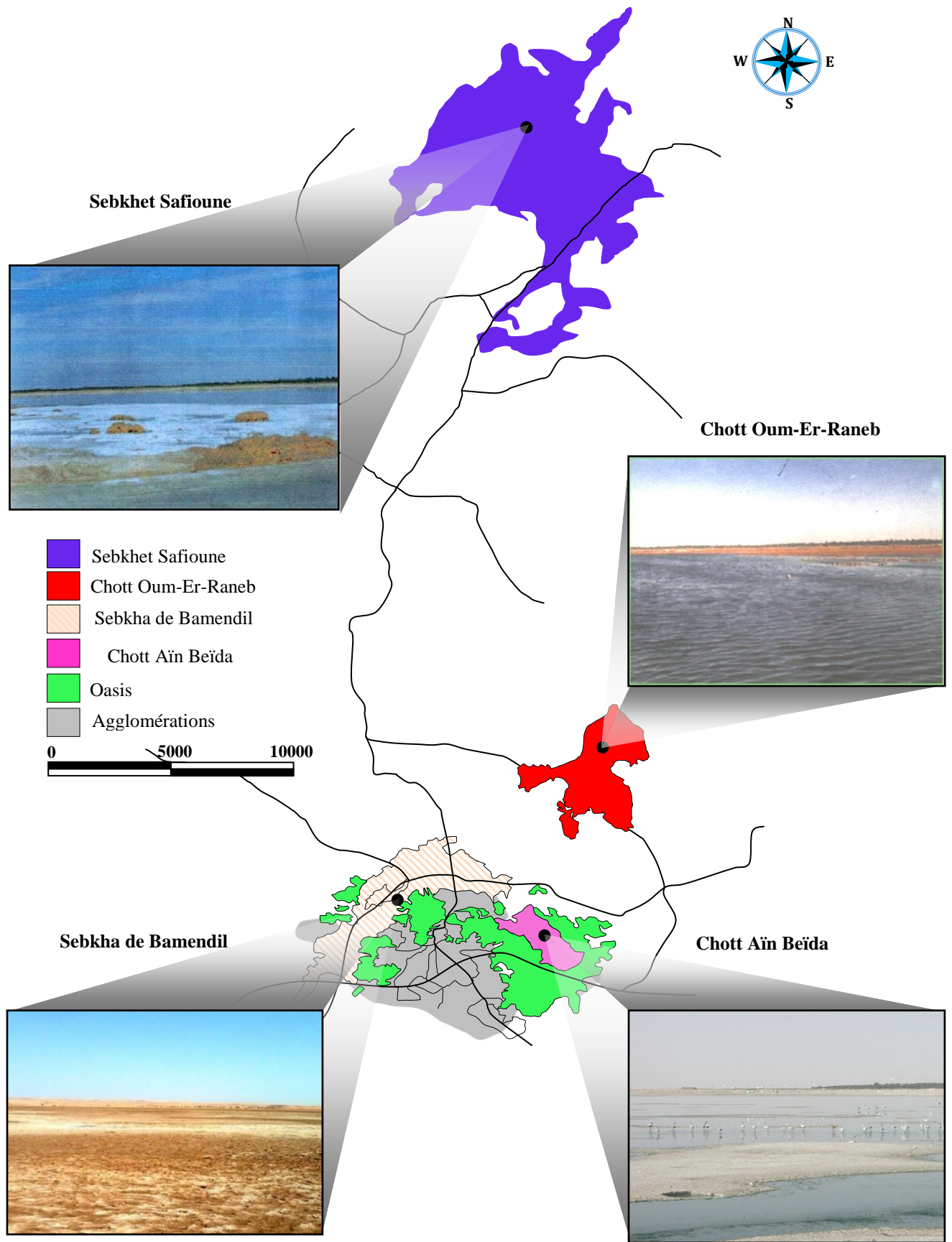


Fig n°14: Chotts et Sebkhass de la vallée de Ouargla .(BOUTELLI,2011)

1.8. Couverture végétale

La végétation naturelle est plutôt due au fait de la nature des sols et leur structure ainsi que le climat. Elle est plus ou moins présente suivant les régions. Ainsi, une végétation arbustive à acacias est rencontrée notamment dans les lits d'Oued, les vallées et les alentours des Gueltas.

Selon le service des statistiques de la direction des services agricoles; l'évolution des surfaces agronomiques est comme suite : La surface agronomique totale de la wilaya est de 4877393 ha ; la surface réellement utilisée est de 29839,5 ha ; et jusqu'à l'année 2005 la surface agronomique irriguée est de 17955.5 ha, avec un débit total d'irrigation de 49.7 hm³/an.

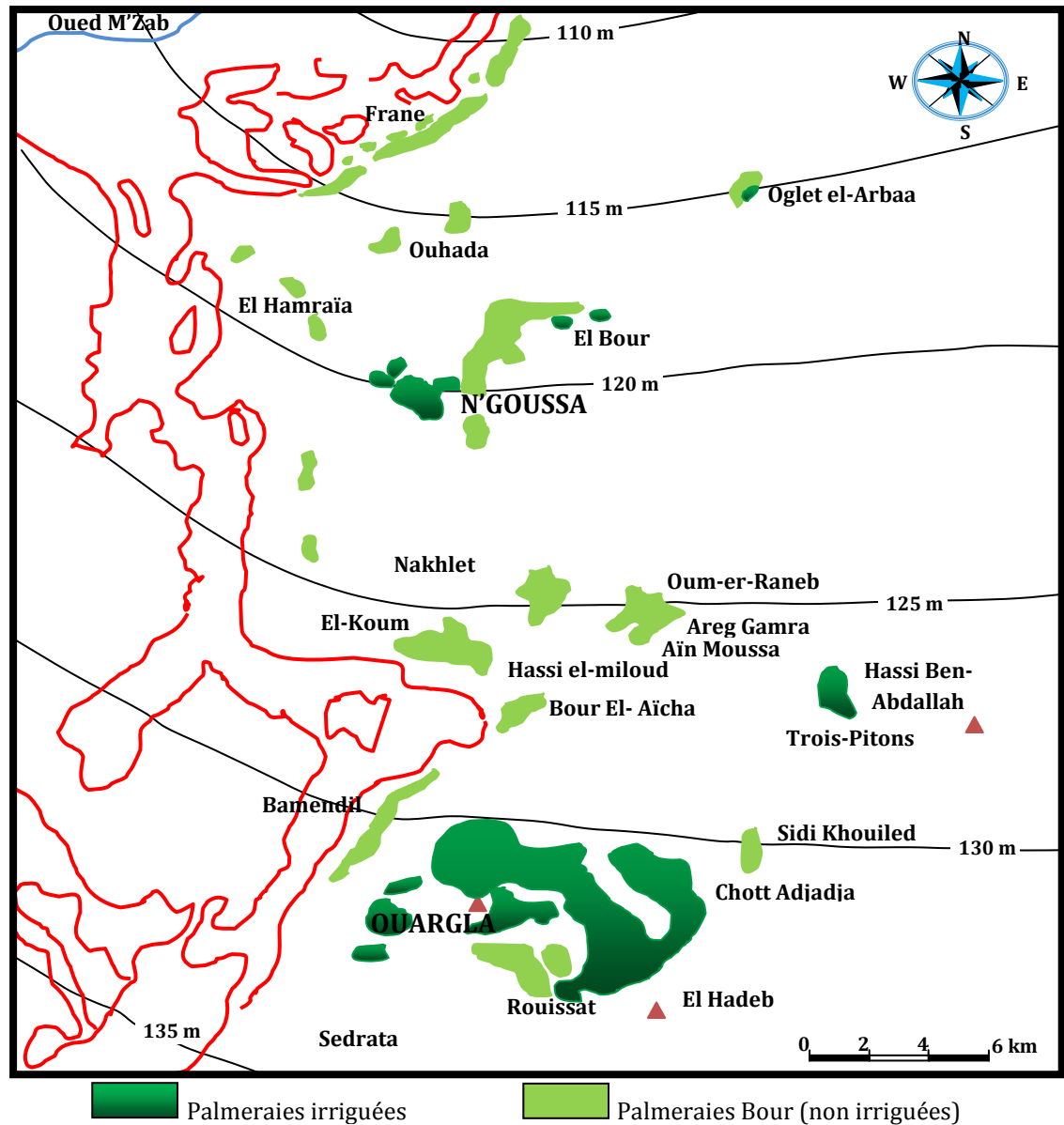


Fig n°15: Les palmeraies de la vallée de Ouargla .(BOUTELLI,2011).

2.Système oasien de Ouargla

Les dérèglements divers que connaît ainsi la cuvette de Ouargla soulignent qu'il s'agit d'un écosystème oasien en rupture d'équilibre et en péril.

L'agriculture oasienne préservatrice des équilibres est aujourd'hui en nette régression eu égard au déclin de la phoeniciculture et la spéculation foncière qui a induit une urbanisation alarmante des oasis a cette amorce de rupture écologique qui menace ainsi la cuvette de Ouargla, sous l'effet des dérèglements que subissent les fondements naturels et humains, s'ajoutent les dégâts que subit en même temps le patrimoine inestimable des oasis.

2.1. Caractérisation de l'oasis de Ouargla

L'oasis de Ouargla est constituée par un ensemble de palmeraies rattachées aux communes de Ouargla, N'goussa, Rouissat, Ain Beia. Cet ensemble compte plus de la moitié du patrimoine phoenicicole de la wilaya .

2.1.1. Les plantations bour

Situées à la périphérie nord de la cuvette, ces plantations de palmiers ont ici la particularité d'être mises en place à même la nappe phréatique dans des cuvette plus ou moins profondes. Dans ces conditions précises, l'irrigation des palmiers est inutile. Les jardins sont généralement petits et constitués de cultivars dattiers.

Elles représentent un nombre important de palmiers qu'il est difficile de comptabiliser du fait de leur état général et de leur dispersion. Les problèmes rencontrés sont essentiellement liés à l'entretien pratiquement inexistant, à l'âge avancé des palmiers et au rabattement du niveau de la nappe phréatique. L'état sanitaire y est également très préoccupant.



Photo n° 03 : les plantations de bour



Photo N°04 : l'ensablement des palmeraies bour

2.1.2. L'oasis de N'goussa

Occupant une position septentrionale dans la cuvette, N'goussa est considérée comme la plus ancienne implantation de la cuvette et la plus diversifiée génétiquement.

Les palmeraies irriguées sont en général constituées de jardins à plantations traditionnelles ou les densités sont souvent très importantes. La palmeraie de N'goussa peut être divisée en trois zones bien distinctes :

-La zone qui borde le vieux ksar, relativement entretenue en dépit de l'âge avancé des plantations.

-Un noyau central constitué d'exploitations abandonnées pour plusieurs raisons (problèmes de la nappe phréatique et de salinité, âge des plantations...etc)

-Une zone périphérique coincée entre les formations sableuses formées sur la sebkha et le noyau central. C'est la zone la mieux entretenue car relativement plus jeune que les deux autres.

2.1.3. Palmeraie des vieux ksour de Ouargla

Cette zone est constituée des palmeraies anciennes d'El-Ksar de Bouameur où se mélangent les systèmes de plantation (plantation traditionnelle, modernes et semi-modernes). La diversité génétique y est importante.

En plus des problèmes communs aux autres zones, celle-ci est fortement agressée par des extensions urbaines, en tant que principale victime des projets d'urbanisation anarchiques et irréfléchis.

2.1.4. Palmeraie de Ain-El-Beida et de Rouissat et de Benithour

Les palmeraies les plus importantes sont celles de Chott, de Adjaja, Ain-El-Beida, Rouissat et Benithour. Dans cette zone, des plantations de type moderne se font remarquer même si les plantations traditionnelles sont toujours dominantes. Les problèmes liés aux fluctuations de la nappe phréatique laissent apparaître des situations de dégradation irréversibles qui contribuent au développement des mauvaises herbes, ainsi qu'à une prolifération des parasites du palmier.

2.1.5. Palmeraie de Mekhadma et de Bamendil

C'est une zone où la majorité des plantations sont plus jeunes que celles des autres zones. Si la palmeraie de Mekhadma a les mêmes caractéristiques générales que les autres palmeraies, celle de Bamendil plus jeune est plus ou moins préservée pour le moment et est la plus productive de toutes. Sa localisation dans la cuvette et la qualité de l'eau d'irrigation sont à l'origine de cette préservation.



Photo N°05 : palmeraies Sidi Khouiled

Conclusion

Le climat de la région de Ouargla est connu par son aridité marquée notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations d'une part, et par les amplitudes thermiques et les températures très élevées d'autre part. Cette aridité ne se constate pas seulement en fonction du manque de pluies, mais aussi par une forte évaporation qui constitue l'un des facteurs climatiques majeurs actuels qui règnent dans la région.

Ce climat est de type méditerranéen aride, malgré l'effet de la continentalité, il est caractérisé par un Hiver doux et une période de sécheresse prolongée dominée par des vents de direction SW-NE.

La formation du "CI" est représentée par des dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux du Crétacé Inférieur. C'est un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 m et dont la puissance varie entre 200 et 400 m, à Ouargla, il est exploité entre 1 150 m et 1 350 m de profondeur.

Les formations du "CT" sont très hétérogènes, elles englobent localement les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-Pliocène. La profondeur est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.

La nappe phréatique repose sur une épaisse couche imperméable, qui s'étend tout au long de vallée de l'Oued m'ya , d'après des travaux précédents par les chercheurs , la qualité de ces eaux sont très dégradée.

La cuvette de Ouargla , se caractérise par la présence des chotts et Sebkhets , qui sont des milieux naturels, , jouent le rôle de dépression et de décantation. Parmi Les chotts on trouve: . Chott Aïn Beïda, . Chott Oum-Er-Raneb, concernant les sebkhats ; Sebkheth Safioune , Sebkhath Bamendil .

L'oasis de Ouargla est constituée par un ensemble de palmeraies rattachées aux communes de Ouargla, N'goussa, Rouissat, Aïn Beïa. Cet ensemble compte plus de la moitié du patrimoine phoenicicole de la wilaya de Ouargla.

Méthodologie de travail

1. Méthode d'approche

L'approche méthodologique choisie, permet de connaître la situation des ressources en eau dans la région de Ouargla , qui connaît actuellement de grands problèmes relatifs aux difficultés d'évacuation des eaux usées et à la dégradation de la palmeraie, . Cette première approche nous permet de proposer des solutions et d'envisager des perspectives de développement de ces ressources.

Cette étude a pour objectif la caractérisation de la qualité physicochimique, et parfois bactériologique, des eaux de ce système aquifère. Elles ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, . Aussi d' évaluer quantitativement les prélèvements sur les nappes qui constituent un élément important de la gestion des ressources en eau. et par conséquent, leurs impact sur la santé humaine et l'environnement

La méthode d'approche est divisé en deux étape :

1.1. La première étape

Approche des structures technico-administratives touchant à divers aspects afin de collecter des informations sous forme d'entretiens . Ces structures concernent :

- * Environnement : - direction de l'environnement DE ;

- * Agronomie : – DSA

- * Hydraulique : - A.N.R.H ;
 - DRE ; Subdivision de DRE
 - ADE;
- *Office national d'assainissement : - (O.N.A) ;

Dans ce contexte, nous avons effectué un travail des recueilles d'informations mené dans la région de Ouargla, sur la base des travaux des différentes structures de la zone. Cette recueille d'information englobe les informations brutes concernant : le nombre des forages et les volumes soutenir pour les différentes usagers, les résultats d'analyses des échantillons prélevés de nappe de CT et CI. et les informations sur STEP.

1.2. La deuxième étape

En fonction des objectifs fixés et à l'aide des travaux réalisés antérieurement par :
-M. SAKER (2010), et d'autre chercheurs , nous avons réalisé un diagnostic de la situation des ressources en eau de la région d'étude et apprécier leurs impact sur l'environnement de la région de Ouargla.

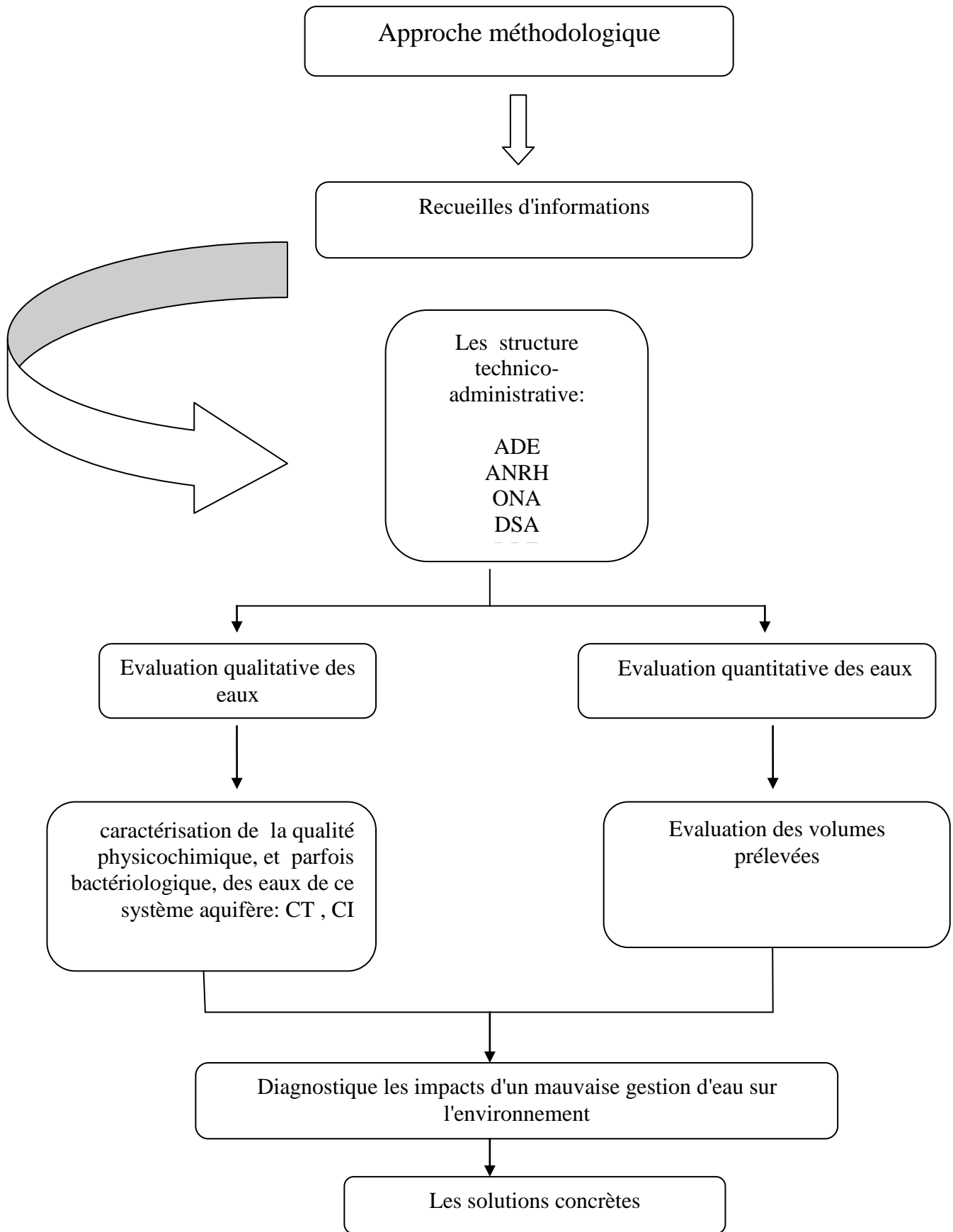


Figure N°17 : la démarche investigatrice

Introduction

L'eau, symbole de pureté et source de vie est le signe actuellement d'une civilisation qui s'intoxique. La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol et elle subit donc les dégradations de ces milieux. L'eau est exposée dans la nature à des pollutions de toute sortes (BOUZIANI, 2000).

Dans ce chapitre , on va voir:

- Aperçu sur les ressources en eaux dans la région de Ouargla
- Un aperçu sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la région d'étude . , aussi bien les eaux destinées à l'alimentation en eau potable que les eaux d'irrigation.
- analyser leur niveau d'exploitation et de gestion, sur la base de données estimées en basant essentiellement de quantifier les ressources mobilisables et les besoins en eau des usagers

1.Aperçu sur les ressources en eau

Malgré l'absence des ressources de surface , la vallée de Ouargla dispose d'une réserve hydraulique très important présente sous forme de trois nappes souterraines :

- 1- La nappe de l'Albien ou CI
- 2- La nappe de l'Albien ou CT
- 3- La nappe phréatique

1.1.Qualité des eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent la source principale en eau potable. Leur qualité chimique naturelle dépend essentiellement de leur origine, de la nature des alluvions et des roches qui emmagasinent l'eau, ainsi que de la concentration en certains éléments chimiques.

D'après ADE , les résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraines de la région de Ouargla comme suivant ou :

- La Miopliocène correspond le forage Cite Bahmid ;

- La nappe Sénonien correspond le forage de Ain El Rahma;
- La nappe Albien est le forage de El H'Adeb 01;

Tableau 06: Analyses physico-chimiques des eaux souterraines de région de Ouargla

Localité	Nappes			
	Miopliocène	Sénonien	Albien	Norme algérien
Conductivité à 25(us/cm)	3480	2570	2320	2800
pH	6.71	6.69	7.07	6.5-8.5
Ca+2 (mg/l)	220.44	272.54	216.34	200
Mg+2 (mg/l)	45.6	86.4	86.4	150
Na+ (mg/l)	450	400	200	200
K+ (mg/l)	20	10	30	20
HCO3-(mg/l)	174.25	180.9	174.65	-
Cl- (mg/l)	639.85	502.28	655.85	500
SO4 2-(mg/l)	850	1000	400	400

Sources : (EP, 2013)

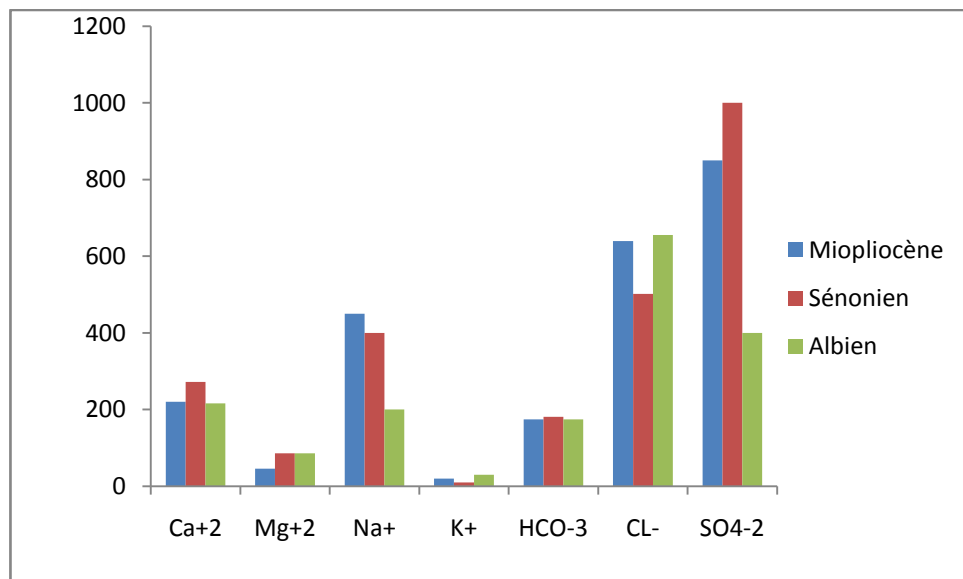


Fig n° 17 : Concentrations moyennes des éléments chimiques majeurs dissous (CTetCl)

L'histogramme ci-dessous montre que : le calcium et le sodium sont les cations dominants et que les sulfates et les chlorures, les anions dominants. Les autres éléments sont

moins importants. Les chlorures et le sodium ont d'origine le transit de l'eau par des niveaux évaporitiques. Les calcaires et les dolomies sont la source principale du calcium et du magnésium, tandis que les argiles et les marnes sont la source des sulfates. Les bicarbonates en hydrogéologie sont des indices de recharges, donc les deux nappes ; complexe terminal (Miopliocène et sénonien) et l'albien présentent une recharge assez faible.

1.1.2. Température

Tableau 07 : Températures des eaux de la région de Ouargla pour les différents niveaux aquifères captés.

Région de Ouargla	Date d prélèvement	Niveau aquifère	Température
Forage Cite Bahmid	18/02/2013	Miopliocène	25.5°
Forage Bamendille	10/03/2013	miopliocène	28.60
Forage Ain Hadji	18/02/2013	Sénonien	25.00°
Forage Ain Elrahma	18/02/2013	Sénonien	26.7°
Forage El'Hadeb 1	23/01/2013	Albien	56°
Forage El'Hadeb 2	23/01/2013	Albien	55°

Selon le tableau , nous remarquons que pour les deux autres nappes du complexe terminal, la température varie entre 25,50°C et 28,60°C pour la nappe du miopliocène et entre 25°C et 27°C pour la nappe du sénonien, on peut dire que les deux niveaux sont thermiquement homogènes avec une légère augmentation de la température pour la nappe du moi-pliocène ce qui est logique, car la température des nappes superficielles est plus élevée que celle des nappes sous-jacentes. Cela confirme l'absence de couches complètement imperméable entre ces deux niveaux aquifères.

La nappe de l'albien se caractérise dans toute la région d'étude par des eaux à températures très élevées (des eaux thermales), la température est de l'ordre de 55°C ceci implique la nécessité d'un refroidissement avant la distribution urbaine.

1.1.3.PH

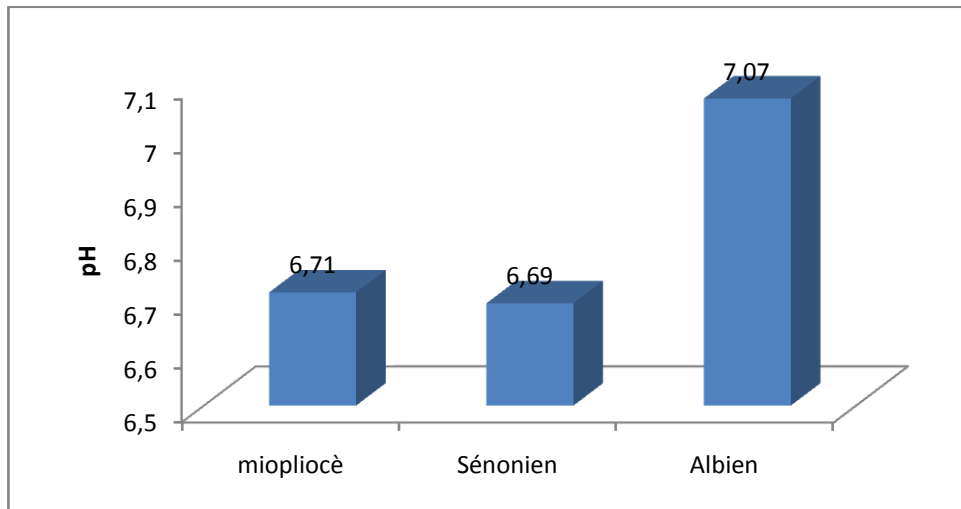


Fig n° 18: PH de continental intercalaire et complexe terminal dans la région de Ouargla

L'analyse des résultats présents dans le tableau ci-dessus montre que le pH de toutes les eaux est voisin de la neutralité avec un caractère plus ou moins alcalin. La plupart des eaux présentent aussi un caractère alcalin bicarbonaté du fait que le PH est souvent inférieur à 8,3.

1.1.4. Conductivité électrique

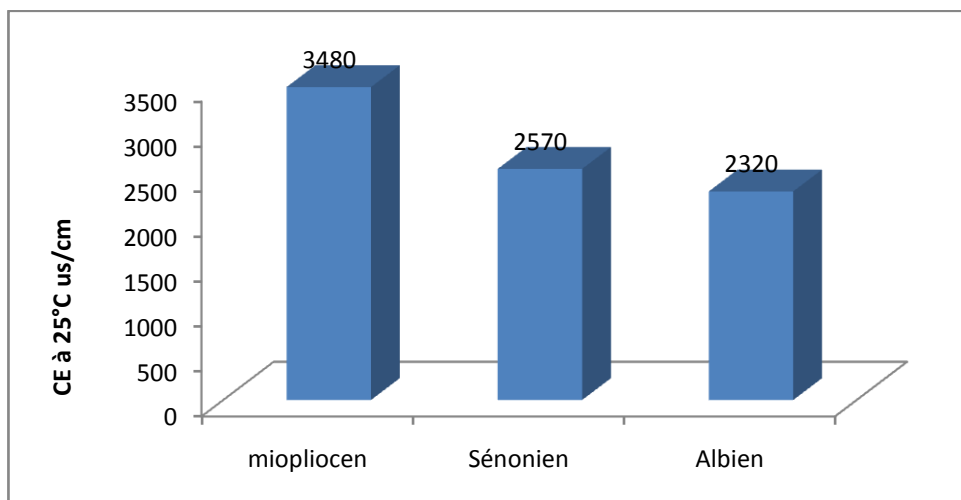


Fig n° 19: Conductivité électrique de CT et CI dans la région de Ouargla

D'après la figure ,toutes Les valeurs mesurées de la conductivité indiquent une minéralisation élevée car elles sont toutes globalement supérieures à 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. De plus elles correspondent à des valeurs de minéralisation totale dépassant les normes de

l'O.M.S (soit 1500 mg/l).

1.1.5. Titre hydrotimétrique

Les valeurs de la dureté mesurée, pour tous les échantillons prélevés dans les nappes de la région d'étude, sont classées en valeurs minimales et maximales

Tableau 08 : Duretés des eaux de la région de Ouargla

Région	La Nappe	La dureté (°F)
Ouargla	Miopliocène	74
	Sénonien	104
	Albien	90

(Source: ADE, 2013)

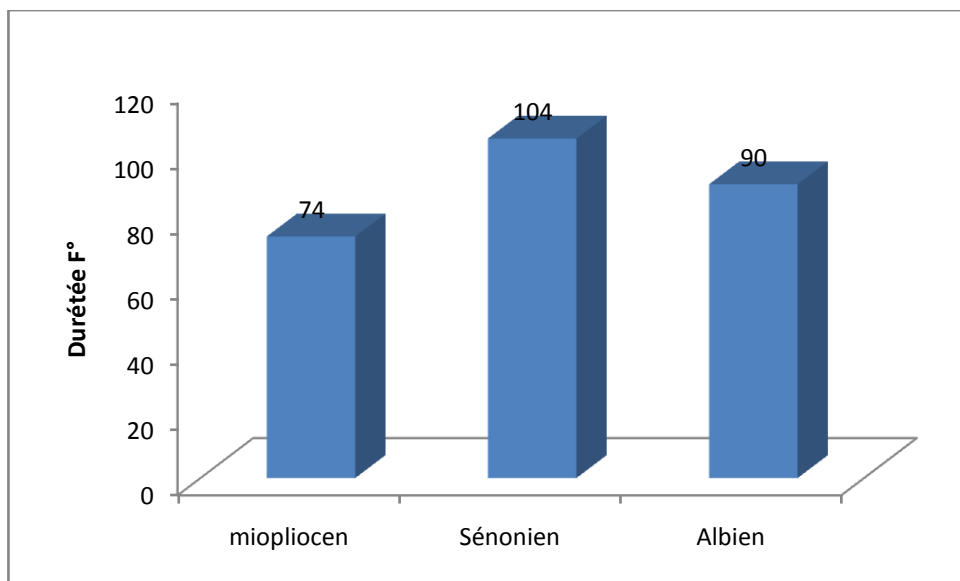


Figure 20: Duretés des eaux par nappe

Pour ce qui est des résultats obtenus, le tableau et la figure ci-dessous montrent que la plupart des eaux de différentes nappes possèdent une dureté totale supérieure à 50°F (la Concentration Maximale Admissible). La dureté totale la plus élevée est enregistrée au niveau de la nappe Sénonien où la valeur est les 104 ° F

1.1.6. Indice d'échange de base "i.e.b"

Tous les échantillons analysés présentent un indice d'échange de base négatif, indiquant des ions libres de Na^+ , K^+ et fixe les ions de Ca^{++} , Mg^{++} de l'eau

1.1.7. Faciès chimique

Après la représentation sur le diagramme de Piper, nous pouvons classer les anions et cations majeurs, comme suit: .

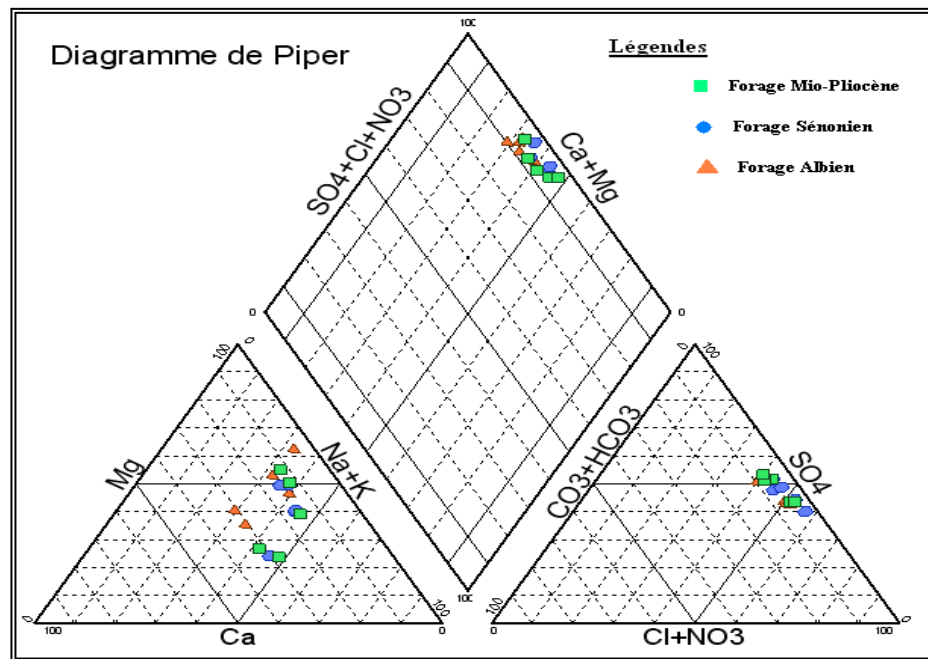


Fig n° 21: Classification des eaux de Ouargla

Les résultats de la qualité des eaux obtenus d'après les diagrammes sont comme suit :

Nappe du Miopliocène: les faciès d'eau sont rencontrés :

- Sulfaté calcique et sodique
- Les cations dominants sont le sodium et le calcium $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+$
- Les anions dominants sont les chlorures $\text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$

Nappe du Sénonien : sont de deux types :

- Sulfaté calcique et sodium
- Les cations dominants sont le sodium et le calcium $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+$

- Les anions dominants sont les chlorures $SO_4^- > Cl^- > HCO_3^-$

Nappe de l'Albien : les eaux de cette nappe sont de type chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

$Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$

$Ca^{++} > Na^+ > Mg^{++} > Na^+$

1.1.8. Salinité des eaux

Les données recueillies auprès de l'ANRH ont permis de déterminer la qualité des eaux des nappes du région de Ouargla, notamment les teneurs en résidu sec .

Tableau 09 : Répartition des teneurs en résidu sec (g/l) par nappe

Région	Nappe	RS (g/l)	Normes Algérienne
Ouargla	Miopliocène	3,3	2
	Sénonien	2,3	2
	Albien	1,8	2

Source ADE,2013

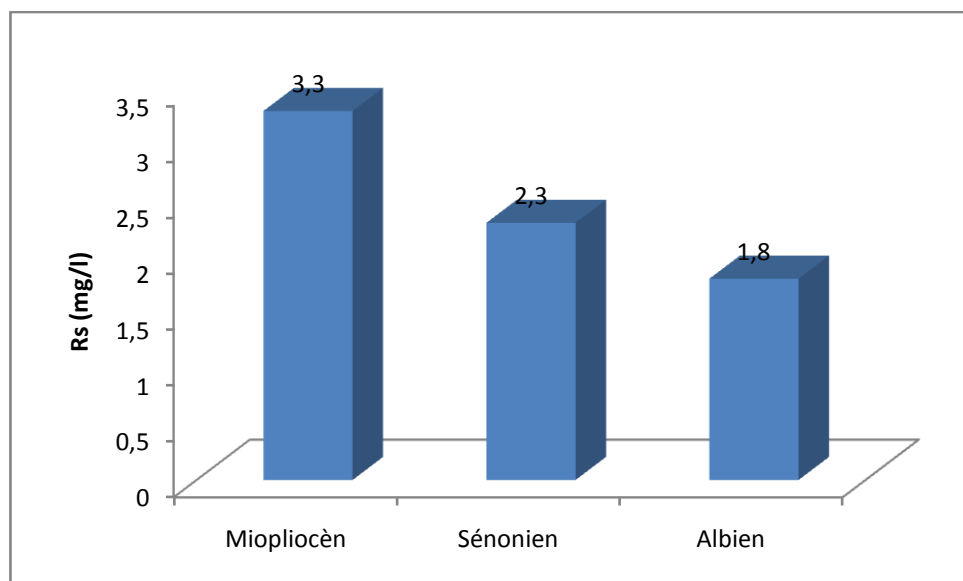


Figure 22: Répartition des teneurs en résidu sec (g/l) par nappe

D'après d'analyse de graphe, on remarque, que les eaux de la nappe du complexe terminal de Ouargla , elles sont classées dans les catégories salées à très salées et leurs valeurs sont comprises entre 2,3 à 3,3 g/l. Pour la nappe albiennne, les analyses chimiques montrent, que les eaux sont classées dans la catégorie faiblement à moyennement salée, la valeur est de 1,8 g/l.

2.Gestion qualitative des eaux souterraines

2.1.la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable

Une étude hydro chimique des eaux destinées également pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) a été réalisée par l'A.N.R.H à partir des forages. Les analyses des échantillons prélevés ont donné les résultats suivants :

- Bactériologique : L'eau destinée pour L'AEP de la ville de Ouargla se caractérise par une eau de bonne qualité bactériologique.
- Fondamentale : Une eau moyennement chargée en sels de type sulfatée magnésienne, dont le résidu sec varie entre 2 et 3 g/l, et la dureté (T.H) moyenne est comprise entre 87 et 123 F° (degré français).
- Eléments indésirables (Nitrate) : La concentration des nitrates dans les eaux des forages de la ville de Ouargla, oscille entre 02 et 18 mg/l en général , ce qui signifie que les eaux destinées pour l'A.E.P ne sont pas polluées, mais d'autres forages tel que les forages de Iffri avec 36g/l de nitrate, Ain Rahma 35g/l et enfin 39 g/l au niveau de H'deb (forage Albien) et qui sont des valeurs élevées et donc les eaux sont considérées comme polluées.

2.2. Qualité des eaux destinées à l'irrigation

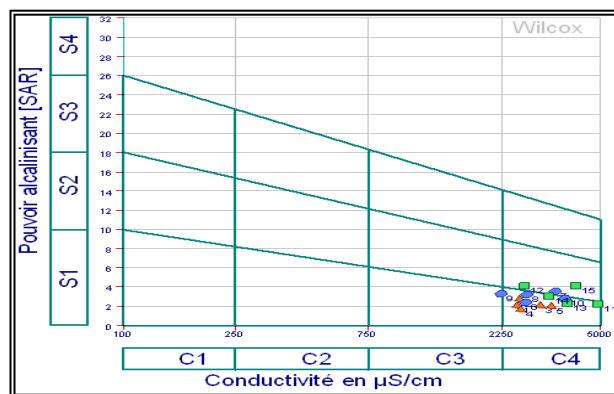


Fig. n°23 : Classification des eaux d'irrigation de Ouargla selon le diagramme de Wilcox.

Les résultats d'analyses des eaux souterraines de la région de Ouargla , révèle ce qui suit :

Tableau 10 : Classification des eaux d'irrigation

Région	Nappe	S.A.R	C.E <i>mmhos/cm</i>	Classe	Observations
Ouargla	Albien	2.87 - 4.96	2,320	C4S1, C4S2	Eau relativement chargée en sel, mais peut être utilisé à l'irrigation
	Mio-Pliocène (CT)	3.17 -5.81	3,480	C4S2	Eau relativement chargée, utilise surtout pour l'irrigation des palmeraies.
	Sénonien (CT)	3.35 -5.02	2,570	C4S2	Eau relativement chargée, utilisé surtout pour l'irrigation des palmeraies.

Pour la nappe Albienne, les résultats d'analyse des eaux montrent que la valeur de la conductivité électrique est 2,320 mmhos/cm, l'eau de cette nappe est relativement salée avec un SAR faible, qui est entre 2.87 et 4.96

Pour la nappe du Miopliocène et du Sénonien , les risques de l'utilisation de cette eau dans certaines régions sont marquées par une salinité très forte (on enregistre des valeurs supérieures à 4,09 g/l).

En revanche leur teneur en sodium est moyenne et peut présenter un risque d'alcalisation modérée dans les sols à texture fine (argile)

En conclusion ces résultats permettent d'affirmer que les eaux de la nappe albienne sont facilement utilisables dans les sols présentant un bon drainage. Quant aux eaux des nappes du Mio-Pliocène et du sénonien, elles peuvent être utilisées à l'irrigation dans des conditions normales et peuvent être également utilisées dans les conditions difficiles (voire Texture fine) en choisissant des plantes très tolérantes au sel.

3. Situation des eaux mobilisées à Ouargla :

Les potentialités en eau exploitables dans les zones sahariennes sont, selon le modèle ERESS de 1985, de l'ordre de 5 milliards m³/an et ce jusqu'à l'horizon 2040. Cependant, le modèle SASS de 2002, prévoit 6 milliards de m³/an jusqu'à 2030. La région de Ouargla a vu ces dernières années une mobilisation très importantes des ressources hydriques malgré les risques qu'elle peut engendrer.

3.1. L'évaluation des prélèvements en eau :

Dans la région de Ouargla, On a recensé près de 1116 forages nappe du CT qui mobilisent environ 357469685,3 m³/an , les forages du CI sont au nombre de 101 qui mobilisent environ 261092280,7 m³/an (Tableau N°23).

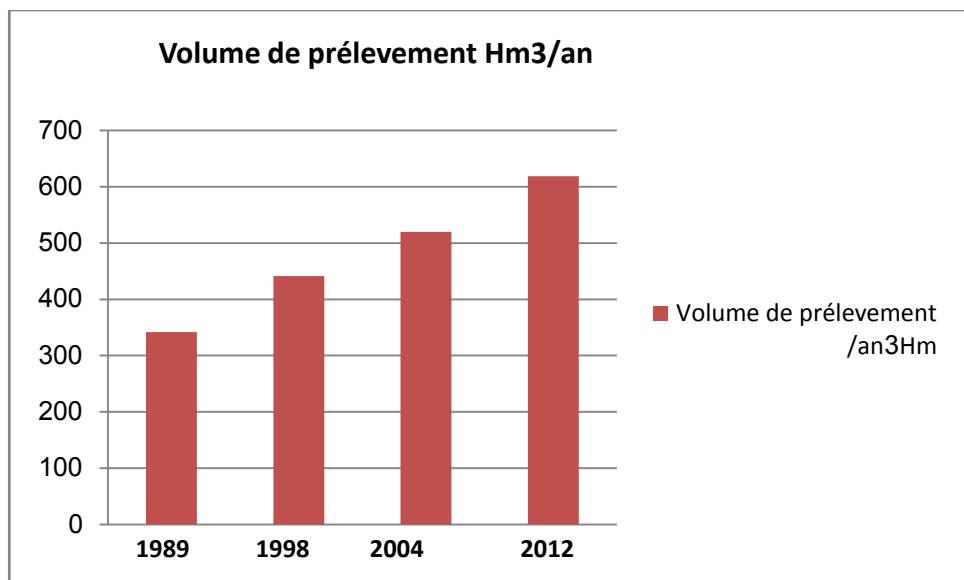


Fig n° 24: Evolution de volume de prélèvement par rapport les années(1989, 1998, 1998, 2012)

D'après le figure ,La comparaison des données actuelles avec celles des inventaires de 1989 et 1998, a permis de constater que les volumes prélevés à partir des deux systèmes aquifères sont passés de 342 Hm³/an en 1989, à 441 Hm³/an en 1998 et atteignent 520 Hm³/an en 2004 et atteignent 618,56 Hm³/an en 2012 .

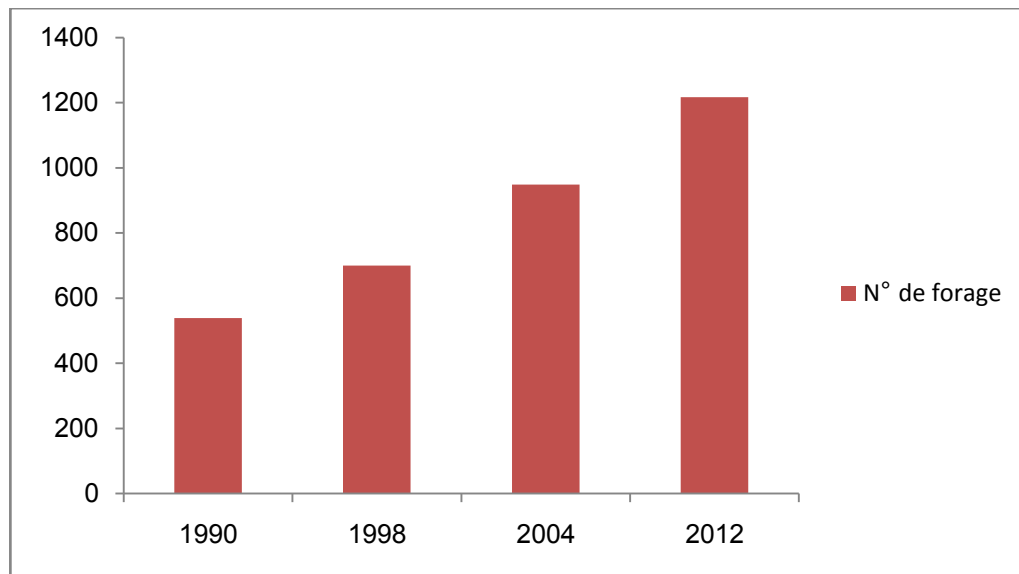


Fig n° 25: Evolution le nombre de forage par rapport les années(1990à2012)

D'après l'analyse de graphe ,cet accroissement des prélèvements est en liaison avec la multiplication du nombre de forages, qui est passé de **539** en 1990 à **700** en 1998 **et 949** en 2004 pour atteindre 1217forages en 2012 .

3.2. Evolution des débits mobilisés de 1998 à 2012:

Les données d'inventaires de 1998 et 2012 ont montré une élévation rapide du volume d'eau soutiré de la nappe au cours de cette période, passant de 117,73 millions de m³ par an soit 3,73m³/s en 1998 à 618,56 millions de m³ par an en 2012, soit 19,61m³/s.

3.3.Répartition des ressources mobilisées par secteurs:

Tableau 11: Tableau récapitulatif des prélèvements d'après CT et CI pour les différents types des usages

Nappe captée	usage	N de forage	Volume soutenir par usage (m ³ /an)				Volume total (m ³ /an)
CT	AEP	79	37353608,32				357469685,3
	IRR	761		286327956,48			
	IND	277			25699710,44		
	MIX	49				8088410,16	
CI	AEP	09	839488				261092280,7
	IRR	19		110313274,40			
	IND	68			135801541,24		
	MIX	05				14137977,06	
phréatique		48					1002321,07

Source : ANRH ,2013

3.3.1.Prélèvement de la nappe complexe terminal

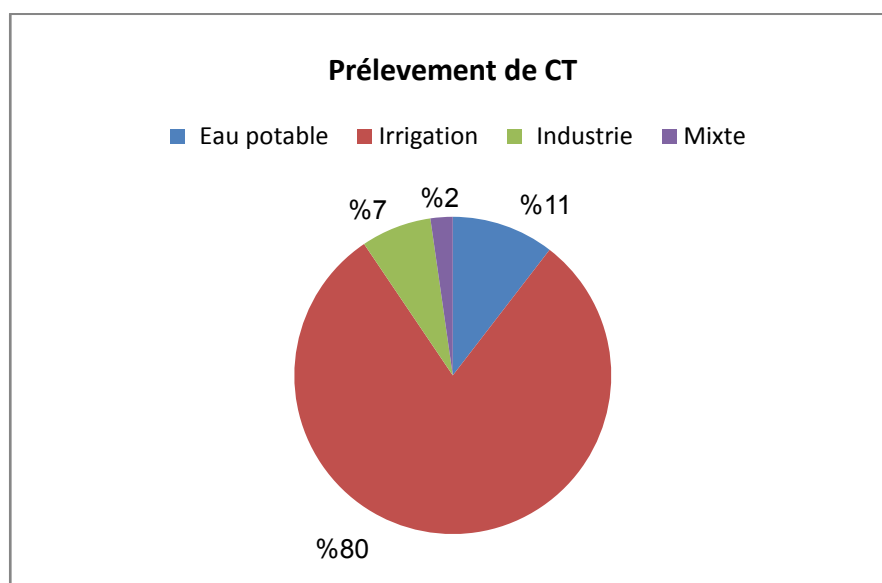


Fig n° 26: répartition de volume prélevé de CI pour les différents secteurs économiques (AEP, Irrigation, Industrie)

Selon la graphe, pour la nappe complexe terminal nous remarquons que les volumes prélevés entre les différents secteurs économiques sont environ 80% pour le secteur agricole et 20% pour les autres secteurs.

3.3.2.Prélèvement de la nappe Albien

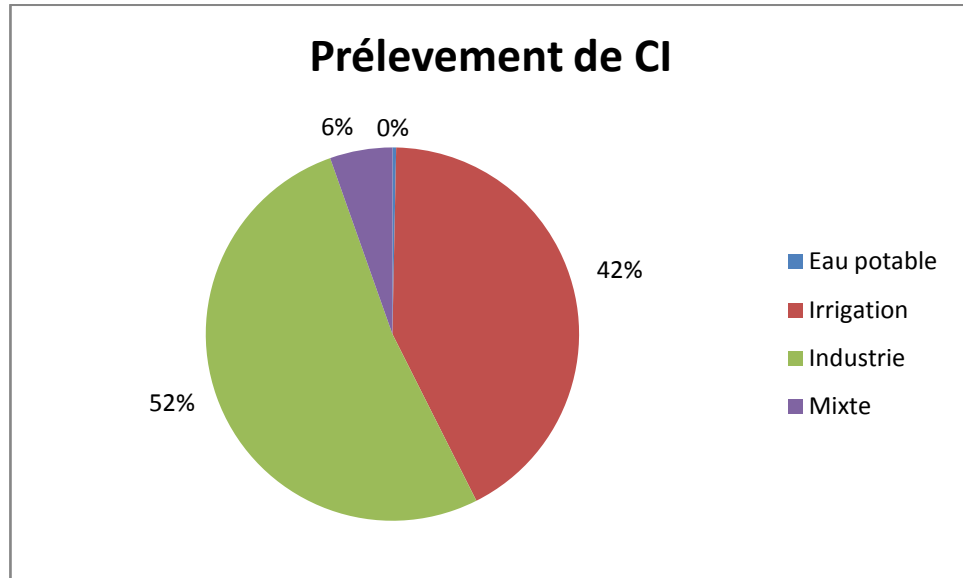


Fig n° 27: répartition de volume prélevé de CI pour les différentes secteurs économiques

Selon la graphe, pour la nappe Albien nous remarquons que les volumes prélevés entre les différents secteurs économiques sont environ 42% pour le secteur agricole et 58% pour les autres secteurs.

4.Les besoins en eau et leur évolution

4.1.Evolution de population

Tableau 12: Evolution de population des communes de la région de Ouargla allant 2005 jusqu'à 2011

COMMUNE	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ouargla	145,504	148,720	151,992	133024	139924	137,585	2141
Rouissat	56,050	56,777	57,515	58112	65178	62,913	5038
Sidi-Khouiled	7,048	7,189	7,333	8803	10926	10,173	10171

Ain-Beida	18,844	19,287	19,740	19039	20683	20,120	20120
Hassi-B- Abdallah	5,591	5,689	5,789	13196	5409	5,251	5251
N'Goussa	17,232	17,561	17,896	16581	17700	17,319	5664
Total							

Sources: ONS;2012

4.2.Besoins /Ressources en eau :

Les prélèvements d'eau potable dans cette région s'élèvent environ à millions de $275,46 m^3$ /an, provenant essentiellement des deux nappes , celui du complexe terminal (CT) et celui du continentale intercalaire (CI).

Tableau 13: la consommation domestique par communes

COMMUNE	Nombre Forages	Ressources mobilisées		Debit Exploité M3/J	Dotation L/H/J
		L/S	M3/J		
Ouargla	36	1,115	96,336	54,259	385
Rouissat	8	606	52,358	19,008	291
Sidi-Khouiled	6	140	12,096	925	596
Ain-Beida	5	132	11,405	9,072	456
H.B.Abdallah	2	60	5,184	3,024	608
N'Goussa	9	272	23,501	14,256	515
Total	66	2325	200880	100544	2851

Source : (ONS de Ouargla; 2011)

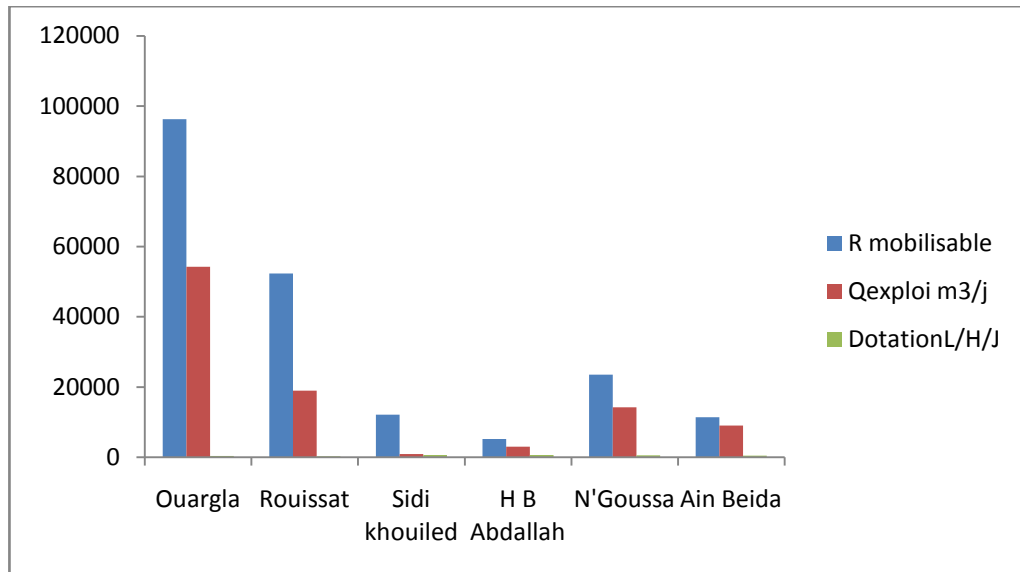


Fig n° 28 : Confrontation entre les ressources en eaux mobilisées et le débit d'exploitation et la dotation journalière dans les différentes communes de la région de Ouargla

D'après la figure , le bilan restera positif (volume exploitable est supérieur à la demande) mais il nous faut une gestion future des ressources en eaux dans la région qui se posera davantage en terme de maîtrise d'offre général et de l'efficience de l'irrigation en particulier.

Dans la région de Ouargla, le débit extrait destiné à l'A E P est supérieur aux besoins .La dotation journalière mesurée est en moyenne de **(475,16 l/j/h)** qui dépasse les normes de l'**Organisation de la santé (OMS) [100-150 l/j/h]**.

4.3. Envisager de scenarios possible à cours , moyen et long terme .

Les prévisions

la planification d'une stratégie de développement économique et durable dans la région exige des informations tant sur les ressources hydriques disponibles que sur l'évolution future de la consommation.

Tableau 14: prévision des besoins en eau pour la population de Ouargla sur une période à cours (2005) , moyen (2015) et long terme (2030).

N ° de prévision	population	Besoins en eau potable
2005	200.000	25 000
2015	270 000	43 000
2030	400 000	63 000

Sources: BG 2004

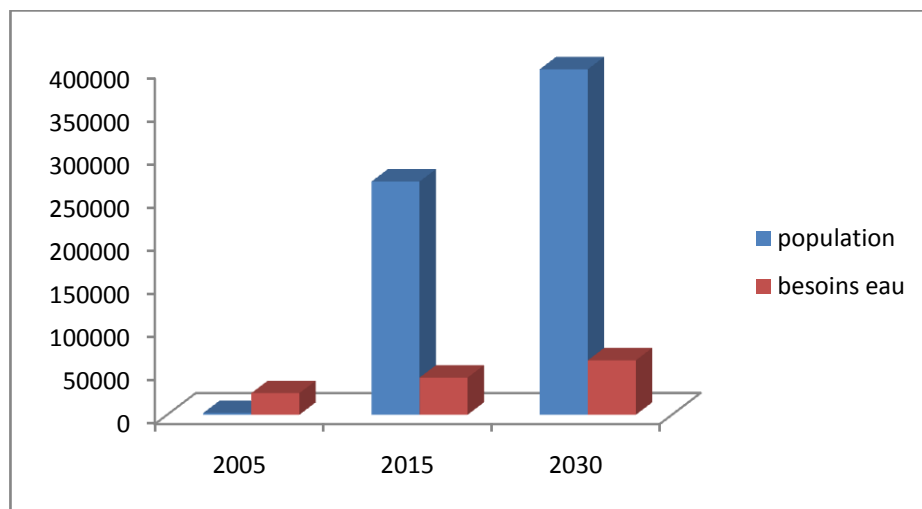


Fig n° 29: l'évolution future de la consommation des ressources hydriques de région de Ouargla sur une période d'observation allant du 2005 jusqu'a 2030 pour le secteur AEP

Les résultats de prévision qu'on a obtenus au niveau de la vallée de Ouargla s'expliquent par le fait que le bilan ressources – besoins est excédentaire même à long terme (2030) et que les besoins croissantes vont être compenser toujours par le volume d'eau exploitable , on conclus que L'établissement des scénarios de prévision nous permet de conclure que les offres en eau compensent les demandes des différentes usagers même à long terme . Mais malgré l'abondance de l'eau

5. Ressources en eau et périmètres irrigués :

L'inventaire réaliser par la direction de l'hydraulique de la wilaya de Ouargla (DHW), l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) et la direction des services agricoles (DSA), au coure de l'année 2012 fait ressortir un nombre de 780 forage dans la région de

Ouargla, dont 761 forages puisent de la nappe de complexe terminal et 19 forages de l'albien (CI). Avec un débit total d'exploitation 396641230,8m³/an.

Selon la même source le secteur de l'agriculture à lui seul prélève un débit total de 396,64 hm³/an.

Tableau 15 : Ressources en eau souterraines de la région de Ouargla.

Réservoir hydrogéologique	Nombre de forages	Débit total d'exploitation m ³ /an
Nappe de complexe terminal	761	286327956,48
Nappe Albienne	19	110313274,40
Total	780	396641230,8

Sources : DSA Ouargla 2012

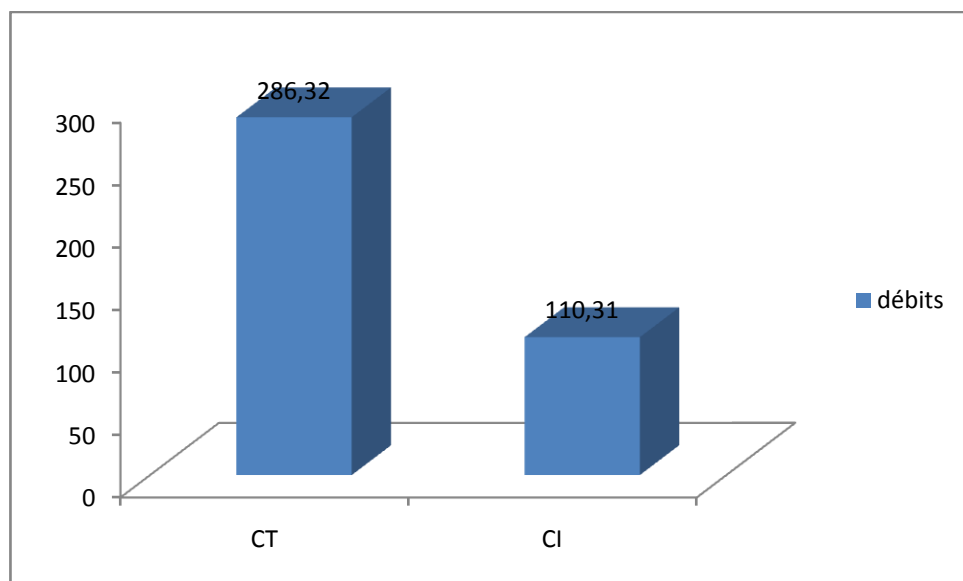


Fig n° 30: Le débit total exploité pour l'irrigation concernant CT et CI dans la région de Ouargla

Selon la graphie , on remarque que Dans la région de Ouargla, On a recensé près de 761 forages qui mobilisent environ 286327956,48 m³/an, sont couvert par la nappe du CT, par contre, les forages du CI sont au nombre de 19 qui mobilisent environ 110313274,40 m³/an (**Tableau N°15**).

5.1. Evolution des surfaces agronomiques

Selon le service des statistiques de la direction des services agricoles (DSA, 2012) ; l'évolution des surfaces agronomiques est comme suite :

La surface agronomique totale de la wilaya est de 4939378 ha ; la surface réellement utilisée est de 38378 ha ; et jusqu'au l'année 2012 la surface agronomique irriguée est de 20352 ha, avec un débit total d'irrigation de 396,64 hm³/an.

Tableau 16: la surface agronomique dans les différentes communes de région de Ouargla

	SAT (ha)	SAU (ha)	Irriguer (ha)
Ouargla	93865	2000	1763
Rouissat	396430	1150	992
Ain beida	184794	3755	1764
Hassi ben Abdallah	237995	6908	2307
N'Goussa	185109	2236	450
Sidi Khouiled	8299	882	450
Total région	1106492	16931	7726
Total willaya	4939378	38378	20352

SAT : Surface agronomique totale. SAU : Surface agronomique utilisable.

Source : DSA Ouargla 2012.

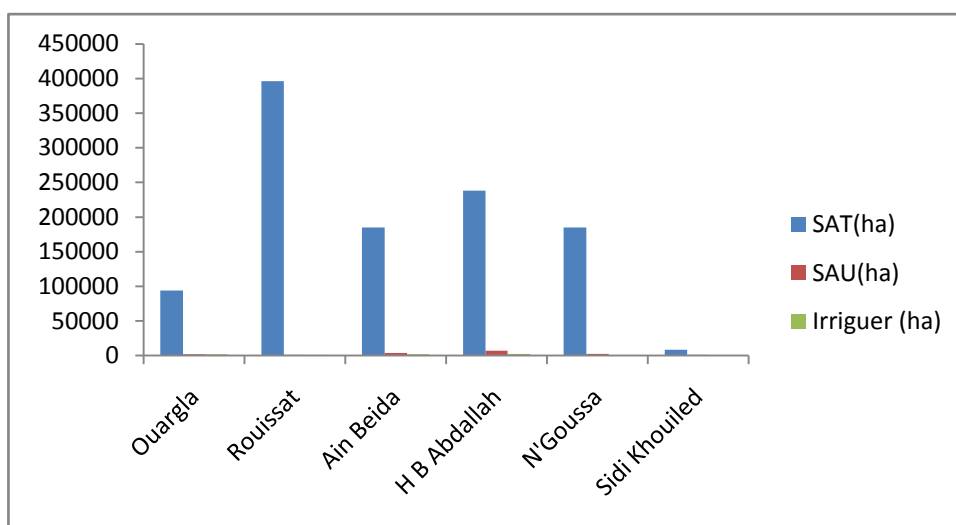


Fig n° 31: l'évolution de surface agronomique par commune dans la région de Ouargla

A partir d'analyse de graphe , nous remarquons que La commune de Hassi Ben Abdallah présente les plus grandes superficies irriguées à cause de mise en valeur ça traduit par l'augmentation de débit exploité.

le débit extrait destiné à l'irrigation est supérieur aux besoins actuels. La dotation mesurée pour l'agriculture est en moyenne **1.60L/S/Hec**, elle dépasse les normes **1L/S/Hec** pour les plantes mixtes et **0.7L/S/Hec** pour les palmiers.

5.2. Le système d'irrigation

Au niveau des palmeraies de la wilaya de Ouargla, l'irrigation se fait par planche où son avantage réside dans sa simplicité et son inconvénient réside dans sa contribution à l'accumulation des sels sur la surface du sol après évaporation. Les planches occupent les inter-rangs libres des drains, leurs dimensions sont variables suivant qu'elles sont utilisées pour des cultures intercalaires.

L'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion et l'irrigation par pivot , On peut aussi observer ces types d'irrigations (localisée, par aspersion et par pivot) dans les terrains mis en valeur dans la région de Ouargla et qui donnent de bons résultats.

Cette situation trouve son explication dans les systèmes d'irrigation qui sont utilisés et qui sont une source d'un important gaspillage d'eau (pertes dans les voies d'amenées d'eau qui parfois sont d'une longueur de 150 m).

L'eau est acheminée du forage par des canalisations souterraines vers des bassins. Elle est ensuite distribuée par des planches. Le système d'irrigation utilisé est la méthode de submersion qui provoque des pertes considérables



Photos 3&4 : Le système d'irrigation pratiqué dans la cuvette de Ouargla (N'goussa).

5.3. Système de drainage

5.3.1. Caractéristiques du drain principal de la région

Le réseau de drainage de la région de Ouargla est alimenté essentiellement par des eaux d'irrigation. Il a évolué énormément depuis 1986, sa longueur est passée de 49150 à 66650 m ; avec une répartition plus développée au sud de la cuvette.

Le réseau de drainage de la cuvette de Ouargla est de type des canaux à ciel ouvert à une profondeur varie entre (0,5 à 1,0 m), ce réseau n'est pas dense et son état est médiocre.

Le collecteur principal qui existe sur la périphérie de la ville et les palmeraies s'étend sur une longueur totale de 13600 m environ et une profondeur varie de 1 à 2 m, avec une pente varie entre (1 à 2 ‰) ; celui-ci a pour objectif de drainer toutes les eaux excédentaires d'irrigation et eaux usées, et de rabattre la nappe phréatique. (SEDAT, 2008)



Photo n°06. Drain principal côté Est



Photo n° 07. Drain principal côté Ouest

Le réseau de drainage de la cuvette de Ouargla est de type des canaux à ciel ouvert à une profondeur varie entre (0.5 à 1m), ce réseau n'est pas dense et sont état est médiocre (détruite).

Les drains secondaires et tertiaires à l'intérieure de la palmeraie sont inexistantes, sauf dans la région de Rouissat et Bni -thour. De ce fait les eaux de drainage ne sont pas évacuées en totalité ce qui nuit à état de la palmeraie et qui entraîne la salinisation du sol.

Le collecteur principale réalisé dans le profile de la cuvette commence à ce détériorer dans quelques endroits. Le profile est démolie et nécessite un profilage et des travaux d'entretien.

L'eau de drainage de Ouargla est très salée, elle nécessite la réalisation d'un réseau de drainage pour évacuer les eaux de percolation. L'absence de réseau de drainage et d'exutoire augmente le taux de salinité du sol.

Conclusion

La présente étude a permis de faire le point sur la qualité chimique des eaux de région de Ouargla, et ce selon les données disponibles. La classification des eaux a été faite pour l'ensemble des aquifères

D'une manière générale, la qualité des eaux dans les différentes régions de Ouargla est mauvaise et leur teneur en sels peut dépasser les 4 g/l de résidu sec. Cette forte teneur en sels est accentuée par la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol.

L'eau est relativement minéralisée dans régions de Ouargla dont l'eau de la nappe albienne se distingue par son caractère corrosif et une forte température. Ces eaux se distinguent par une qualité saumâtre à médiocre.

Pour la nappe albienne, le faciès chimique est généralement « chloruré et sulfaté calcique ». Le Résidu sec moyen est de 1.5 à 2.5 g/l. En effet, ces eaux sont de potabilité médiocre à mauvaise, elles sont caractérisées par des teneurs élevées en certains ions (Cl^- , SO_4^- , Ca^{++}), dépassant largement les normes fixées par l'O.M.S.

Pour la nappe Mio-Pliocène et Sénonien, généralement leurs eaux sont très dures, le Résidu de sec moyen est de 2.3 à 3.3 g/l, le faciès chimique est généralement « Sulfaté calcique et sodique ». La potabilité de ces eaux est médiocre à mauvaise, les teneurs de certains ions sont très élevés (Cl^- , SO_4^- , Ca^{++}) et dépassant largement les normes fixées par l'O.M.S

Cette augmentation du volume d'eau mobilisé s'explique par l'accroissement de programmes du développement agricole, d'une part, et les besoins à satisfaire de l'alimentation en eau potable de la population, d'autre part.

Les besoins en eau de l'homme augmentent considérablement dans le temps et touchent à des domaines de plus en plus nombreux pour satisfaire ses exigences de confort et d'agrément et pour répondre à une demande économique croissante.

Dans la région de Ouargla, le débit extrait destiné à l'A E P est supérieur aux besoins. La dotation journalière mesurée est en moyenne de **(475,16 l/j/h)** qui dépasse les normes de

l'Organisation de la santé (OMS) [100-150 l/j/h], de même le débit extrait destiné à l'irrigation est supérieur aux besoins actuels. La dotation mesurée pour l'agriculture est en moyenne **1.60L/S/Hec**, elle dépasse les normes **1L/S/Hec** pour les plantes mixtes et **0.7L/S/Hec** pour les palmiers. qui impose une problématique de gaspillage .

Introduction

Dans ce chapitre , on va voir les conséquences d'une mauvaise gestion des ressources en eaux dans la région de Ouargla sur l'environnement .

L'utilisation accrue des eaux souterraines au Sahara septentrional pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable a engendré des problème hydrogéologiques et notamment la création et ou la remontée des niveaux de nappe phréatiques nuisibles pour l'agriculture et l'environnement . La mauvaise gestion des ressources conjuguée à des problèmes pédoclimatiques et géomorpho- logiques ont fait apparaitre des phénomènes dus à des excès d'eau particulièrement dans la région de Ouargla (Khadhraoui, 2007).

1.Problèmes d'utilisation accrue des eaux sur les nappes souterraines et leurs conséquences :

Dans les prochaines décennies, la diminution de la réserve de l'aquifère sera par conséquent très importante.

L'exploitation irrationnelle de cette nappe Continental intercalaire non renouvelable notamment pour les besoins industriels et agricoles, dont nous remarquons une concentration des forages albiens, (19) pour la mise en valeur dans les communes Hassi Ben Abdallah et N'goussa et (13) pour les activités pétrolières dans la commune de Rouissat, peut causer d'énormes problèmes :

- Les eaux de l'albien sont très chaudes, Elles sont néfastes aux plantes irriguées et dégradent les réseaux de distribution.
- La forte tendance à l'entartrage des eaux limite rapidement le débit des puits malgré leur fort jaillissement et provoque l'obstruction des canalisations de distribution et le colmatage des appareils sanitaires.



Photos 08 : Les canalisations sont rétrécies par entartrage (DJEDEL M ; 2008)

Pour La nappe du complexe terminal ,La surexploitation des nappes profondes ; fossiles non renouvelables, a conduit au gaspillage important de ces ressources et à la diminution d'eau des réservoirs d'une part et d'autre part, crée des problèmes d'évacuation des eaux usées et la surcharge des nappes phréatiques.

Généralement, l'utilisation de quelques milliards de m³ d'eau par an va créer fatalement une perturbation importante dans les deux nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal, notamment dans les zones sensibles du nord du Sahara. Ces prélèvements entraîneront :

1.1.Chute de l'artésianisme :

Cette région était jadis caractérisée par l'artésianisme des forages des deux complexes hydrauliques (CT, CI). Cependant, depuis quelque temps, la disparition de l'artésianisme des forages du CT s'est manifestée. La surexploitation de cette nappe a entraîné un rabattement du niveau statique, qui s'est répercuté sur la chute de l'artésianisme qui a d'ailleurs presque entièrement disparu des forages du CT, hormis ceux captant la nappe du Sénonien, qui reste artésienne avec un faible débit (**0,3 à 1 l/s**).

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

- Le tarissement des exutoires des deux aquifères

1.2. Phénomène de percolation et ses conséquences sur l'environnement

Au niveau de la grande cuvette de Ouargla, on assiste également au phénomène dit de percolation inter-nappes. Il varie considérablement selon les saisons, l'utilisation et le rabattement du niveau de la nappe du complexe terminal constitue un apport permanent pour la nappe phréatique, facilité par la nature géologique des couches recouvrant cette nappe (roches perméables).

La percolation peut-être expliquée aussi par la nature topographique de la région d'étude qui se caractérise par des bassins de subsidence et par quelques élévations de terrains avec une variation de cote au niveau de SEBKHET SEFIOUNE et au niveau de la ville de Ouargla, ce qui constitue automatiquement, (avec la variation du relief), une discordance de relief entre ces deux points de cote. Cette percolation est constatée à l'intérieur de SEBKHET SEFIOUNE même.

1.3. Pollution des eaux souterraines :

L'exutoire naturel des eaux de Ouargla est constitué par les Chotts où les eaux stagnantes, cet état constitue une menace pour les eaux souterraines, car on ne sait pas s'il y a échange entre les différentes nappes et Chotts, et l'on ignore notamment si le fond du Chotts est et ou non imperméable, dans le doute, l'imperméabilisation du fond du Chott avait été envisagée, mais éliminée comme trop coûteuse. Pour l'instant, aucune mesure de contamination n'a été réalisée pour évaluer l'impact.

1.3.1. Mécanisme de contamination des nappes souterraines :

Selon **CASTANY(1983)**, la surface du sol est une zone d'échanges atmosphère/sol . L'introduction de différents types de polluants (liquides, solides ou gazeux) crée des foyers de pollution par épandage à la surface du sol ou enfouissement à des profondeurs plus ou moins grandes dans le sous-sol.

Les polluants sont mis en solution dont l'intensité de la pollution dépend de type de sol, de dose de polluant et des conditions climatiques (précipitation en particulier) qui apportent un volume d'eau variable. La migration du polluant se fait de la surface du sol

jusqu'aux nappes souterraines selon une direction subverticale qui cause à long terme la contamination de ces nappes.

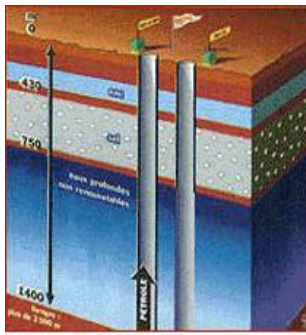
1.4. Effondrement de terrain

Cet écosystème est ainsi fondé sur la ressource hydrogéologique qui constitue à travers son exploitation inconsidérée récente une contrainte majeure : effondrement et l'instabilité due à la fragilité des assises géologiques constituant son sous sol. Cette instabilité s'est aggravée ces dernières années avec la réalisation de grands travaux pétroliers .

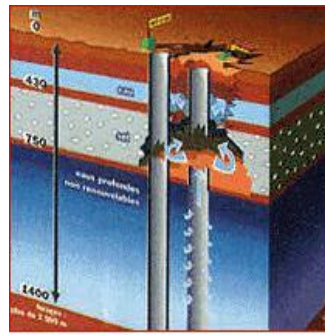
1.4.1. Phénomène de BERKAOUI

L'abandon et la reconversion des forages pétroliers en forages d'irrigation sans aucune mesure de sécurité ne cesse de provoquer ici et là des dégâts qui risquent de se transformer en catastrophes naturelles.

Le phénomène dit de BERKAOUI a été provoqué par la détérioration du tubage au niveau de la formation du sénonien, les eaux de l'albien ont alors lessivées la formation du sénonien créant ainsi un vide estimé entre 450 à 650 m de profondeur et avec le temps ce vide a pris d'autres dimensions et a fini par céder sous la pression des formations supérieures engendrant un effondrement de plus 100 m de profondeur sous forme d'un cratère de 400 m de diamètre , des mesures ont été prises pour boucher le forage mais le phénomène n'est pas totalement maîtrisé , il constitue de ce fait une menace sur les agglomérations de la région en général et sur la ville de Ouargla en particulier.



1978



1981- 1986



1986 - 1999



Photo 09: Effondrement de BERKAOUI(BENDAYA,2003)

1.4.2. Phénomène de Ain Zaccar

Le puits de Ain Zaccar se situe au Nord Ouest de Hassi Messaoud à 64 Km sur l'axe routier Hassi Messaoud – Ouargla .

Le puits a été foré par l'entreprise ALFOR en 1975 – 1976 pour le compte de SONATRACH. Les différents tests effectivement confirment que le puits est improductif. Le forage pétrolier converti en puits d'eau , reversion qui ne répondait pas aux normes, a créé une cave avec risque d'effondrement .

Il fait l'objet d'une surveillance régulière par la SONATRACH, les tentatives de récupération des outils ayant échoué.

2. Conséquences engendrées par les excédents hydriques

La surexploitation des ressources en eau, associée à l'absence d'un système efficace de drainage et d'évacuation, effectivement conduit à :

L'apparition d'un phénomène « D'excédent d'eau » et de « remontée » au niveau de la nappe superficielle.

2.1. Remontée de la nappe phréatique :

La région de Ouargla souffre à la fois d'un manque et d'un excès d'eau : l'eau rare mais envahissante ; Le problème est la remontée de la nappe phréatique. Ce phénomène touche des zones de la cuvette (Rouissat-Beni Thour, Said Otba, Mekhadema et la ville de Ouargla).

Cet état de fait pose de graves problèmes écologiques dans les zones urbaines et agricoles. L'eau stagnante ou affleurante, dont la salinité est très élevée, menace les palmeraies et l'ensemble de la végétation. Par ailleurs, les eaux usées collectées à travers un réseau en mauvais état général, sont évacuées vers la dépression d'Oum Raneb au Nord de Ouargla sans traitement et constituent ainsi un facteur grave de pollution.

2.2. Principales causes de la remontée des eaux :

Une des causes principales de la remontée des eaux dans la région de Ouargla est d'ordre morphologique (cuvette), une topographie très plane conjuguée à un manque d'exutoire naturel, cette situation est aggravée par l'irrigation non contrôlée des palmeraies.

L'alimentation de la nappe phréatique provient essentiellement :

- Des rejets d'eaux usées d'origine domestique ;
- L'eau excédentaire liée à une irrigation irrationnelle des palmeraies ;
- Les fuites d'eau dans les réseaux de distribution ;

- L'apport des eaux des anciens forages dont les tubages sont détériorés ;
- Les forages pétroliers reconvertis en forages d'eau ;
- L'inefficacité des réseaux de drainage ;
- Les eaux de ruissellement venant des parties hautes et des apports de crues des trois Oueds dans la cuvette (Mya, N'sa, M'zab).

Un bilan hydrique a été tenté pour chiffrer l'ensemble des phénomènes de migration d'eau dans le sous-sol, quels soient d'origine agricole, d'assainissement ou d'AEP. Le schéma qui suit illustre les termes de ce bilan (**Figure N° 31**).

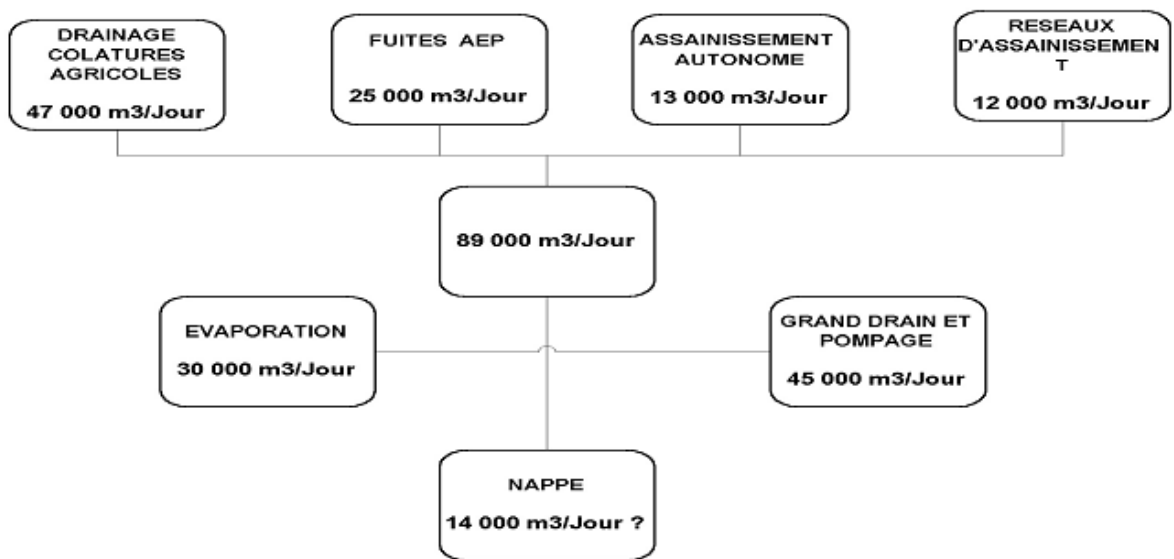


Figure N°32 : Bilan des phénomènes de migration d'eau dans le sous-sol de Ouargla (BG., 2004)

2.3. Description du phénomène

La remontée capillaire est un phénomène qui reste limité dans l'espace ; elle dépend beaucoup de leur perméabilité des sols et par conséquent de leur granulométrie et de leur structure . Ainsi, parmi les facteurs les plus importants qui sont à l'origine de la saturation et de salinisation des sols par la remontée capillaire , on trouve l'aridité du climat à laquelle s'ajoutent la géomorphologie , la topographie et hydrologie du terrain, les caractéristiques physico-chimiques du sol(structure , texture....), les techniques d'aménagement des sols et des eaux.

Après l'irrigation, l'eau se perd en partie dans le sol, une partie des pertes par percolation peut être considérée comme bénéfique parce qu'elle contribue à lessiver régulièrement le sol, ce qui est nécessaire. Une seconde partie provoque la remontée du niveau phréatique si important que la zone racinaire des cultures et même la surface du sol deviennent accessibles au mouvement capillaire. L'eau sale, une fois au contact de la surface, elle s'évapore et couche blanchâtre de sels se dépose sur les horizons supérieurs du sol. Il faut noter que le phénomène se produit avec ou sans irrigation (HAROUNA, 2001), et le sol se dépose à partir d'une concentration de 2g par litre (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1998).

2.4. Pollution de nappe phréatique :

Les eaux de la nappe phréatique sont polluées à cause des infiltrations d'eaux dues aux fuites des réseaux d'assainissement défectueux et à la présence des puits perdus utilisés à ce jour. Ceci est prouvé par les analyses chimiques faites qui indiquent la présence de nitrates de 5 mg/l dans les zones désertiques, 250 mg/l dans les zones Hotteuses et de 33 mg/l en zones agglomérées (ANONYME b, 2002).

Cette situation a engendré de graves conséquences pour l'environnement comme :

- L'asphyxie d'un grand nombre de palmier.
- Contamination de la nappe phréatique et les autres nappes souterraines .
- Effet nuisible sur la santé des population

3. Les impacts des rejets liquides sur l'environnement :

La région de Ouargla connaît un grave problème d'excédents hydriques causé par les rejets d'eau de drainage et d'eaux résiduelles urbaines. En plus de ce problème, il existe un autre qui est la dégradation de la qualité de l'eau destinée à la consommation des ménages.

Les impacts des rejets liquides sur l'environnement sont les suivants :

3.1. Le cadre de vie des citoyens :

La dégradation de la qualité de l'eau engendre à l'apparition de maladies qui constituent une tragédie humaine et qui sont :

3.1.1. Les maladies à transmission hydrique (MTH) :

Appelées également maladies des mains sales ou maladies des canalisations. Constituent un groupe de maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhées, vomissement...) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs, comme la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté. Les maladies hydriques ont toujours sévi à l'état endémique. La dégradation de l'hygiène de milieu, l'explosion démographique et l'urbanisation anarchique, ont favorisé l'éclosion des multiples foyers de ces maladies qui déterminent souvent d'importantes flambées épidémiques de Choléra, de fièvre typhoïde et hépatites virales (**BOUZIANI, 2000**).

Tableau 14: Répartition des maladies à transmission hydrique de déclaration obligatoire par tranche d'âge et par sexe d'après DSP 2012

Nature d'affectation	0à1		2à4		5à9		10à14		15à19		20à44		45à64		64&+		TOTAL		Total général
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Choléra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fièvre Typhoïde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Dysenterie	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Oxy-Infect- Alimen- Colle	2	0	6	0	7	10	3	2	5	3	142	34	10	2	2	0	177	51	228
Hépatite A	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	1	4
Paludisme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	6
Total	2	0	6	0	7	10	4	2	7	5	142	35	10	2	2	0	180	54	240

Selon la **D.S.P.(2012)** ; dans la région de Ouargla enregistré :

- 01 cas de fièvre typhoïde ;
- 01 cas de dysenterie ;
- 228 cas d'oxy-infect-alimen-colle ;
- 04 cas de hépatite;

- 06 cas de paludisme ;

3.2..Impact de la remontée et la salinisation des eaux phréatiques sur les palmeraies

3.2.1.Dégradation des palmeraies

Actuellement les zones de palmeraies connaissent d'énormes problèmes , dont la plus part liées directement à la conditions naturelles de la région(morphologie de terrains, forte évaporation, salinité des eaux et des sols), et à une mauvaise exploitation des palmeraies (travaux culturaux, entretien, mode d'irrigation). Ces contraintes conjuguées à une utilisation abusive des eaux profondes pour l'irrigation par submersion , se sont traduite par la remontée de la nappe phréatique .

D'après (DADDIBOUHOUNE et al, 2005). La remontée de la nappe phréatique dans la cuvette de Ouargla a connu une situation critique, avec des conséquences graves sur l'environnement et précisément sur les palmeraies, qui résulte d'une salinisation du sol

3.2.1.1. L'asphyxie de l'oasis de Ouargla par les eaux de nappe phréatique

La problématique de l'eau dans la cuvette de Ouargla relève par un excès d'eau et une remontée de la nappe, avec toutes les conséquences engendres.

Par ailleurs, dans l'ancienne palmeraie de Ouargla, principalement dans le bas fond de la cuvette (Chott et Mekhadma et Bamendil et même récemment la localité de Sidi Amrane), l'agriculture souffre de la remontée de la nappe et par conséquent de la remontée des sels.

Dans certaines zones, l'insuffisance d'eau est le résultat de pertes importantes suite à un réseau d'irrigation défectueux, non entretenu et envahi par les mauvaises herbes, des sols filtrants et un pouvoir d'évaporation élevé,

D'autre part, l'excès d'eau est du principalement à un système de drainage déficient et une mauvaise conception du réseau de drainage, une absence d'entretien des drains principaux et secondaires. Cette contrainte se manifeste par une salinité de l'eau et des sols suite à la remontée de la nappe et en raison de l'absence d'exutoire.

L'irrigation par des eaux à fortes salinité pratiquée dans les anciennes oasis et les périmètres de mise en valeur récemment implantés, résulte effectivement d'une salinité du sol qui provoque une disparition progressive des espaces arboricoles, relativement tolérant dans le palmeraies (MASMOUDI, 2005).

L'eau de la nappe phréatique qui remonte sans cesse asphyxie certaines palmeraies qui se trouvent dans des dépressions. L'affleurement de la nappe phréatique en hiver et l'évaporation de l'eau par la suite, aboutissent à des efflorescences salines qui provoquent la destruction des cultures non tolérantes aux sels. Le niveau de cette nappe est de plus en plus préoccupant et est relatif aux réseaux de drainage inefficaces quand ils existent ou encore souvent inexistant. Toutes les palmeraies irriguées sont concernées par ce problème, mais la situation est plus préoccupante dans les palmeraies de Chott, El-ksar, Bouameur et Mekhadma où toute tentative de surélévation du niveau du sol pour parer à cette remontée du niveau de la nappe devient rapidement inefficace. Les répercussions les plus importantes sur le palmier, qui pourtant tolère des situations d'hydromorphie plus ou moins prolongées, sont observables au niveau de ces palmeraies et les rendements en dattes deviennent de plus en plus insignifiants.

3.2.1.2. L'état phytosanitaire des palmeraies:

La situation sanitaire des palmeraies est préoccupante dans la mesure où même si les dégâts observés sur les palmiers sont très limités, les rendements sont souvent dépréciés avec toutes les conséquences sur la valeur marchande des productions. A l'exception de la palmeraie de Bamendil où la situation n'est pas très préoccupante, toutes les autres palmeraies sont infestées par la cochenille blanche, la pyrale de la datte, le boufaroua, ou encore l'appâte monachus (palmeraie de Mekhadma).



Photo N°10 : dégradation de palmeraies (N'Goussa)

La gestion irrationnelle de l'eau a conduit à des irrigations tantôt insuffisantes, tantôt exagérées. Par ailleurs, les exploitations sont infestées de mauvaises herbes.

3.2.1.3. Dégradation de sol et baisse de rendement par une forte salinité

Les sels et les eaux salées sont fréquents, ce qui rend obligatoire le drainage. Un sol non salé fréquemment irrigué avec une eau chargée accumule d'énormes quantités de sels, ce qui provoque la salinisation de ces sols si le drainage est inexistant ou mal opéré. Cette situation entraîne des baisses de rendements et l'abandon des terres.

La seule palmeraie qui échappe pour le moment à cette situation est celle de Bamendil, quoique les palmeraies en bordure de la sebkha commencent à subir les effets de l'halomorphie.

D'après (ENCARTA, 2003). La dégradation des sols est la baisse de la qualité et l'altération des propriétés d'un sol. Les différents processus qui peuvent y contribuer à l'érosion, la contamination, le drainage, l'acidification, l'altération et disparition de la structure du sol, ou encore la combinaison de ces facteurs.

D'après Saker et al (2010), La salinité des sols dans la cuvette de Ouargla est liée à celle des eaux d'irrigation et au niveau élevé des eaux phréatiques salées. Cette situation a des conséquences sur la chute des rendements du palmier dattier.

3.2.1.4. Salinisation

C'est un phénomène de dégradation qui touche principalement les plaines agricoles irriguées (ENCARTA, 2003).

On peut définir comme une concentration excessive de sels solubles dans le sol qui limite le développement des plantes (MAATOUGUI M.E.N, 2001).

D'après CHEVERRY (1989), la salinisation du sol est le résultat de la salinisation des eaux de la nappe et des sols auparavant, atténuée par la situation topographique des parcelles, par la texture filtrante des sols et la qualité de l'eau, et par l'intervention des activités de l'homme , en trois façons spécifiques:

a-Irrigation : les eaux d'irrigation sont fortement chargées en sels, conduisant à une salinisation des terres (RAYMOND et al, 2000).

b- Fumure : l'utilisation des engrais chimiques, des fumiers et des amendements qui contiennent beaucoup des sels , à des concentrations élevées , peut créer ou aggraver le problème de salinité (AYERS et WESTCOT, 1988) in NETTARI et RAOUAS, 2004).

c- Régulation des eaux : la construction des ouvrages régulateurs (barrages) empêche toute extension brute des zones salées dans l'avenir (GAUCHER (1950), in HULLIN (1983) in NETTARI et RAOUAS (2004).

l'accumulation des sels dans les sols à pour origine plusieurs facteurs dont les principaux sont :

les eaux d'irrigation , les roches parentales plus ou moins salées , la très forte évaporation et surtout la concentration des sels dans le temps en l'absence de drainage.

Dans les palmeraies où est enregistrée une forte augmentation de la salinité, les sols sont halomorphes avec un niveau d'eau dépassant les 80 cm de profondeur.

La genèse du phénomène d'halomorphisme dans les milieux saturés en eau et comme par ces fluctuations de grandes amplitudes, ce qui explique en grande partie les fortes variations de salinité, en effet les paramètres (nappe – sol – salinité -évaporation) sont intimement liés et le plus souvent la courbe linéaire de la salinité est inversement proportionnelle au plan d'eau .

La salinisation des sols mal drainés, par les eaux d'irrigation et les eaux phréatiques chargées en sels, provoque la diminution des rendements du palmier dattier

L'irrigation avec des eaux salées peut entraîner la fixation de sodium sur le complexe adsorbant du sol, et accentue le processus d'alcalinisation, avec ses conséquences sur les propriétés du sol : tendance à la dispersion des argiles, à la dégradation de la structure, à la perte de perméabilité et à l'asphyxie du milieu.

Une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû à la teneur du sodium présent dans le sol sous forme échangeable et remplace le calcium et le magnésium adsorbés par les argiles et cause la dispersion des particules dans le sol (c.-à-d. si le calcium et le magnésium sont les cations prédominants adsorbés sur le complexe d'échange du sol, le sol tend à être facilement cultivé et présente une bonne structure de type granulaire). Cette dispersion a pour conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant, ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et de l'air.

Le risque de salinisation des terres irriguées apparaît par l'introduction de la mise en valeur des zones arides comme la région de Ouargla. Plusieurs hectares de terres soumises à l'irrigation ont été transformés en terres salées et ont vu leur fertilité diminuée. Certaines terres gravement enrichies en sel ont été même complètement stérilisées (**NAHAL, 1975**).

En effet, la conjonction des conditions physiques du milieu, c'est-à-dire essentiellement un climat sec et évaporant, un vent très violent, avec une teneur en sels notable, parfois très élevée, des eaux et des sols, ont été la cause de la perturbation de l'équilibre naturel par l'introduction de l'irrigation sans précautions suffisantes.

Selon **HALITIM et DAOUD (1994)**, cette salinisation s'est effectuée sur :

- **Les sols** : Les eaux d'irrigation contiennent des quantités excessives de sels solubles, avec les conditions climatiques, la concentration en sels augmente progressivement jusqu'à la stérilisation du sol, à titre d'exemple, chaque application de 100 mm d'eau contenant 2 g/l de sel apporte 2 tonnes de sels à chaque hectare. Ainsi l'une des conséquences majeure est la sodisation des sols.

- **Les nappes superficielles** : Le lessivage des eaux d'irrigation vers les drains à partir de la zone racinaire du sol envoie fréquemment les sels dans la nappe superficielle, ce qui peut dégrader la qualité de l'eau. De grandes oasis et même des agglomérations importantes subissent les effets néfastes des remontées de la nappe salée, au niveau de la cuvette de Ouargla, la surface présente un horizon pulvérulent caractéristique des zones chotteuses, la concentration saline peut dépasser 300 g/l.

- **Les plantes cultivées** : Parce que la salinité accentue les effets de la sécheresse en limitant le prélèvement de l'eau par la plante par réduction de la différence des potentiels osmotiques entre la solution du sol et la plante. Des essais ont été menés sur des matériaux pédologiques de Gassi-Touil montrent en particulier que le rendement en matière sèche en blé dure diminue fortement, de plus de 50 % lorsque la charge saline est de 2 g/l de NaCl, ce rendement devient insignifiant (une chute de 25 %) lorsque la charge saline est de 4 g/l.



Photo 11 : Engorgement et dépérissement d'une palmeraie de la cuvette de Ouargla causés par les difficultés de drainage



Photo 12 : Sol hydromorphe et salé se situant dans la cuvette de Ouargla

3.3.2. Les biotopes humides :

Les biotopes humides dans la grande cuvette de Ouargla sont composés de Chotts et de Sebkhass. Ces zones sont fortement productives par la présence des chaînes alimentaires et émergent des oiseaux d'eaux remarquables qui utilisent ces sites comme lieu de repos, de reproduction et d'hivernage.

Les biotopes humides (le Chott de Ain Beida et Oum Raneb) ont subi une réduction ou disparition progressive de leur faune et de leur flore par le déversement des rejets liquides de la région d'étude sans traitement.

3.3.3. Les routes et les réseaux d'assainissement :

La remontée de la nappe provoque des phénomènes de déséquilibre dans le sol, entraînant l'affaissement des routes, et la détérioration des conduits. Ainsi que la dégradation de canalisation par la forte salinité de cette nappe.

Conclusion :

La surexploitation des nappes profondes ; fossiles non renouvelables, a conduit au gaspillage important de ces ressources et à la diminution d'eau des réservoirs d'une part et d'autre part, crée des problèmes d'évacuation des eaux usées et la surcharge des nappes phréatiques.

La salinisation et l'hydromorphie sont des facteurs de dégradation des sols . Il interviennent par le phénomène de la remontée de nappe phréatique des zones à basses altitudes , en menaçant les palmeraies.

La salinisation des sols est le résultat de la salinisation des eaux de la nappe , et le sol est aggravé par l'intervention des activités humaines , contribuant à la destruction de la qualité de sol.

L'hydromorphie est un phénomène qui est due à l'excès d'eau de la couverture pédologique . Elle peut influencer négativement sur les propriétés physique, chimique et biologique du sol.

Introduction :

La cuvette d'Ouargla a connu durant ces dernières années le problème de la remontée de la nappe phréatique. Ce phénomène est du à la multiplication des forages d'eau, au mauvais drainage des eaux agricoles et à la mauvaise gestion des eaux usées.

En conséquence, l'Office national de l'assainissement (ONA) a bénéficié d'un budget adéquat, afin de mettre fin à ce phénomène par la réalisation de station de traitement des eaux usées par lagunage aéré. Actuellement ces excédents hydriques sont évacués vers Sebkhath Sefioune l'exutoire final, après leur acheminement à travers un canal de transfert long de 41 km.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes en particulier intéressées à l'étude de la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré.

1.Le projet d'assainissement :

La solution retenue, au stade plan directeur d'assainissement, pour l'épuration des effluents générés par l'agglomération d'Ouargla a traité l'ensemble des eaux usées à partir d'une station d'épuration de type lagunage aéré.

La filière de traitement retenue est constituée :

- De prétraitement
- D'un premier étage de traitement par lagunage aéré
- D'un second étage de traitement par lagunage aéré
- D'un troisième étage de traitement par lagunage de finition
- De lits de séchage des boues

1.1.La situation de l'assainissement dans la cuvette d'Ouargla

Le réseau de l'assainissement urbain dans la ville de Ouargla est du type unitaire, il couvre les trois communes de Ouargla, Rouissat et Ain Beida (DHW, 2004).

La majorité des canalisations qui composent le réseau est à base de ciment (béton, amiante ciment). Leur diamètre varie de 150 mm pour les canalisations secondaires à 1.800 mm pour les collecteurs principaux.

Etant donné les contraintes topographiques qui rendent impossible la réalisation d'un réseau à écoulement gravitaire, puisque Ouargla se trouve dans une cuvette, il a fallu mettre en place de nombreuses stations de relevage.

Les principales caractéristiques du réseau d'assainissement urbain de la ville de Ouargla sont résumé ci-dessous:

- 26 stations de relevage et de pompage.
- 106 km de canalisation et conduite de refoulement.
- 3 stations d'épurations (pour les 3 daïra de Ouargla, Sidi khouiled, N'goussa).
- 71km de drains.

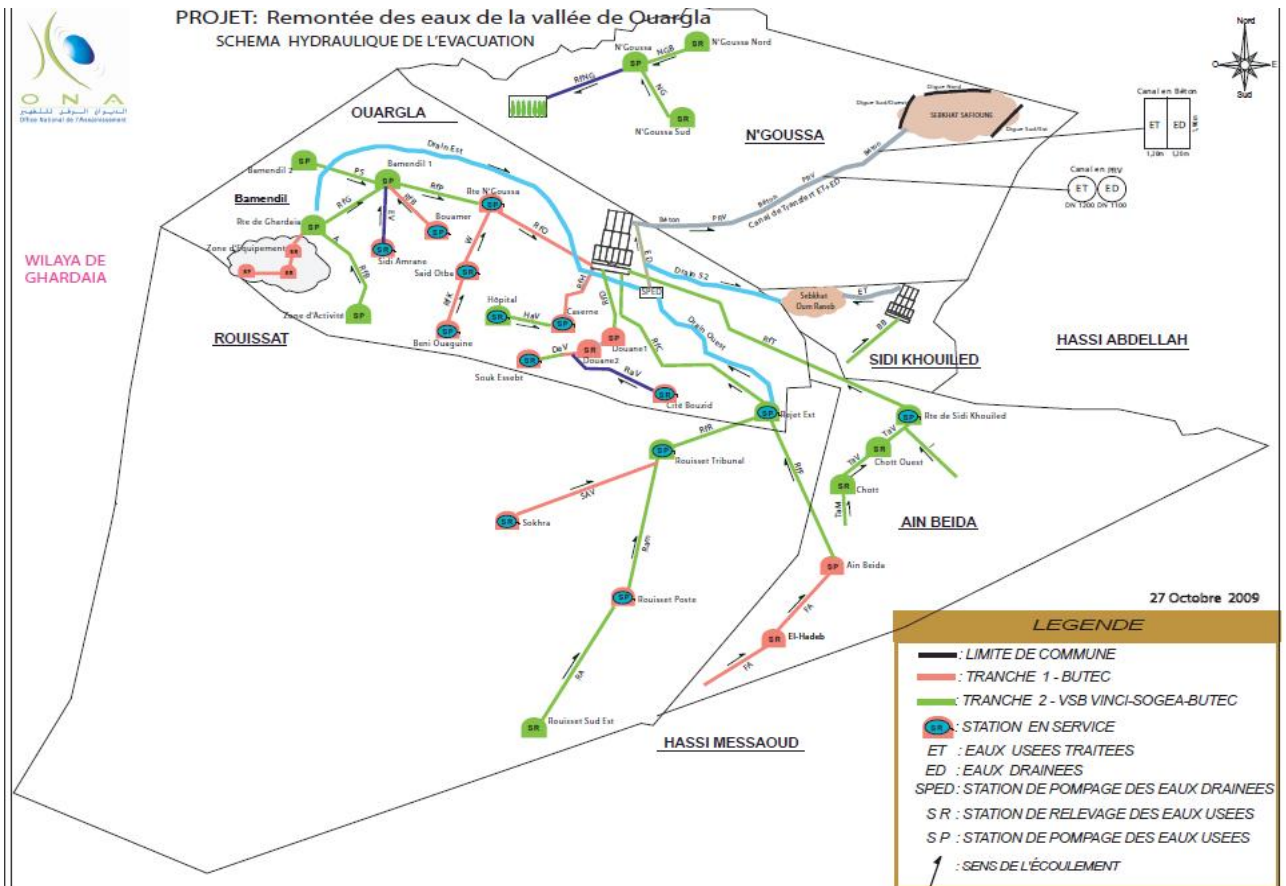


Fig n° 33: Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla (ONA, 2009)

2- situation géographique de la STEP

La station de lagunage d'Ouargla, mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande Dwydag pour le compte de l'ONA. Elle se situe dans la région de Saïd Otba au nord de la RN 49.

- Le site d'implantation est limité :
- Au nord : par le drain existant.
- Au sud : par un terrain vague se prolongeant jusqu'aux constructions traditionnelles.
- Au sud-est : par des palmeraies.
- A l'ouest : par le drain existant.



Fig n° 34: Situation géographique de la STEP par rapport à la ville d'Ouargla

2.1.L'objectif de traitement de la station :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées,
- Protéger le milieu récepteur,
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique,
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour une l'irrigation.

2.2.Données de base de la station**Tableau N° 15 :** Les Données de la station de Ouargla (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

STEP de Ouargla		
La surface totale		80 hectares
Premier niveau	Nombre de bassins	4 bassins d'aération
	Volume total	340 800 m ³
	Volume par unité de bassin	852 00 m ³
	Surface totale	9.6 hectares
	Surface par unité de bassin	2 ,4 hectares
	Profondeur des bassins	3,5 m
	Temps de séjour	7 jours
	Nombre des aérateurs	12 dans chaque bassins
Deuxième niveau	Nombre de bassins	2 bassins d'aération
	Volume total	227 200 m ³
	Volume par unité de bassin	113 600 m ³
	Surface totale	8.2 hectares
	Surface par unité de bassin	4,1 hectares
	Profondeur des bassins	2,8 m

	Temps de séjour	5 jours
	Nombre des aérateurs	7 dans chaque bassins
Troisième niveau	Nombre de bassins	2 bassins de finitions
	Volume total	148 054 m ³
	Volume par unité de bassin	74 027 m ³
	Surface totale	14,8 hectares

2.3. Schéma de la STEP d'Ouargla

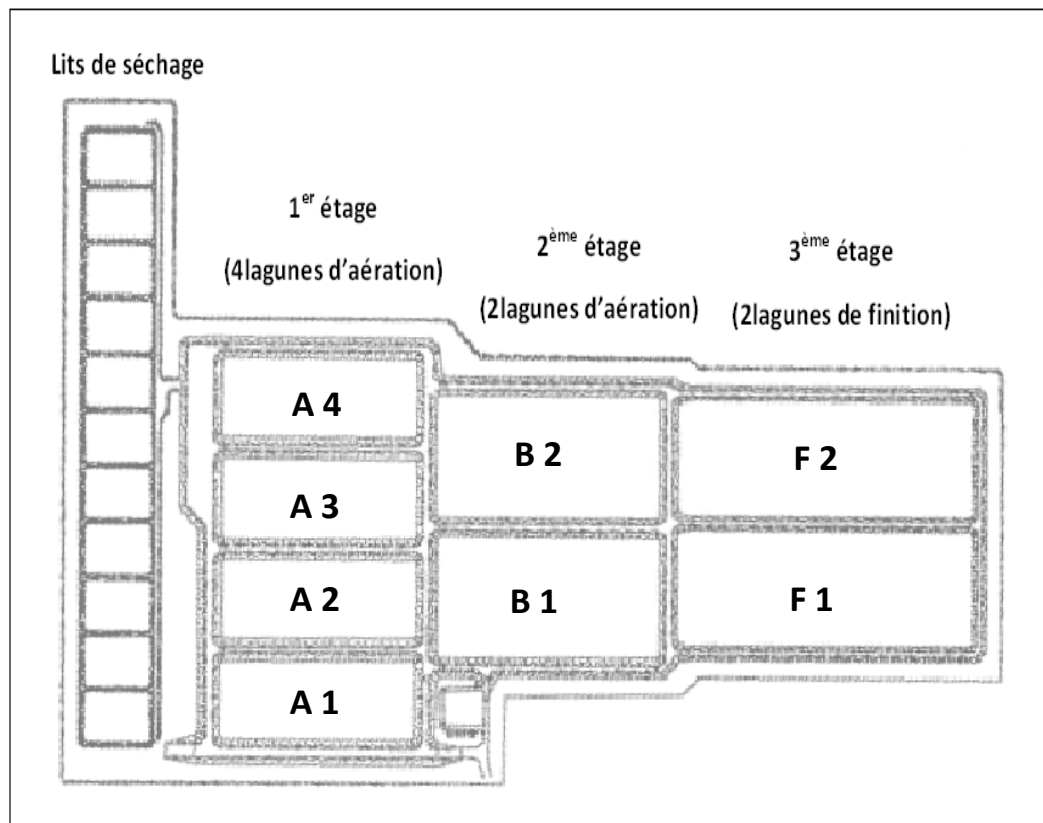


Fig n° 35: Schéma de la STEP de Ouargla.

3.Principe de traitement

Les eaux brutes arrivent à la station par refoulement, et subissent les différents traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les étapes par les quelles passent les eaux usées dans la station sont les suivantes

3.1. Arrivée de l'eau à la station d'épuration

Les eaux usées à traiter arrivent à la station d'épuration par l'intermédiaire de cinq stations de refoulements

- **Refoulement 01** : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de la station de pompage nœud hydraulique de Chott.
- **Refoulement 02** : conduite d'amenée des eaux usées DN 315 mm de la station de pompage sidi khouiled
- **Refoulement 03** : conduite d'amenée des eaux usées DN 400mm de la nouvelle station de pompage Caserne/Hôpital.
- **Refoulement 04** : conduite d'amenée des eaux usées DN 500mm de la station de pompage Douane.
- **Refoulement 05** : conduite d'amenée des eaux usées DN 700mm de la station de pompage route N'Goussa.

Ces conduites débouchent dans un regard de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le H₂S qui pourrait se former dans les conduites de refoulement.

A partir du regard de dégazage, les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

Un canal Venturi est placé à la sortie des ouvrages de prétraitement en vue de mesurer le débit d'entrée (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

3.2. Traitement des eaux

La filière de traitement retenue est constituée :

- D'un compartiment de prétraitements.
- D'un premier étage de traitement par lagunage aéré.
- D'un deuxième étage de traitement par lagunage aéré.
- D'un troisième étage de traitement par lagunage aéré.
- De lits de séchage des boues.



Photo N°13 : L'entrée des eaux usées à la station.

3.2.1. Prétraitement

Le prétraitement comporte les éléments suivants :

a- Dégrillage

Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle.

Un canal de secours équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by-passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques.

Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

b- Dessablage

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et 23m de long.

Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable. Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède,

tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Photo N°14: dessableurs.



Photo N°15 : Dégrilleurs.

c – Ouvrage de répartition

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques, de 1,50m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Photo N°16 : Répartiteur vers les bassins d'aération.

3.2.2. Traitement secondaire

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traitait subis un traitement par le système de lagunage aéré.

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène.

Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

a. Lagunes d'aération

Les bassins d'aération sont revêtus de géomembrane bitumineuse de type PHD (polyéthylène haute densité). Cette géomembrane est constituée par un liant bitumineux qui vient imprégner à cœur et surfacier un géotextile non tissé polyester. Le géotextile confère à la géomembrane ses propriétés mécaniques et le liant l'étanchéité. (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

a .1. Lagunes d'aération (1er étage)

Les effluents sont répartis entre les quatre lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par un aérateur de surface. Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière Organique et assimilent les nutriments. Le temps de séjour minimal dans les lagunes d'aération du premier étage est supérieur ou égal à 5 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre l'ouvrage de répartition et les lagunes du premier étage, ainsi que a liaison entre deux lagunes d'étage différent est revêtue d'une géomembrane du même type PHD afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations et donc les affaissements. Actuellement, sont en service au niveau de cet étage il n'ya que trois lagunes qui (S.T.E.P. Ouargla, 2009).

a. 2. Lagunes d'aération (2ème étage)

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1er étage vers les lagunes aérées de 2^{ème} étage (lagunes de décantation). Actuellement il ya qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

✓ **Curage** : Les Lagunes de deux étages doivent être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts des boues.

Pratiquement le curage de la lagune devient nécessaire quand le volume occupé par les boues s'approche de 25% du volume total de la lagune (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Aérateurs

Photo N°17 : Lagunes d'aération.

3.2.3. Traitement complémentaire (Lagune de finition)

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2^{ème} étage sont dirigées vers les deux lagunes de finition.

C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspensions (amas de micro-organismes et de particules piégées), Actuellement il ya qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permet de mesurer de manière continue les débits (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Photo N°18 : La sorties de l'eau traitée.

3.2.4. Traitement des boues

Le système consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes à l'air libre sur des lits de séchage. Ces lits de séchage sont des bassins recouverts de couches successives disposées comme suit :

- Une géo-membrane.
- Une géotextile.
- Une couche de gros gravier.
- Une couche de gravier fin.
- Une couche de sable.

Le transport des boues du fond des lagunes vers les lits de séchage est réalisé par des conduites flexibles.

Ces boues voient leur siccité augmenter grâce à l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage. Ce dernier favorise l'évacuation de la plus grande partie de l'eau par simple ressuyage. Cette eau sera évacuée en tête de station d'épuration par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.

A l'issue de ce séchage, les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Photo N°19 : lits de séchage.

4.Rejet des eaux épurées

Les eaux épurées sont évacuées gravitairement vers le canal de transfert vers sebkhat sefioune.

Il sera possible de créer un piquage sur la conduite de sortie pour des besoins de réutilisation agricole.

5.Station de pompage des drains SPED:

Les palmeraies de Ouargla connaissent d'énormes surfaces d'eaux stagnantes qui provoquent l'engorgement et le dépérissement de ces palmeraies. La mise en place, au début des années 1990, d'un canal collecteur traversant la sebkha depuis l'ouest vers l'est, pour acheminer les eaux drainées vers une station de pompage.

Cette station de pompage reçoit, en plus des eaux de drainage, les eaux usées urbaines non traitées qui lui parviennent d'une station d'épuration qui ne fonctionne toujours pas, et ce pratiquement depuis la date de sa réalisation en 1975. L'ensemble de ces effluents est évacué vers la sebkha d'Oum ErRaneb, une dépression de 800 hectares, qui se trouve à 5 kilomètres environ au nord-est de la station de pompage.

Ces eaux rejetés ne sont pas utilisés car ils sont très salés supérieur de la salinité du mer par 36 fois. Et forment des grandes nuisances sur le milieu récepteur.

6. Canal de transfert

Les eaux rejetées par la S.T.E.P et les eaux issues des drainages sont conduites d'Ouargla jusqu'à sebkha safioune située à environ 40 km au nord.

L'ouvrage conduit parallèlement deux débits dans deux chenaux isolés l'un de l'autre, ces chenaux contiennent :

✓ Dans la partie Ouest : les eaux usées traitées par la STEP de Ouargla, il s'agit d'eaux claires, suffisamment épurées pour servir éventuellement d'eau d'irrigation.

Dans la partie Est : les eaux de drainage salées collectés par les deux grands drains entourant Ouargla (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



↓
Eaux usées traité

↓
Eaux de drainage

Photo N°20 : Canal de transfert des eaux usées vers Sebkhia Safioune

Conclusion

Le projet d'assainissement est plus efficace car il contribue d'éviter et traiter , un grave problème d'excédents hydriques qui est essentiellement causé par :,

-l'accroissement et la mauvaise gestion des rejets d'eau de drainage et des eaux résiduaires urbaines,

-L'évacuation des eaux usées urbaines non traitée et des eaux de drainage vers un exutoire qui se situe pratiquement en pleine agglomération : l'exutoire d'Oum Eraneb

Le système de traitement des eaux usées dans la ville de Ouargla est lagunage qui est plus professionnelle à cause de l'extension des terrains

Introduction :

La rareté des ressources en eau et la dégradation de leur qualité est un défi majeur pour le XXI^e siècle. La plupart des pays industrialisés consomme beaucoup d'eau, et la qualité de leurs rivières et de leurs nappes phréatiques n'est pas toujours bonne. Afin de préserver la qualité des masses d'eau et pour diminuer les prélèvements dans le milieu naturel, il convient de chercher des approvisionnements alternatifs. La réutilisation des eaux usées épurées, ou REUE, peut constituer l'un de ces approvisionnements.

La REUE recouvre deux notions complémentaires: le traitement puis la réutilisation proprement dite d'eaux usées. Les eaux usées sont les eaux rejetées par les collectivités et les industries et qui sont acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées. Après traitement, on les appelle des eaux usées épurées. Dans le cycle d'assainissement de l'eau «classique», celles-ci sont rejetées dans le milieu naturel. La REUE propose de récupérer ces eaux usées épurées, de les traiter éventuellement une nouvelle fois et de s'en servir pour toutes sortes d'usages.

Les eaux usées sont fortement chargées en polluants et en contaminants divers, ce qui pose le problème des risques sanitaires liés à une REUE et des traitements nécessaires. L'objectif de ce chapitre est, à partir des connaissances théoriques et des expériences de REUE dans le monde, d'estimer la possibilité de réutiliser les eaux épurées, en fonction des réglementations de l'OMS.

1.Définition de la réutilisation des eaux :

On appelle réutilisation des eaux l'emploi nouveau des « eaux de deuxième main » pour un usage différent de celui de son premier emploi grâce à des actions volontaires.

La réutilisation peut être réalisée de manière directe ou indirecte :

- La réutilisation directe correspond à l'emploi immédiat des eaux déjà utilisées, après épuration, sans passage ni dilution de ces eaux dans le milieu naturel,
- La réutilisation indirecte correspond à l'emploi, sous forme diluée, des eaux déjà utilisées, après leur rejet et dilution dans le milieu naturel.

La définition stricte de la réutilisation exclut donc le recyclage. Il s'agit, dans ce cas d'une réutilisation interne des eaux dans un cycle de production dans le but du contrôle de

pollution et de l'économie des ressources en eau. Le recyclage est en conséquence l'affaire de l'utilisation initiale.

La réutilisation des eaux sert à des usagers nouveaux par rapport aux usagers initiaux. Le nouvel usage nécessite en général un traitement des eaux pour les ramener à une qualité satisfaisante et compatible avec l'usage envisagé. [Samuel BAUMONT. et Jean-Philippe CAMARD et Antoine FRANCONI ,]

Le développement des systèmes de réutilisation s'avère d'une grande importance afin de répondre aux exigences suivantes :

- Absence d'exutoire pour les effluents collectés,
- Absence ou déficit de ressource en eau et, en conséquence, besoin de mobiliser des ressources supplémentaires,
- Protection de l'environnement et des milieux récepteurs,

Utilisation des eaux usées comme source d'éléments fertilisants et leurs applications pour améliorer les sols et la production agricole. [:Omar R. 2003)

2. Domaines de réutilisation des eaux épurées :

Théoriquement, on peut réutiliser les effluents épurée des villes pour de nombreux usages :

- Irrigation / Agriculture
- Industrie
- Usages municipaux (lavage de chaussées, arrosage)
- Recharge des aquifères
- Eau de boisson

2.1.Réutilisation agricole :

Les eaux usées proviennent des rejets d'eaux urbaines, c'est-à-dire d'eaux domestiques résiduelles auxquelles sont susceptibles d'être mélangées en proportion plus ou moins importante, des eaux résultant d'activités diverses (notamment industrielles) raccordées sur le réseau d'assainissement.

Généralement, ces eaux sont utilisées après traitement d'épuration de type secondaire (boues activées ou lagunage le plus souvent) avec ou sans chloration.

Cependant, il convient de faire une distinction entre l'irrigation pratiquée avec les eaux brutes et celle utilisant des eaux traitées. Dans le premier cas, il s'agit en fait le plus souvent d'épurer un effluent en faisant appel, au système sol-plante. Par contre, dans le second, c'est la production agricole qui est la finalité première.

2.1.1. Critères à respecter pour l'irrigation

a)-Matières en suspension :

La teneur en (MES) doit être aussi faible que possible en raison, d'une part des risques d'obstruction des systèmes d'irrigation utilisés, d'autre part du colmatage possible des sols.

Les indiquées dans les littératures sur le sujet de la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles indiquent les valeurs limites comprises entre 20 et 30 mg/ l qui correspondent en fait, aux teneurs contenues dans un effluent urbain, ayant subi un traitement secondaire. Si cette teneur devait être abaissée, il serait nécessaire de pratiquer une filtration à la suite de la clarification qui est le dernier stade du traitement secondaire.

En ce qui concerne, les obstructions du matériel d'arrosage, il y est remédié par le choix le plus adéquat possible de celui-ci, notamment pour le diamètre des orifices, ainsi que par un traitement régulier. []

b)- Eléments fertilisants (N, P, K):

Leur présence dans les eaux usées urbaines en quantités notables, leur confère une valeur fertilisante. Pour des eaux contenant une teneur en azote de l'ordre de 15 mg/l, correspond un apport azoté d'environ 15 Kg/ha.

c)- Eléments traces minéraux :

Il s'agit essentiellement des métaux lourds.

Pour leur développement, les plantes ont besoin d'un certain nombre d'éléments dont font partie certains métaux lourds. Cependant, des quantités trop importantes peuvent être néfastes au développement.

Il est très difficile de préciser pour chaque élément le seuil de phototoxicité, ce seuil étant fonction des différents types de plantes.

2.2. Réutilisation industrielle :

Les usages de réutilisation industrielle couvrent une assez large gamme d'utilisation : le lavage et transport industriel de matériaux et le refroidissement industriel.

L'utilisation industrielle de l'eau pour le lavage et le transport de matériaux comprend :

- Le lavage des matières premières (charbon, gravier...etc.) et leur transport ;
- Le transport de déchets (cendres d'une centrale thermique, par exemple);
- Le lavage de produits semi-finis ou finis (pâtes en papeterie, peaux en tannerie, étoffes en teinturerie ou opère successivement un lavage à l'eau savonneuse et un rinçage) ;
- Le lavage d'entretien (wagons, sols,...etc.) ;
- Le lavage de gaz avant réutilisation ou rejet dans l'atmosphère (en sidérurgie au niveau de la réduction des minerais dans les hauts fourneaux, en métallurgie, dans l'industrie chimique).

Le refroidissement par l'eau est utilisé dans des industries nombreuses et variées telles que :

- La production d'électricité dans les centrales thermiques ou nucléaires ;
- La sidérurgie pour le refroidissement des fours ;
- La pétrochimie, la chimie, la verrerie, l'industrie automobile, l'industrie textile, l'industrie papetière, la cimenterie. [16]

2.2.1. Qualité de l'eau réutilisée :

Les cas de réutilisation industrielle d'eaux usées pour lavage et transport de matériaux correspondent le plus souvent à des usages peu exigeants, en qualité de l'eau, c'est le cas par exemple, dans les industries minières en cimenterie, ou pour le transport des déchets.

Certains usages nécessitent simplement une eau clarifiée (lavage de wagon, par exemple).

Dans les industries textiles, il faut une eau claire et saine du point de vue bactériologique.

Certaines opérations de lavage nécessitent des eaux très pures dans les industries, telles que le traitement de surfaces en métallurgie.

La réutilisation est pratiquée après l'épuration secondaire de la station municipale, soit directement (le plus souvent), soit après un traitement tertiaire.

Dans le cas de refroidissement industriel, les problèmes spécifiques de fonctionnement d'un circuit de refroidissement utilisant des eaux usées bien épurées viennent essentiellement, de la teneur en phosphates et en azote ammoniacal.

En effet, les phosphates sont un facteur important d'entartrage, et l'azote ammoniacal ainsi que le phosphate sont des éléments nutritifs qui favorisent les croissances biologiques.

Ces problèmes spécifiques n'entraînent en générale pas de traitement beaucoup plus coûteux (filtration + traitement chimique pour l'élimination de l'azote et du phosphore).

2.3. Réutilisation municipale :

Les usages dits municipaux peuvent couvrir une assez large gamme d'utilisations précises qui ne requièrent pas d'eau de qualité potable, comme par exemple :

- L'arrosage des parcs et jardins.
- Le lavage des rues.
- La lutte contre les incendies.
- Le nettoyage des engins de collecte des ordures ménagères.

Ces usages sous-entendent, la réalisation d'un réseau de distribution qui double, au moins en partie, le réseau d'eau potable.

A ce stade, les habitants ne sont pas branchés ; mais on peut concevoir que sous réserve de précaution d'ordre sanitaire, les usagers particuliers s'y branchent, par exemple pour l'arrosage de leurs jardins.

2.3.1. Aptitude des eaux usées urbaines aux usages municipaux

Les réutilisations municipales d'eau usées urbains sous-entendent à l'évidence leur épuration préalable, primaire et secondaire (biologique).

Mais à cause de la stagnation de l'eau dans les conduites du réseau de distribution de cette eau, cette épuration ne suffit pas ; un traitement tertiaire doit la compléter, visant à prévenir les risques de dépôts solides ou l'entartrage des canalisations.

En fait, le traitement tertiaire des eaux destinées aux usages municipaux est prévu pour faire face aux risques sanitaires liés à leurs usages, ce qui implique :

- Soit un lagunage de l'eau, suivi d'une désinfection.
- Soit un traitement tertiaire en station (filtration sur sable et désinfection)

2.4. Recharge des nappes :

La principale motivation concernant la recharge de nappe est la dégradation de sa qualité environnementale et/ou la diminution de sa réserve en eau. Ce mode de réutilisation a lieu essentiellement dans des zones arides qui doivent faire face à des problèmes d'assèchement de nappes, ou dans des zones côtières où les nappes sont envahies par l'eau de mer.

Il existe deux moyens de recharger une nappe phréatique :

- **Par percolation** : c'est le cas à Los Angeles, où 160 000 m³ par jour d'effluents traités sont déversés dans des bassins gravitaires. Le principal problème rencontré est celui des algues, qui pullulent dans les bassins. Les solutions préconisées sont variées : introduction de poissons, d'algicides, teindre l'eau pour empêcher la photosynthèse, faire circuler l'eau pour empêcher la stagnation, éviter le stockage dans des lacs peu profonds, éviter de laisser l'eau stagner trop longtemps et couvrir les réservoirs. Un autre problème est la formation d'un microfilm de vase, d'argile et de micro-organismes au fond du bassin qui bloque la percolation;
- **Par recharge directe** : c'est le cas dans le comté d'Orange, en Californie. L'eau est injectée dans la nappe par plusieurs puits, disposés en ligne face à la nappe d'eau salée, et formant une véritable barrière. L'eau injectée est un mélange de deux tiers d'eaux épurées et d'un tiers d'eau de la nappe. Chaque jour, 57 000 m³ sont déversés dans la nappe.

2.5. Production d'eau potable:

La réutilisation est directe quand l'eau ne revient jamais dans le milieu naturel ; les eaux épurées sont directement acheminées de la station d'épuration à l'usine de traitement pour l'eau potable. L'unique exemple dans le monde de réutilisation directe se trouve en Afrique, à Windhoek, capitale de la Namibie. Cependant, ce mode de REUE sans passer par le traitement supplémentaire offert par le milieu naturel est déconseillé ; il doit être mis en œuvre uniquement quand aucune autre solution n'est possible.

La réutilisation est **indirecte et non planifiée** quand les eaux épurées sont rejetées dans un cours d'eau ou une réserve souterraine qui sert à l'alimentation d'une usine de traitement, sans que ce lien soit volontaire. Cette notion est à la limite de la définition d'une REUE.

La réutilisation est **indirecte et planifiée** quand elle consiste à rejeter des effluents de station volontairement en amont d'une usine de traitement, au niveau du plan d'eau ou de la nappe qui sert d'ultime réservoir naturel avant le pompage et le traitement. C'est le cas du comté d'Essex en Angleterre, où une ville de 140000 habitants, Chelmsford, est alimentée en eau potable pendant l'été par des eaux épurées, après un passage dans la rivière Chelmer.

La production d'eau potable est l'aboutissement le plus extrême de la réutilisation des eaux usées épurées. Elle a lieu essentiellement dans les zones arides ou semi-arides. Le cas unique de Windhoek en Namibie correspond à une situation unique en termes de ressources en eau, et la réutilisation directe était la seule solution envisageable. Il en est de même pour le comté d'Essex, qui se trouve dans la zone la plus « sèche » d'Angleterre. [7]

3. Réglementation de l'OMS:

Les recommandations de l'OMS sont les seules à l'échelle internationale. Elles sont source d'inspiration pour de nombreux pays à travers le monde.

L'OMS a demandé en 1982 à trois équipes indépendantes de chercheurs de fournir une base scientifique pour établir ces recommandations. Cela a abouti en 1989 au "Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture" ou "Recommandations sanitaires pour l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture". Elles ont été révisées en 2000 par Blumenthal et coll. en intégrant les résultats de nouvelles études épidémiologiques. Pour établir les nouvelles normes, Blumenthal a utilisé deux approches: d'une part, des études épidémiologiques empiriques complétées par des études

microbiologiques concernant la transmission des germes pathogènes et, d'autre part, une évaluation quantitative du risque basée sur un modèle applicable aux germes pathogènes choisis. Cette approche combinée a permis d'obtenir un outil puissant pour établir des recommandations, avec un rapport coût/efficacité avantageux et une garantie de protection de la santé publique. Cette révision a affiné les normes de l'OMS. Les modifications ont essentiellement porté sur la norme " œufs d'helminthes " qui pour certaines catégories est passée de 1 à 0,1 œuf/l.

Ces recommandations ne concernent que l'usage agricole, et il y a donc un "vide juridique" pour les autres usages. Les normes concernent uniquement les quantités de micro-organismes.

Les protozoaires ne sont pas inclus directement car il est considéré qu'ils sont éliminés en même proportion que les helminthes. Les virus ne sont pas considérés non plus, leur présence étant difficile à détecter lors des contrôles de routine. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale, et sont donc adaptées aux pays en voie de développement. Elles représentent la limite au-delà de laquelle la santé publique n'est plus assurée.

Tableau 17: Recommandation microbiologiques révisées de l'OMS pour le traitement des eaux usées avant utilisation en agriculture ^a

Catégories	Condition de réutilisation	Groupe exposés	Techniques d'irrigation	Nématodes intestinaux ^b	Coliformes fécaux ^c	Traitements recommandés pour atteindre le niveau de qualité microbiologique
A	Irrigation sans restrictions A1 Pour les cultures maraîchères consommées crues, les terrains de sport, les parcs publics. ^d	Travailleurs, consommateur, public.	Toutes	$\leq 0,1$ ^e	$\leq 10^3$	Série de bassins de stabilisation bien conçus, réservoir de stockage et de traitement remplis séquentiellement, ou traitement équivalent (p ex. traitement secondaire conventionnel suivi soit d'un lagunage tertiaire, soit d'une filtration et d'une désinfection).
B	Irrigation restreinte. Céréales, cultures industrielles, fourragères et forêt ^f	B1 travailleurs (mais pas les enfants < 15 ans), populations alentour	Par aspersion	≤ 1	$\leq 10^5$	Série de bassins de rétention dont un bassin de maturation ou un bassin séquentiel ou traitement équivalent (p. ex. traitement secondaire conventionnel suivi soit par des lagunages tertiaires, soit une filtration).
		B2 comme B1	Par rigole d'infiltration ou par gravité	≤ 1	$\leq 10^3$	Comme pour le catégorie A
		B3 travailleur dont les enfants < 15 ans, population alentour	Toutes	$\leq 0,1$	$\leq 10^3$	Comme pour le catégorie A
C	Irrigation localisée sur des cultures de la catégorie B s'il n'y a pas d'exposition des travailleurs ou du public	Aucun	Goutte-à-goutte, micro-jet, etc.	Pas de norme	Pas de norme	Prétraitement nécessaire pour des raisons techniques liées à l'irrigation, mais pas moins qu'une sédimentation primaire

(a) Dans certains cas particuliers, les facteurs épidémiologiques, socio-culturels et environnementaux devront être pris en compte, et les recommandations modifiées en conséquence.

(b) Moyenne arithmétique du nombre d'œufs/l, les espèces considérées sont Ascaris, Trichuris et l'ankylostome ; la recommandation correspond aussi à une protection contre les protozoaires parasites.

(c) Moyenne géométrique ^e du nombre /100ml. La moyenne géométrique (G) est définie comme étant la racine Nième du produit des N termes d'une série statistique.

(d) Une limite plus restrictive (≤ 200 coliformes fécaux/100 ml) est appropriée pour les pelouses publiques, comme les pelouses d'hôtels, avec lesquelles le public peut avoir un contact direct.

(e) Cette limite peut être augmentée à ≤ 1 œuf/l si (i) il fait chaud et sec et que l'irrigation de surface n'est pas pratiquée ou (ii) le traitement de l'eau contient aussi des traitements chimiothérapeutiques anti-helminthes.

(f) Dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la récolte, et aucun fruit ne doit être récolté au sol. L'irrigation par aspersion ne doit pas être utilisée.

Conclusion:

La possibilité de la réutilisation des eaux épurées sont multiples. Elles dépendent de nombreux facteurs que l'on peut regrouper en cinq classes :

- Le contexte socio-économique: le type d'activité industrielle, le nombre et la densité de l'habitat, l'importance de l'agriculture, la présence d'usines de production d'énergie, etc.
- Le contexte écologique: la quantité des ressources disponibles, la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, la sensibilité du milieu récepteur à l'eutrophisation et aux autres pollutions, le contexte hydrogéographique, etc.
- Le niveau de traitement des eaux : à chaque niveau de traitement, on peut appliquer un usage différent ;
- La réglementation : elle limite les usages en fonction de la qualité de l'eau utilisée et donc de son niveau de traitement. Plus le niveau sanitaire est bon, plus les applications autorisées seront nombreuses ;
- L'acceptation par la population: ce dernier aspect n'est pas à négliger. L'idée de réutiliser des eaux usées peut avoir un impact psychologique négatif sur la population. On peut faire le parallèle avec le problème des boues de stations d'épuration, qui crispe actuellement l'opinion. Il faut donc bien informer la population des risques et des avantages de la réutilisation des eaux épurées.

Conclusion général :

L'exploitation irrationnelle des ressources hydriques par les différentes activités domestiques, agricoles et industrielles a conduit à un gaspillage important. Ce qui a contribué à l'apparition et à l'aggravation des problèmes de la remontée de la nappe phréatique et l'effondrement des terrains (phénomènes de Berkaoui et Zaccar). Aussi la forme cuvette de la région d'étude accentue cette situation.

La mauvaise gestion des eaux d'irrigation engendre les phénomènes (engorgement et salinisation des sols) constituent les obstacles majeurs de la production agricole dans cette région. Cela est dû en partie au fait que l'eau d'irrigation est de mauvaise qualité (résidu sec =1,8 g/l pour la nappe albienne, 2,3 g/l pour la nappe de sénonien et 3,3 g/l pour la nappe de miopliocène), que les taux d'évapotranspiration sont très élevés (EP cumul 2700.22mm). De plus encore la faible pente du terrain et la présence dans les sous-sols d'une couche peu profonde et imperméable rendent tout drainage naturel quasi-impossible.

En conséquence les rendements des terres sont médiocres et chaque année une bonne partie des terres sont perdues pour la production. Leurs récupérations sont coûteuses et lentes.

Dans ces conditions (remontée des eaux et accumulation des sels) les pratiques des fellahes de la région pour sauver leur exploitation agricole sont le drainage, l'amendement de sable de dune et l'irrigation à caractère lessivé.

Pour éviter l'excès d'eau, la cuvette de Ouargla a adopté un projet de lagunage aéré où l'avenir des eaux épurées vers l'agriculture.

Références bibliographiques

- A.N.R.H.**, 1994. Les ressources en eaux de la Wilaya de Ouargla. Rapports techniques.
- A.N.R.H.**, 2012. Rapports techniques.
- ALLAOUA et FATAHALA .**, (2005).Etude de qualité des eaux de la nappe phréatique dans la région de Ouargla .Mémoire Ingénieur . Université Ouargla. Pp(11-13).
- AMMOUR F. et TOUIL Y.**, 2007. Etude des possibilités de la réutilisation des eaux de drainage dans la cuvette de Ouargla. Journée scientifique de traitement et réutilisation des eaux. Univ. Ouargla.35p.
- BOUTELLI H** ,2011.Salinité des eaux et des sols au niveau de la sebkha de Bamendil , caractérisation et conséquences sur l'environnement .
- BOUZIANI M .**, 2000. L'eau de la pénurie aux maladies . Ed .IBN –Khadroun , 61p.
- CASTANY G .** 2004 . La nappe phréatique de la cuvette de Ouargla : bilan hydrique , prblèmes engendrés et possibilités de dessalement , mémoire de magester . Université de Ouargla.
- CASTANY G.**, 1982. Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie).Aquifère du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. Bulletin du BRGM. 3(2): 127-
- CHAICH K.**, 2004. La nappe phréatique de la cuvette de Ouargla: Bilan hydrique, problems engendrés et possibilités de dessalement. Mémoire de Magister en agronomie saharienne. Université Kasdi Marbah de Ouargla.78p
- CHALBAOUI M .** ,2000 . Vulnérabilité des nappes superficielles et subaffleurantes du Sud –Ouest Tunisien .Rev.Sécheresse .11(2), pv85-91.
- CORNET A. et GOUSKOV N.**, 1952. Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien (nappe dite albienne). in la Géologie et les problèmes de l'eau en Algérie. T.II:Données sur l'hydrogéologie algérienne.XIXèmeCongrès géologique international. Alger.30p

- CORNET A., 1964.** Introduction à l'hydrologie saharienne. Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique. 2(6): 5-72.
- D. S. P., 2013.** Statistiques sur les maladies à transmission hydrique dans la région de Ouargla.
- D.H.W.** Direction de l'Hydraulique de la Wilaya, 1996. Documents techniques. Ouargla.
- D.P.A.T., 2012.** Annuaire statistique 2006 de la wilaya de Ouargla. 156p
- D.S.A., 2012.** Etude de l'inventaire du patrimoine phoenicicole de la Wilaya de Ouargla. Ouargla. Document technique.
- DADDI BOUHOUNE . M,1997.** Contribution à l'étude d'évaluation de la salinité des sols et des eaux dans une région saharienne : cas de M'Zab , thèse magister , INA .Alger . 178p.
- Dubost D., 1991.** - Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse Doct, Université François Rabelais, Tours, 544 p.
- FRONTIER S . et PICHOD –VIALE . ,1998 .** Ecologie , fonctionnement , évolution n°2 .Ed.DUNOD. Paris ,472p.
- HALILAT . M.T. 1993 .** Etude de la fertilisation azoté et potassique sur le blé dure(variété aldura , en zone saharienne (région de Ouargla) .Mémoire .Magester. Batna. 13p.
- HALILAT . M.T.1997.** Etude expérimentale de sable addotionné d'argile comportement physique et organisation en conditions salines et sodiques . thèse. Doc. I.N.A.R.A.I.N.A. Paris Grigon 229p.
- Hamdi Aïssa B., 2001.-** Le fonctionnement actuel et passé des sols du nord Sahara (Cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale. Thèse Doct, INA, Paris, 307 p.
- HAROUNA S., 2001.** Etude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur la salinisation des sols sous palmeraie à Ouargla (cas de l'exploitation de I.T.A.S), 91p.

IDDER T., 1998. La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara d'Algérie. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiations proposées. L'exemple de Ouargla. Thèse de Doctorat. Université d'Angers UFR Sciences. Laboratoire des sciences de l'environnement et de l'aménagement. 284p

IDDER T., 2007. Le problème des excédents hydriques à Ouargla : Situation actuelle et perspectives d'amélioration. Sécheresse.18(3):161-167.

KAFI N BOUKHALFALA A ., (2011)- Traitement des eaux usées dans la cuvette de Ouargla.

Khadraoui. A, 2004. Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes, caractérisation-contraintes et proposition d'aménagement, p163.

LABADI KH &MOUKAR M .,(2010) . Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbaines par lagunage de la ville de Ouargla.

MANSOUS M ., (2011) - Etude de réutilisation des eaux usées dans la cuvette de Ouargla.

Mission IIB, 2004. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires pluviales et d'irrigation, Mesures de lutte contre la remontée de la nappe phréatique, Mission IIB Caractérisation environnementale de la situation actuelle.

Munier P., 1973.- Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Paris : Maisonneuve et Larose, 367 p.

NAHAL I., (1998)- Principe d'agriculture durable, Pp(5-16).

NEZLI I.E., ACHOUR S. et DJABRI L., 2007. Approche géochimique des processus d'acquisition de la salinité des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'Oued M'ya (Ouargla). Larhyss Journal.6: 121-134.

Nezli, 2009. Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la basse vallée de l'oued M'ya (Ouargla) Thèse Doctorat Biskra, p...

- Nixon R.W., Carpenter J.B., 1978.-** Growing dates in the United States. U.S. Government Printing Office, D.C. 20402, Washington, 63 p.
- Omar A.,(2003)-** « Réutilisation des eaux épurées dans l'agglomération Oranaise ». Mémoire Ingénieur. Université Ouargla,
- ONM, 2007.** Office National Météorologique, donnée Météorologique 2013.
- ROUVILLOIS-BRIGOL M., 1975 .,** Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Thèse pour le Doctorat de Géographie. Publication n°2 de Département de Géographie. Université Paris-Sorbonne, 389p.
- ROUVILOIS – BRIGOL .,1975 .** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien) . Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique .Ed département géographique Univ , Sorbonne . Paris .Tome 2. 316 p.
- ROUVILOIS-BRIGOL M, 1975.** Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique.
- SAKER ML .2000 .** Les contraintes du patrimoine phoenicicole de la région de Oued Righ et leurs conséquences sur la dégradation des palmeraies .Problèmes posés et perspectives .thèse doct .Université Louis Pasteur , ST rasbourg ,335p.
- Samuel BAUMONT. et Jean-Philippe CAMARD et Antoine FRANCONI** ;« Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France » ; Île-de-France. Mémoire de fin de l'ingénieur par Mr :
- SLIMANI R., (2006).** Contribution à l'évaluation d'indicateurs de pollution environnementaux dans la région de Ouargla: cas des eaux de rejets (agricoles et urbaines).Mémoire de Magister en agronomie saharienne. Université KASDI Merbah de Ouargla.95p.
- TOUTAIN G . ,1982 .** Element d'agronomie saharienne de la recherche au developement , 4^{ème} trimestre , Paris ,276p.

Weeks L.O., 1957.- Agricultural drainage in Coachella Valley. Date Growers' Inst. Rep., 34 : 1-14.

Yeo A., 1999.- Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. Sci Hortic-Amsterdam, 78 : 159-174.

ZEDDOURI .A .2010. Caractérisation hydrochimique des nappes du complexe terminade la région de Ouargla (Sud-Est Algérien). These doctorat .Annaba. 07-08p.

Fiche d'analyse

N° REF:143/2013

LIEU DE PRELEVEMENT : FORAGE EL'HADEB1 (Albien)

Date de prélèvement : 23/01/2013 Date d'analyse : 23/01/2013

Prélèvement effectué par: préleveur ADE Analyse effectuée par : Laboratoire central

PARAMETRES PHYSICO- CHIMIQUE	CON	N.A	MINERALISATION GLOBALE	CON	N.A
PH	7.07	6.5-8.5	Calcium Ca+2 mg/l	216.34	200
Potentiel redox Eh Mv	/		Magnésium Mg+2 mg/l	86.4	150
Conductivité à 25°C us/cm	2320	2800	Sodium Na+ mg/l	200	200
Température °C	/		Potassium K+ mg/l	30	20
Turbidité NTU	0.57	5	Chlorures Cl- mg/l	655.85	500
T.D.S mg/l	1160		Sulfate SO4-2 mg/l	400	400
Salinité %	1.1		Bicarbonate HCO3- mg/l	174.65	
Oxygène dissous mg/l	/	8	Carbonate CO3 mg/l	/	
CO2libre	/		Silicate SiO2 mg/l	/	
Résidu sec à 105°	1800	2000	Dureté Total(TH)mg/CaCO3	900	500
MES à 105°	/	/	Dureté Permanente mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin complet mg/CaCO3	143.15	
PARAMETRES DE POLLUTION	CON	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES	CON	N.A
AmmoniumNH4+ mg/l	0.004	0.5	Fer total mg/l	0.13	0.3
Nitrite NO2- mg/l	00	0.1	Fer Fe+2 mg/l	/	0.3
Orthophosphate mg/l	/	50	Fer Fe+3 mg/l	/	0.3
Mat. Oxyd.M.acide mg/l	0.445	0.5	Magnésium Mn+2 mg/l	/	0.3
	/		Aluminium AL+3 mg/l	/	0.5
			Fluore F- mg/l	/	
ANALYSES FINES		N.A	PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	/	N.A
DBO5 mg/l	/		Germes totaux		
DCO mg/l	/		A 37°C UFC/ml	/	0
Plomb pb mg/l	/	0.5	A 22°C UFC/ml	/	0
Nickel Ni mg/l	/	0.01	Coliformes totaux ge/100ml	00	0
Cadmimium Cd mg/l	/	0.05	Echerichea-coli ge/100ml	00	0
Cobalt CO mg/l	/	0.005	Streptocoques fécaux ge/ml	00	0
Chrome Cr mg/l	/		Clostridium sulf-red ge/ml		0
Cuivre mg/l	/		Chlore résiduel libre mg/l		0

Fiche d'analyse

N° REF:143/2013

LIEU DE PRELEVEMENT : FORAGE CITE BAHMID (Miopliocène)

Date de prélèvement : 18/02/2013

Date d'analyse : 18/02/2013

PARAMETRES PHYSICO- CHIMIQUE	CON	N.A	MINERALISATION GLOBALE	CON	N.A
PH	6.71	6.5-8.5	Calcium Ca+2 mg/l	220.44	200
Potentiel redox Eh Mv	/		Magnésium Mg+2 mg/l	45.6	150
Conductivité à 25°C us/cm	3480	2800	Sodium Na+ mg/l	450	200
Température °C	/		Potassium K+ mg/l	20	20
Turbidité NTU	1.98	5	Chlorures Cl- mg/l	639.85	500
T.D.S mg/l	1740		Sulfate SO4-2 mg/l	850	400
Salinité %	1.7		Bicarbonate HCO3- mg/l	174.25	
Oxygène dissous mg/l	/	8	Carbonate CO3 mg/l	/	
CO2libre	/		Silicate SiO2 mg/l	/	
Résidu sec à 105°	3300	2000	Dureté Total(TH)mg/CaCO3	740	500
MES à 105°	/	/	Dureté Permanente mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin complet mg/CaCO3	142.85	
PARAMETRES DE POLLUTION	CON	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES	CON	N.A
AmmoniumNH4+ mg/l	0.023	0.5	Fer total mg/l	0.13	0.3
Nitrite NO2- mg/l	0.01	0.1	Fer Fe+2 mg/l	/	0.3
Orthophosphate mg/l	/	50	Fer Fe+3 mg/l	/	0.3
Mat. Oxyd.M.acide mg/l	00	0.5	Magnésium Mn+2 mg/l	/	0.3
	/		Aluminium AL+3 mg/l	/	0.5
			Fluore F- mg/l	/	
ANALYSES FINES		N.A	PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	/	N.A
DBO5 mg/l	/		Germes totaux		
DCO mg/l	/		A 37°C UFC/ml	/	0
Plomb pb mg/l	/	0.5	A 22°C UFC/ml	/	0
Nickel Ni mg/l	/	0.01	Coliformes totaux ge/100ml	00	0
Cadmimium Cd mg/l	/	0.05	Echerichea-coli ge/100ml	00	0
Cobalt CO mg/l	/	0.005	Streptocoques fécaux ge/ml	00	0
Chrome Cr mg/l	/		Clostridium sulf-red ge/ml		0
Cuivre mg/l	/		Chlore résiduel libre mg/l		0

Prélèvement effectué par: préleveur ADE Analyse effectué par: Laboratoire central

Fiche d'analyse

N° REF:143/2013

LIEU DE PRELEVEMENT : FORAGE AIN RAHMA (Sénonien)

Date de prélèvement : 18/02/2013

Date d'analyse : 18/02/2013

Prélèvement effectué par: préleveur ADE Analyse effectué par: Laboratoire central

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE	CON	N.A	MINERALISATION GLOBALE	CON	N.A
PH	6.69	6.5-8.5	Calcium Ca+2 mg/l	272.54	200
Potentiel redox Eh Mv	/		Magnésium Mg+2 mg/l	86.4	150
Conductivité à 25°C us/cm	2570	2800	Sodium Na+ mg/l	400	200
Température °C	/		Potassium K+ mg/l	10	20
Turbidité NTU	4.28	5	Chlorures Cl- mg/l	502.28	500
T.D.S mg/l	1285		Sulfate SO4-2 mg/l	1000	400
Salinité %	1.2		Bicarbonate HCO3- mg/l	180.09	
Oxygène dissous mg/l	/	8	Carbonate CO3 mg/l	/	
CO2libre	/		Silicate SiO2 mg/l	/	
Résidu sec à 105°	2300	2000	Dureté Total(TH)mg/CaCO3	1040	500
MES à 105°	/	/	Dureté Permanente mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin mg/CaCO3	/	
			Titre alcalin complet mg/CaCO3	147.61	
PARAMETRES DE POLLUTION	CON	N.A	PARAMETRES INDESIRABLES	CON	N.A
AmmoniumNH4+ mg/l	0.017	0.5	Fer total mg/l	0.13	0.3
Nitrite NO2- mg/l	00	0.1	Fer Fe+2 mg/l	/	0.3
Orthophosphate mg/l	/	50	Fer Fe+3 mg/l	/	0.3
Mat. Oxyd.M.acide mg/l	00	0.5	Magnésium Mn+2 mg/l	/	0.3
	/		Aluminium AL+3 mg/l	/	0.5
			Fluore F- mg/l	/	
ANALYSES FINES		N.A	PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	/	N.A
DBO5 mg/l	/		Germes totaux		
DCO mg/l	/		A 37°C UFC/ml	/	0
Plomb pb mg/l	/	0.5	A 22°C UFC/ml	/	0
Nickel Ni mg/l	/	0.01	Coliformes totaux ge/100ml	00	0
Cadmimium Cd mg/l	/	0.05	Echerichea-coli ge/100ml	00	0
Cobalt CO mg/l	/	0.005	Streptocoques fécaux ge/ml	00	0
Chrome Cr mg/l	/		Clostridium sulf-red ge/ml		0
Cuivre mg/l	/		Chlore résiduel libre mg/l		0

Les ressources en eaux et leurs conséquences sur l'environnement: cas région de Ouargla

Résumé

Les ressources en eau souterraines dans la région d'Ouargla, sont représentées, comme partout et ailleurs dans les régions du Sahara septentrional algéro-tunisien, par deux grands systèmes aquifères superposés : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Le présent travail a pour objectif de caractériser la qualité physicochimique, des eaux de ce système aquifère. Aussi, d'évaluer quantitativement les prélèvements sur les nappes qui constituent un élément important de la gestion des ressources en eau.

D'une façon générale, les résultats obtenus montrent que Les eaux issues de ces nappes aquifères posent de sérieux problèmes de qualité chimique. Elles sont fortement minéralisées (la conductivité électrique est de 2320 $\mu\text{S Cm}^{-1}$ pour albien et 3480 $\mu\text{S Cm}^{-1}$ pour miopliocène et 2570 $\mu\text{S Cm}^{-1}$ pour Sénonien), dépassant les teneurs recommandées par l'OMS.

Le volume d'eau prélevé à partir de 1217 forages est estimé près de 618,35Hm³/an, qui est supérieur les besoins. Ça pose la problématique de gaspillage.

L'excès d'eau où plutôt la mauvaise gestion de l'eau est due aux problèmes d'évacuation des rejets liquides qui sont devenus aujourd'hui une véritable menace pour la santé (on recensé 01 cas de fièvre typhoïde, 01 cas de dysenterie, 228 cas d'oxy-infecté-alimen-colle, 04 cas de hépatite), sur les palmeraies (L'asphyxie de l'oasis de Ouargla par les eaux de nappe phréatique, Dégradation de sol et baisse de rendement par une forte salinité).

Pour éviter l'excès d'eau, la cuvette de Ouargla adopté un projet de lagunage aéré où l'avenir des eaux épurées vers l'agriculture.

Mots clés : Les ressources en eau, Complexe Terminal, Continental Intercalaire, miopliocène, Sénonien, Ouargla,

موارد المياه وتأثيرها على البيئة: حالة منطقة ورقلة

ملخص:

وتتمثل موارد المياه الجوفية في المنطقة ورقلة، كما في كل مكان آخر في المناطق الشمالية من الصحراء الجزائرية التونسية، من قبل اثنين من شبكات طبقات المياه الجوفية كبيرة بطابقين: القاري مقحم (CI) و المركب النهائي (CT). يعد هذا العمل من اجل تخصيص النوعية الفيزيو كيميائية للمياه. أيضا، التقييم الكمي لاستخراج للمياه الجوفية باعتباره عنصرا هاما في إدارة موارد المياه.

بشكل عام، فقد بينت النتائج أن المياه المستخرجة من هاتين الطبقتين ذات نوعية كيميائية تطرح مشاكل عديدة. فهذه المياه ذات تركيز معدني عالي جدا يتجاوز الحد المسموح به من طرف المنظمة العالمية للصحة.

ويقدر حجم المياه المأخوذة من 1217 بئر حوالي 618,35 م³/عام وهو أعلى مما يجب. فإنه يشير مشكل التبذير.

الماء الزائد أو بالأحرى سوء إدارة المياه يسبب مشاكل النفايات السائلة التي أصبحت الآن خطرا حقيقيا على الصحة (حدونا 01 حالة من حالات حمى التيفوئيد والزحار 01 حالات، 228 حالة من التسمم الغذائي، 04 حالات من التهاب الكبد)، والنخيل (الاختناق من واحة ورقلة من المياه الجوفية، وتدهور التربة وانخفاض في المردودية بسبب ارتفاع نسبة الملوحة). لمنع المياه الزائدة حوض ورقلة اعتمد مشروع تهوية البحيرات حيث مستقبل المياه المصفاة للزراعة.

Water resources and their impact on the environment: case Ouargla region

Abstract:

The groundwater resources in the Ouargla region are represented, as everywhere else in the northern regions of the Algerian-Tunisian Sahara, by two large bunk aquifer systems: the Continental Intercalary (CI) and the Terminal Complex (CT).

To characterize the physico-chemical quality of the water aquifer system. Also, 's quantitatively assess levies on groundwater as an important element in the management of water resources in the present work aims.

In general, the results show that the water from these aquifers pose serious problems of chemical quality. They are highly mineralized (electrical conductivity of 2320 $\mu\text{S Cm}^{-1}$ for 3480 and Albian $\mu\text{S Cm}^{-1}$ miopliocène CM-1 and CM-2570 $\mu\text{S Cm}^{-1}$ Senonian), exceeding the WHO recommended levels.

The volume of water taken from wells in 1217 is estimated near Hm³/year 618.35, which is higher than needed. It raises the issue of waste.

Excess water or rather mismanagement of water is due to the problems of disposal of liquid waste which have now become a real threat to health (we identified 01 cases of typhoid fever, 01 cases of dysentery, 228 cases of oxy-infected food-adhesive, 04 cases of hepatitis), the palm (Asphyxia of the oasis of Ouargla by the waters of groundwater, soil degradation and decline in performance by high salinity).

To prevent excess water bowl Ouargla adopted a draft aerated lagoons where the future of clean water to agriculture.

Keywords: Water resources, Terminal Complex, Continental Intercalary, miopliocène, Senonian, Ouargla