

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

Département de : Hydraulique et Génie civil

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master, Filière: Hydraulique

Spécialité :Forage d'eau

Thème

**diagnostic et la réhabilitation des forages de la ville de
Ouargla**

Présenté par :

- ❖ **KADI ABD ELGAFFAR**
- ❖ **BARKAT YUCEF**

Soumis au jury composé de :

Mme. EL FARGOUGI	MAA	U.K.M OUARGLA	Président
Mr. NETTARI	MAA	U.K.M OUARGLA	Examineur
Mr. ATTAB RABAH	MAA	U.K.M OUARGLA	Encadreur
Mr. BRAHIM KHUOADJA	AR	BUREAU D'ETUDE	Co-Encadreur
		S .AEP	

Année Universitaire: 2019 / 2020

DÉDICACES

Je dédie ce travail humble à ma mère et mon père qui se sont sacrifiés pour mon bonheur et ma famille, à mes camarades de classe et à tous mes compagnons et amis.

Abdelghaffar

DÉDICACES

Je dédie ce travail à mon père MOHAMMED MOKHTAR et ma mère FATIMA et mes frères ZAKI ,MAMMER,KHAUOLA ,HALIMA ,et les membres de famille BARKAT et à tous mes amis et êtres chers. Et je demande à Allah de les protéger et maintenir leur santé et leur bien-être.

BARKAT YOUCEF

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés à accomplir ce travail , et en particulier l'encadreur le docteur ATTAB RABAH et Mr . BRAHIM KHUOADJA qui nous ont beaucoup aidés et nous ont donné des orientations importantes.

Nous remercions également le laboratoire Algérien de l'eau pour avoir fourni les informations et quelques analyses ,ainsi que l'agence national des Ressources Hydriques de Ouargla .

Et n'oubliez pas l'administration de la faculté des sciences Appliquées de l'université d'Ouargla composée de professeurs, personnels et ouvriers qui nous long de notre carrière universitaire et tous les amis et collègues.

Merci à tous

Résumé

L'eau est nécessaire à la vie et elle est à la base de l'existence d'organismes vivants, et les sources d'eau sur Terre varient, telles que les eaux de surface ou les eaux souterraines dans les couches terrestres.

Dans la région de Ouargla, qui a un environnement désertique, des forages sont utilisés pour extraire l'eau des couches souterraines (les systèmes aquifères). Deux grands systèmes aquifères à savoir : le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI). Ce système aquifère couvre une surface de 700 000 Km².

Ces ressources sont utilisées pour divers besoins des habitants et pour des fins agricoles et Industriels. Le complexe Terminal (CT) est le plus exploité dans la région d'Ouargla. Il est Caractérisé par des eaux fortement minéralisées et d'une salinité excessive qui nécessite un traitement des stations de la déminéralisation pour ce soit de l'eau potable.

L'étude diagnostic et réhabilitation de forage de la région de Ouargla en utilisant la technologie des caméras et certains équipements nous permet de connaître le niveau du niveau de l'eau ainsi que les différents problèmes qui affectent la rentabilité de l'exploitation de ces forage, puis de prendre les décisions appropriées, que ce soit en réhabilitant ou en forant de nouveaux forage .

Les mots clés : le complexe Terminal, continental Intercalaire, région de Ouargla, Diagnostic, les forages, réhabilitation, l'eau potable.

ملخص

الماء ضروري للحياة وهو أساس وجود الكائنات الحية ، وتتنوع مصادر المياه على الأرض ، مثل المياه السطحية أو الجوفية في طبقات الأرض.

في منطقة ورقلة ، ذات البيئة الصحراوية ، تستخدم الآبار لاستخراج المياه من الطبقات الجوفية (أنظمة الخزان الجوفي) ، نظامان كبيران من طبقات المياه الجوفية هما: مجمع المحطة (CT) والقاري . Intercalaire (CI) يغطي نظام الخزان الجوفي مساحة 700000 كيلومتر مربع.

تستخدم هذه الموارد لتلبية الاحتياجات المختلفة للسكان ولأغراض الزراعة والصناعيين. مجمع المحطة (CT) هو الأكثر تشغيلاً في منطقة ورقلة. وتتميز بالمياه المعدنية العالية والملوحة الزائدة مما يتطلب المعالجة من محطات التنقية لمياه الشرب. تتيح لنا الدراسة التشخيصية والتأهيلية للآبار في منطقة ورقلة باستخدام تقنية الكاميرا ومعدات معينة معرفة مستوى منسوب المياه وكذلك المشكلات المختلفة التي تؤثر على ربحية استغلال هذه الآبار. ثم اتخاذ القرارات المناسبة سواء كانت ترميم أو حفر آبار جديدة.

الكلمات المفتاحية: مجمع المحطة ، القاري Intercalaire ، منطقة ورقلة ، التشخيص ، الآبار ، التأهيل ، مياه الشرب.

Summary:

Water is necessary for life and it is the basis for the existence of living organisms, and water sources on Earth vary, such as surface water or groundwater in the earth's layers. In the Ouargla region, which has a desert environment, boreholes are used to extract water from underground layers (aquifer systems) .Two large aquifer systems namely: the Terminal Complex (CT) and the Continental Intercalaire (CI) . This aquifer system covers an area of 700,000 km². These resources are used for various needs of the inhabitants and for agricultural and Industrialists. The Terminal Complex (CT) is the most operated in the Ouargla region. It is Characterized by highly mineralized water and excessive salinity. Which requires treatment from demineralization stations for either drinking water.

The diagnostic and rehabilitation study of boreholes in the Ouargla region using camera technology and certain equipment allows us to know the level of the water level as well as the various problems that affect the profitability of the exploitation of these boreholes. , then make the appropriate decisions, whether it's rehabilitating or drilling new wells.

The key words: the Terminal complex, continental Intercalaire, Ouargla region, Diagnosis, boreholes, rehabilitation, drinking water.

Liste des abréviations:

ADE : Algérienne Des Eaux

AE P: Alimentation en Eau Potable.

ONS :office national des statistiques

ONM :Office national de Météorologique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

CI : continentale Intercalaire

CT :complexe Terminale

ANRH : Agence nationale de ressource hydraulique

List des tableaux :

Tableau 01	Evolution démographie (1987-2008) ONS	5
Tableau 02	Température moyenne mensuelle (°c), période (1993-2014)	5
Tableau 03	vitesse moyenne mensuelle des vents (km/h), période 1993 – 2014	6
Tableau 04	Durée moyenne mensuelle d’insolation en h, de la période 1993-2014	7
Tableau 05	Evaporation moyenne mensuelle en (mm) Période 1993-2014	8
Tableau 06	bulletin d’analyses des eaux de forage CITE BENI THOUR	30
Tableau 07	bulletin d’analyses des eaux de forage ALBEIN KHAFDJI	31
Tableau 08	bulletin d’analyses des eaux de forage N°03 BAMENDIL	32
Tableau 09	bulletin d’analyses des eaux de forage CITE 234 LOGTS	33
Tableau 10	bulletin d’analyses des eaux de forage CITE 234 LOGTS	34
Tableau 11	RECAPITULATIF DES SITES (OUVRAGES)AUSCULTES	37
Tableau 12	Caractéristiques de forage LALA MIMOUNA	39
Tableau 13	Caractéristique de forage ROUISSAT (ZONE SOKRA)	43
Tableau 14	caractéristique de forage CHEIKH BEN DJELLOUL – SOKRA – ZIAINA	47
Tableau 15	Caractéristique de forage CHOTT 02	51
Tableau 16	Caractéristique de forage ABATOIR	55
Tableau 17	Caractéristique de forage SAID OTBA	60

List des figures:

Figure01	Carte de situation géographique de cuvette Ouargla.	03
Figure 02	Relief géologique de la région d'Ouargla (BG, 2004)	04
Figure03	Répartition annuelle des pluies, Station d'Ouargla (1993-2014)	06
Figure04	Vitesse du vent en (km/h), Station d'Ouargla (1993-2014)	07
Figure05	Durée moyenne mensuelle d'insolation en heures, Station d'Ouargla (1993-2014)	07
Figure06	Evaporation moyenne mensuelle en (mm)	08
Figure 07	Coupe hydrogéologique de SASS (UNESCO, 1972)	10
Figure08	Coupe hydrogéologique transversale du "CI" (UNESCO, 1972)	11
Figure09	Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)	11
Figure 10	Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)	13
Figure11	Carte piézométrique de référence du "CT" (OSS, 2003)	14
Figure 12	Récapitulatif des différentes nappes aquifères de la basse vallée de l'Oued Mya (ANRH.2004)	16
Figure 13	Plan de situation de forages LALA MIMOUNA	38
Figure 14	Opération de bouchage nécessite de forage	41
Figure 15	Plan de situation du forage RUISSAT (ZONE SOKRA)	42
Figure 16	opération de bouchage nécessite de forage	45
Figure 17	Plan de situation du forage CHEIKH BEN DJELLOUL-SOKRA-ZIAINA	46
Figure 18	opération de bouchage nécessite de forage	49
Figure 19	Plan de situation du forage CHOTT 02	50
Figure 20	opération de bouchage nécessite de forage	53
Figure 21	Plan de situation du forage ABATTOIR	54
Figure 22	opération de bouchage nécessite de forage	58

Figure 23	Plan de situation du forage SAID OTBA	59
Figure 24	opération de bouchage nécessite de forage	62

Sommaire:

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figure

INTRODUCTION GENERAL 1

Chapitre 01 : Présentation de la zone d'étude

1 INTRODUCTION.....	3
2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	3
2.2 GEOMORPHOLOGIE.....	4
2.3 DEMOGRAPHIE.....	4
2.4 CONTEXTE CLIMATIQUE.....	5
2.4.1 TEMPERATURE.....	5
2.4.2 VITESSE DU VENT.....	6
2.4.3 DUREE D'INSOLATION.....	7
2.4.4 L'EVAPORATION.....	8
2.5 TOPOGRAPHIE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	9
3.1 Le Continental Intercalaire (CI).....	10
3.2 Le Continental Terminal.....	11
3.2.1 GEOMETRIE DU CT:.....	12
3.2.2 PIEZOMETRIE DU CT:.....	13
3.2.3 RECHARGE ET CONDITIONS DE RECHARGE DU CT:.....	14
3.4 LES AQUIFERES UTILES DANS LA REGION D'OUARGLA:.....	15
4 CONCLUSION.....	16

Chapitre 02 : Qualité des eaux potable

1 INTRODUCTION.....	18
2.1 ORIGINE DES EAUX POTABLES.....	18
2.2 LA CLASSIFICATION DES EAUX.....	19
2.3 LES CARACTERISTIQUES NATURELLES DES EAUX.....	19

2.4 COMPOSITION CHIMIQUE DE L'EAU	20
2.5 ROLES ET IMPORTANCES DES ELEMENTS CHIMIQUES DANS L'EAU.....	21
2.6 SELS MINERAUX DISSOUS:.....	22
3 Paramètre de qualité des eaux potable(d'eau souterraine).....	26
3.1 Principaux paramètres de potabilité.....	26
3.2 LA DURETE	27
3.3 LE PH.....	27
3.4 LA TURBIDITE	27
4 LES Critère de potabilité de l'eau.....	28
5 Conclusion.....	35

Chapitre 03 : les différentes méthodes diagnostic et réhabilitation.

1INTRODUCTION	37
2 AUSCULTATION	38
2.1 FORAGE LALA MIMOUNA.....	38
2.2 FORAGE ROUISSAT (ZONE SOKRA)	42
2.3 FORAGE CHEIKH BEN DJELLOUL – SOKRA – ZIAINA.....	46
2.4 FORAGE CHOTT 02.....	50
2.5 FORAGE ABATTOIR.....	54
2.6 FORAGE SAID OTBA.....	59
3CONCLUSION.....	63
Conclusion général.....	64

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La région d'Ouargla se situe à 800 Km au Sud-est de la capital Alger. Cette région fait partie du Sahara algérien qui se caractérise par sa richesse en hydrocarbures et en eaux. Elle se renferme

Deux grands systèmes aquifères à savoir : le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI). Ce système aquifère couvre une surface de 700 000 Km².des multiple études universitaires, d'articles scientifiques et de rapports techniques, ont été fait sur ces aquifères. Entre autres, des études ont porté sur la reconnaissance géologique (Bel et Dermagne, 1966 ; Busson, 1966 ; 1970 ; 1971 ; Fabre, 1976), et

Hydrogéologique (Cornet, 1964 ; Bel et Couche, 1969 ; 1970, Castany, 1982) du système aquifère du Sahara septentrional. D'autres travaux ont évaluée les potentialités hydriques du système, tout en proposant divers scénarios de son exploitation à moyen et à long terme (UNESCO, 1972, 1972; Nesson, 1978 ; BRL-BNEDER, 1999 ; OSS, 2003).

Ces ressources sont usitées pour divers besoins des habitants et pour des fins agricoles et Industriels. Le complexe Terminal (CT) est le plus exploité dans la région d'Ouargla. Il est Caractérisé par des eaux fortement minéralisées et d'une salinité excessive.

Notre contribution a pour objectif de se focaliser sur les caractéristiques Hydro-chimique des Eaux de la nappe de Complexe Terminal (Albien et Moipliocien et Sénonien) de la cuvette d'Ouargla., et Pour atteindre l'objectif de l'étude, nous avons développés les chapitres suivants :

Chapitre 01 : Présentation de la ville de Ouargla.

Chapitre 02 : Qualité des eaux potable.

chapitre 03 : les différentes méthodes diagnostic et réhabilitation.



CHAPITRE I
PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE

1 INTRODUCTION:

Dans ce chapitre ; nous présentons un aperçu sur le cadre physique de la zone d'étude en particulier sa situation géographique et son contexte climatique.

Ce dernier est un climat de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec, un hiver doux, une faible pluviométrie et une forte évaporation. Pour nous présentons le contexte climatique de la région d'Ouargla, nous basons sur une synthèse des données disponibles entre 1993 et 2014. Ces données ont été fournies par l'office national de météo (ONM) en 2014.

2 Présentation de la zone d'étude:

2.1 Situation géographique:

La ville de Ouargla se situe dans une dépression (cuvette), elle inclut les agglomérations de Ouargla, N'Goussa, Rouissat, Ain El Beida et Sidi Khouiled.

Cette dépression ou cuvette s'étend entre les coordonnées (UTM, Clarke 1880): X = 710 000 ; Y = 3 530 000 et X = 730 000 ; Y = 3 600 000

Elle présente une superficie totale de 95 000 ha qui s'étale sur une longueur d'environ de 55 km Orientée Sud-ouest / Nord-est et limitée:



Figure01: Carte de situation géographique de cuvette Ouargla.

- Au Nord par sebkhet Safioune
- A l'Est par les Ergs de Touil et Arifdji.
- Au Sud par les dunes de Sedrata.
- A l'Ouest par le versant et la dorsale de M'Zab (Fig. 02)

2.2 Géomorphologie:

La géomorphologie de la région d'étude est constituée des éléments suivants :

- * La hamada (plateau où affleurent de grandes dalles rocheuses) Mio-pliocène et plioquaternaire: Formation continentale détritique qui forme des plateaux dont l'altitude est de 200 m en moyenne.
- * Les formations sableuses : composées de dunes et de cordons d'erg.
- * Les étendues alluviales correspondant au lit d'oued mya selon un axe SW-NE.
- * Les sebkhas : ceux sont des dépressions qui servent d'exutoire de la nappe phréatique. La plus grande est la sebkha Safioune à l'extrémité nord, c'est aussi le point le plus bas de la région. [1]

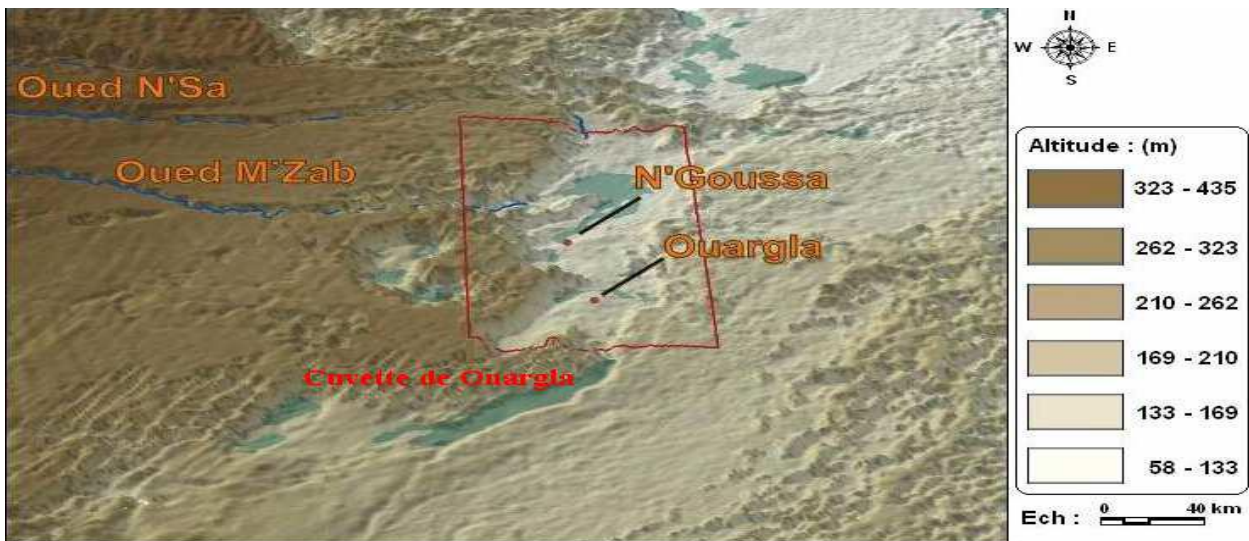


Figure 02: Relief géologique de la région d'Ouargla (BG, 2004)

2.3 Démographie:

Sa population autochtone est constituée de [Berbères](#) (At Brahim, At Ouagguine, At Sissine), Les At [Ouaergla](#) parlent une variété du Tamazight appelée [Teggargrent](#).

Des tribus [arabes](#) (Said Otba, Mekhadma, Chaamba), qui habitent Ouargla de puis longtemps, étaient auparavant nomades et se sont sédentarisées progressivement. Les membres de ces tribus parlent l'[arabe algérien](#). [2]

Tableau 01 : Evolution démographie (1987-2008) ONS

Années	1987	1998	2008
Habitants	81721	139381	133024

2.4 Contexte climatique: [3]

Ouargla est exposé à un climat désertique chaud, typique du Sahara, avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat y est hyperaride et très sec toute l'année puisque les précipitations moyennes annuelles avoisinent 45 mm. La sécheresse y est encore plus accentuée durant l'été où l'on enregistre 0 mm de précipitations entre juin et août. Cette ville-oasis étant encaissée, et très abritée des vents, elle devient vite une fournaise infernale, proche du climat d'Adrar et d'In Salah. En été, la chaleur est extrême et prend un caractère persistant : les températures moyennes maximales dépassent 45 °C en juillet (le mois le plus chaud) mais tournent plutôt autour de 50 °C entre juin et septembre. Les températures sont agréables et modérément élevées en hiver mais seulement la journée car dans les étendues désertiques, il n'y a rien pour retenir la chaleur et les températures minimales moyennes avoisinent 5 °C. Le ciel est dégagé et clair toute l'année et les journées couvertes restent très rares, si existantes. La température moyenne annuelle avoisine 25 °C à Ouargla.

2.4.1 Température:

Les températures moyennes mensuelles (°C) de la période (1993-2014) montre que le climat de la région de Ouargla est type aride saharien, les températures sont très élevées en été, la moyenne des mois les plus chauds (Juillet et Aout) dépasse les 35°C et celle du mois le plus froid (Janvier) d'ordre 12.33°C

Tableau 02: Température moyenne mensuelle (°c), période (1993-2014)

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	juil.	Aout
Moye	34,35	25,10	16,44	12,88	12,33	14,80	18,16	23,69	28,04	32,65	35,76	35,23

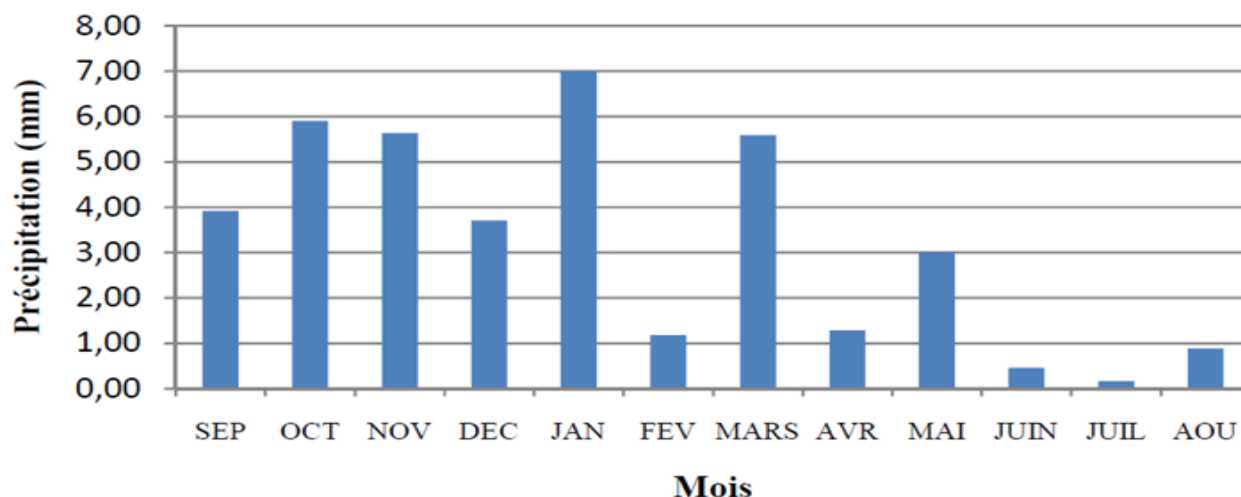


Figure03: Répartition annuelle des pluies, Station d'Ouargla (1993-2014)

2.4.2 Vitesse du vent:

Dans la région d'Ouargla les vents soufflent du Nord-est et du Sud-ouest. Les vents les plus fréquents en hiver sont les vents d'Ouest, tandis qu'au printemps sont les vents du Nord-est et de l'Ouest dominant, en été ils soufflent du Nord-est et en automne du Nord-est et Sud-ouest Les vitesses de vent sont forte sur toute la période estivale (Avril) avec un maximum entre le mois d'Avril et Mai.

Tableau 03: vitesse moyenne mensuelle des vents (km/h), période 1993 – 2014.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	juil.	Aout
Moye	19.3	15.9	13.8	14.0	14.4	16.3	16.5	20.9	20.0	16.9	18.1	16.7

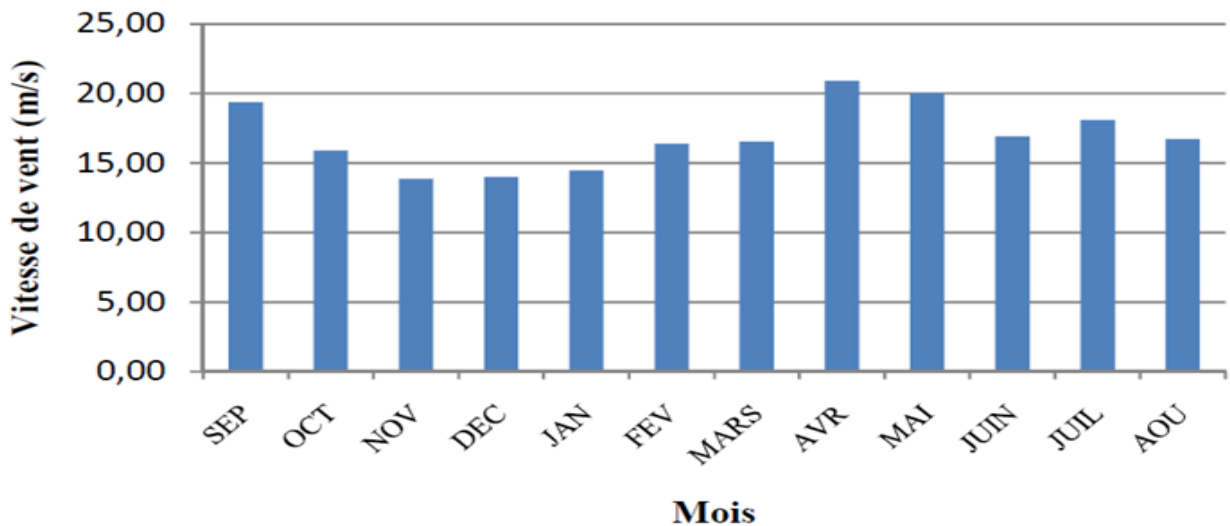


Figure04: Vitesse du vent en (km/h), Station d’Ouargla (1993-2014)

2.4.3 Durée d’insolation:

Dans La région d’Ouargla le maximum quantité de lumière solaire très forte est atteint au mois de Juin avec une durée moyenne de 189,7 heures, et le minimum est enregistré au mois de Décembre avec une durée moyenne de 116,00 heure.

Tableau 04: Durée moyenne mensuelle d’insolation en h, de la période 1993-2014.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	juil	Aout
Moye	154.1	149.4	126.7	116.0	140.9	139.1	138.6	161.6	167.1	164.1	189.7	188.4

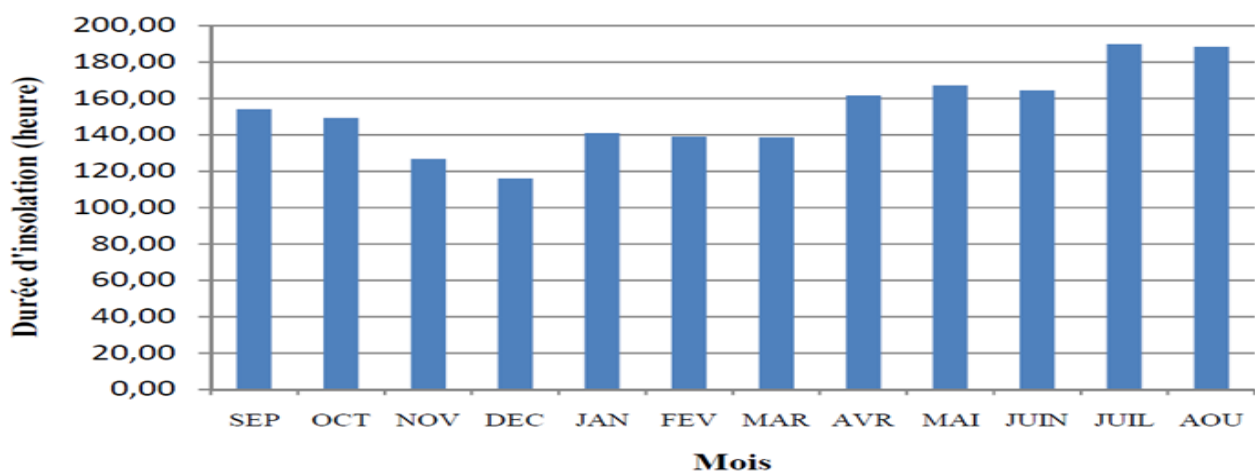


Figure05: Durée moyenne mensuelle d’insolation en heures, Station d’Ouargla (1993-2014)

2.4.4 L'évaporation:

L'évaporation est un phénomène physique, qui augmente avec la température, la sécheresse et l'agitation de l'air. Ce terme représente la restitution de l'eau de la surface terrestre sous forme de vapeur à l'atmosphère sous des conditions climatiques et physiographiques. Pour l'évaporation, la quantité d'eau qui repart dans l'atmosphère dépend uniquement des paramètres physiques tels que la température de l'air, de l'eau, de la vitesse du vent, du degré hygrométrique, de l'ensoleillement, ...etc.

L'évapotranspiration est déterminée par l'ensemble des processus d'évaporation(phénomène physique) et de transpiration (phénomène biologique) on distingue alors l'évapotranspiration potentielle (E.T.P) qui correspond à la quantité d'eau pouvant être restituée par la transpiration des végétaux et l'évaporation à partir du sol et l'évapotranspiration réelle (E.T.R) qui correspond à la quantité d'eau effectivement évaporée et transpirée.

Tableau 05 : Evaporation moyenne mensuelle en (mm) Période 1993-2014.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	juil	Aout
Moye	280.1	110.2	88.9	86.6	120.9	174.2	138.6	146.8	300.2	167.0	417.6	396.7

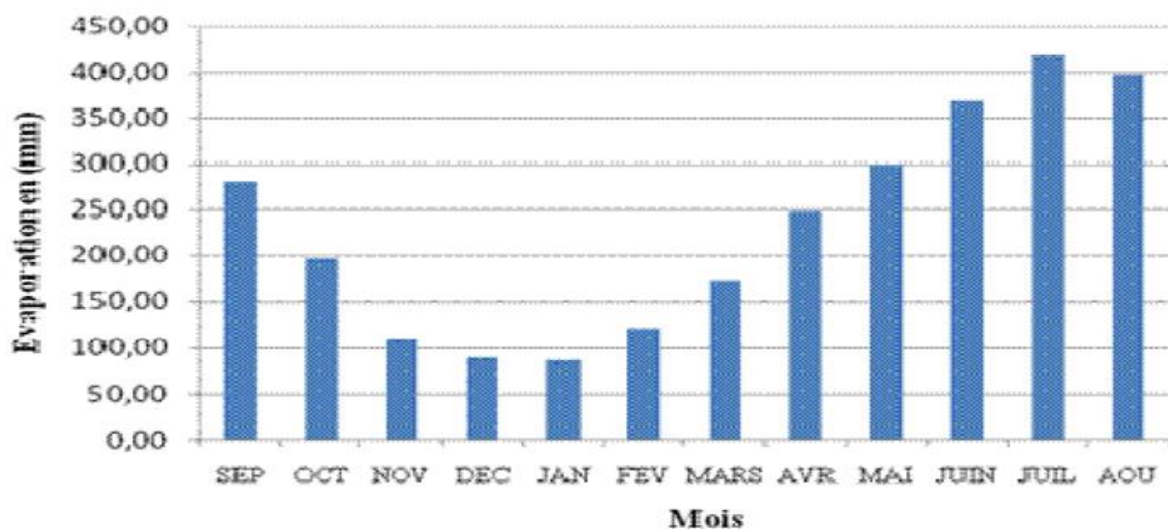


Figure06 : Evaporation moyenne mensuelle en (mm)

L'évaporation est très élevée, elle est en moyenne de 417.66 mm au mois de juillet et de 88.98 mm au mois de Décembre, soit 254.62 mm moyenne annuelle. Elle est très variable suivant les années, les mois et aussi les semaines.

2.5 Topographie et réseau hydrographique:

La ville de Ouargla est située dans une dépression (cuvette) qui inclut les agglomérations de Ouargla, N'Goussa, Rouissat, Ain Beida et Sidi Khouiled.

La ville est à une altitude moyenne de 135-140 m NGA. On peut noter une légère pente du sud vers le nord (5m/km). En aval de Ouargla, diverses sebkhas alternent avec des massifs dunaires jusqu'à Sebkhet Safioune qui est à 103 m d'altitude point le plus bas de la région.

D'ouest en est, on observe le profil topographique suivant : A l'ouest, un plateau d'altitude avoisinant 220 m descend avec une pente prononcée sur les agglomérations secondaires de Khedji et Bamendil. La palmeraie qui sépare ses agglomérations de la ville de Ouargla est légèrement en contrebas à 130 m puis le terrain remonte dans la ville entre 135 et 140 m avant de redescendre à la traversée de la palmeraie située à l'est de Rouissat pour rejoindre Ain Beida à l'est au environ de 135m d'altitude.

La direction de drainage générale est nord - sud. Le réseau hydrographique et les drains qui rabattent la nappe phréatique rejoignent finalement la première Sebkha.

La station d'épuration de la ville (lagunage aéré) est également située au nord de la ville à l'amont de la première sebkha.

3 Les aquifères dans la région:[4]

La région d'étude renferme un système d'aquifères qui renferme une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Ce bassin se subdivise en trois sous Occidental et du Grand Erg Oriental qui sont des cuvettes à écoulement endoréique aboutissant dans des dépressions fermées «chotts et sebkhas», et le plateau de la Hamada El Hamra (Ould Baba Sy, 2005).

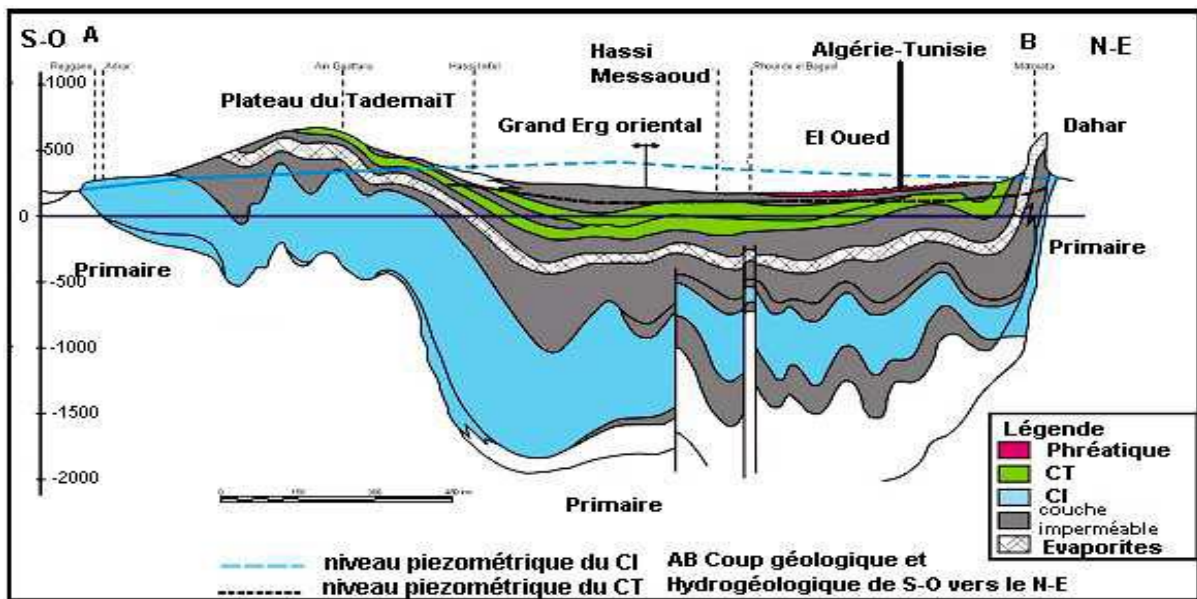


Figure07 : Coupe hydrogéologique de SASS (UNESCO, 1972)

3.1 Le Continental Intercalaire (CI):

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. Il s'agit de la partie supérieure du Continental Intercalaire, l'Albien, essentiellement gréseux formant un important aquifère captif.

Les débits obtenus par forage dans cette formation sont importants de l'ordre de 100 à 200 l/s.

L'artésianisme a régressé dans les régions fortement exploitées (10 à 50m de baisse depuis 1950) mais reste important dans le secteur central du bassin, où il dépasse 150 m.

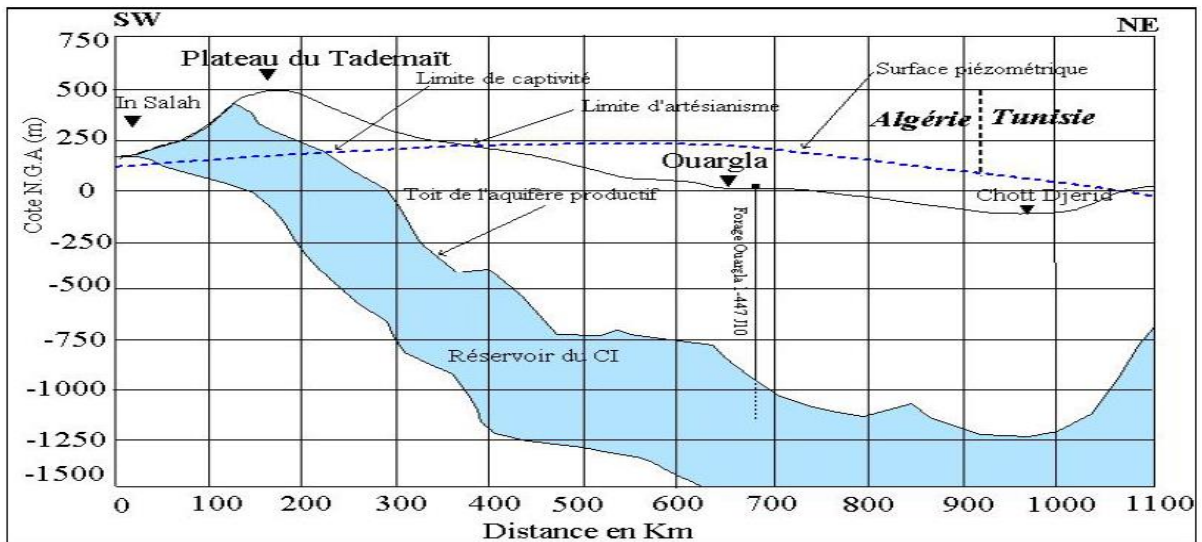


Figure08 : Coupe hydrogéologique transversale du "CI" (UNESCO, 1972)

3.2 Le Continental Terminal:

La nappe du Continental Terminal contenue dans les sables du Miopliocène est plus ou moins en relation avec les nappes sous-jacentes de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien, de sorte qu'à l'échelle de l'ensemble du Sahara, on peut considérer que ces différents niveaux forment une seule et même nappe -la nappe du Continental Terminal - par opposition au Continental Intercalaire.

La profondeur du "CT" est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m. Dans la cuvette de Ouargla le niveau piézométrique est voisin de 120 m NGA. Les niveaux piézométriques ont connu des abaissements importants ces dernières décennies ; L'artésianisme a disparu dans cette formation à Ouargla.

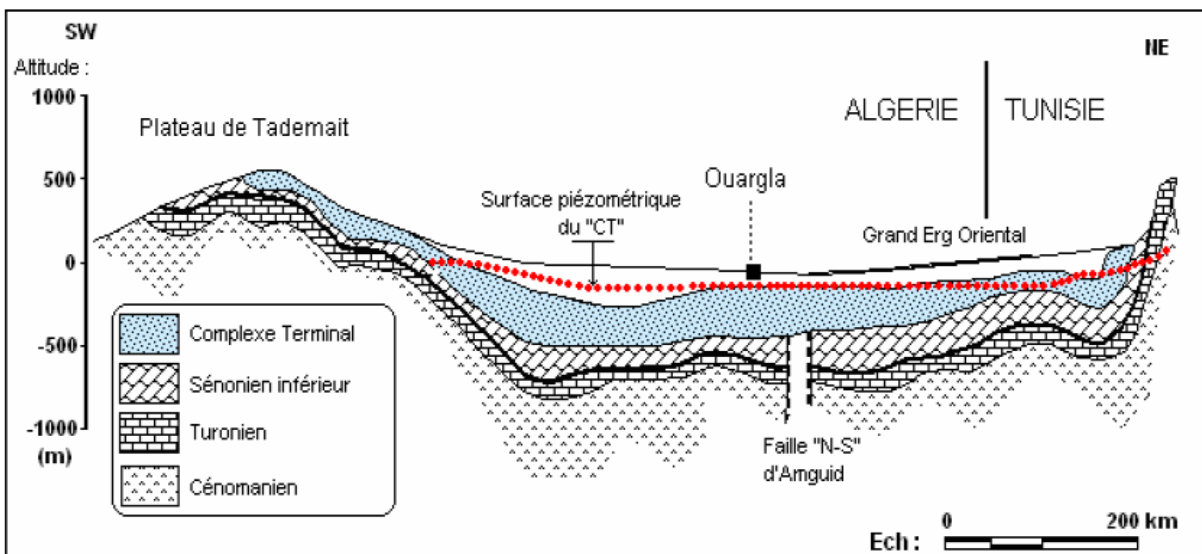


Figure09 : Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)

Les simulations effectuées sur le modèle du SASS¹ sont assez alarmistes :

[Le secteur le plus exposé est celui des chotts algéro-tunisiens au "CT". C'est sans aucun doute la région où la nappe est la plus vulnérable. C'est là où se trouvent les plus fortes densités de population, et c'est là où la pression sur la ressource sera la plus forte.... La simple poursuite des taux de prélèvements actuels entraînerait, à l'horizon 2050, des rabattements supplémentaires de l'ordre de 30 à 50 m. Une telle situation serait inacceptable... : le risque de percolation du chott vers la nappe serait fatal pour cette dernière en terme de salinité.

La simple poursuite de l'existant, du moins dans le "CT", serait donc tout à fait inacceptable pour la région des Chotts. Là il faudra sérieusement envisager la réduction des prélèvements comme un scénario plausible et s'y préparer d'ores et déjà... . La simple poursuite des rythmes de prélèvements actuels y constitue un danger potentiel majeur].¹

Ces observations sont confirmées à Ouargla, en particulier sur la commune d'Ain Beida où les forages de Chott atteignent des salinités rendant leur utilisation impossible pour une alimentation directe du système AEP.

Ces baisses ont pour conséquence que de nouvelles ressources devront être substituées à celles actuellement exploitées.

3.2.1 Géométrie du CT:

Le système aquifère du "Complexe Terminal" couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional sur environ 350 000 km².

La profondeur du "CT" est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.

Le « Complexe Terminal » affleure aux endroits suivants

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- A l'Est, le long du flanc oriental du Dahar.
- Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït.
- A l'Ouest, sur la dorsale de M'zab.

¹OSS (2003) : *Système Aquifère du Sahara Septentrional*

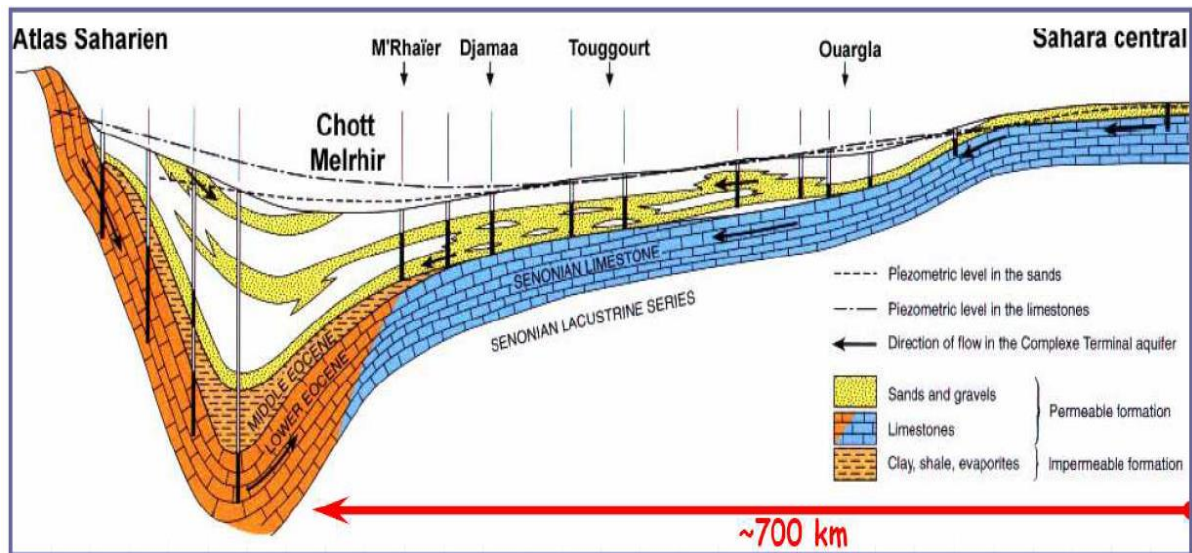


Figure 10 : Coupe hydrogéologique transversale du "CT" (UNESCO, 1972)

3.2.2 Piézométrie du CT:

Comme pour le "CI", la construction de la carte piézométrique du "CT" est le résultat de l'accumulation des contributions successives élaborées depuis quarante ans, depuis la publication par Cornet, (1964) de la première carte piézométrique couvrant tout le Continental Terminal du Sahara. Parmi les contributions les plus significatives, on peut citer notamment Bel et Couche, (1969) et le projet ERESS, (1972).

L'ensemble de ces travaux a permis de dresser une carte piézométrique initiale ou encore peu influencée par pompage, à l'échelle du bassin du Sahara Septentrional.

Cette piézométrie a concerné les formations calcaires sénoniennes et éocènes ainsi que les sables du Pontien (Oued Righ et Djérid) assez souvent en relais hydrogéologiques. Elle se raccorde parfaitement et permet d'avoir la continuité de l'écoulement souterrain en passant d'une zone à l'autre, (OSS, 2003).

L'examen de la carte piézométrique met en évidence les zones d'alimentation, à savoir:

- L'Atlas Saharien du Nord-Ouest.
- Le Dahar à l'Est.
- Le Tinrhert au Sud.
- Le J. Nafusa au Nord-est

Les zones d'exutoires sont principalement centrées sur les Chotts algéro-tunisiens et sur le Golfe de Syrte.

L'écoulement de cette nappe se produit:

- A partir de la dorsale de M'zab, où l'ensemble de l'écoulement converge vers les zones des Chotts (c'est-à-dire qu'il se renverse et s'effectue du Sud vers le Nord sous le Grand Erg Oriental).
- Dans le sens Ouest-Est, où les eaux en provenance de l'Atlas Saharien, se convergent vers la zone des chotts.
- Dans le sens Sud-Nord, du plateau du Tinrherth vers la zone des chotts et le golfe de Syrte.

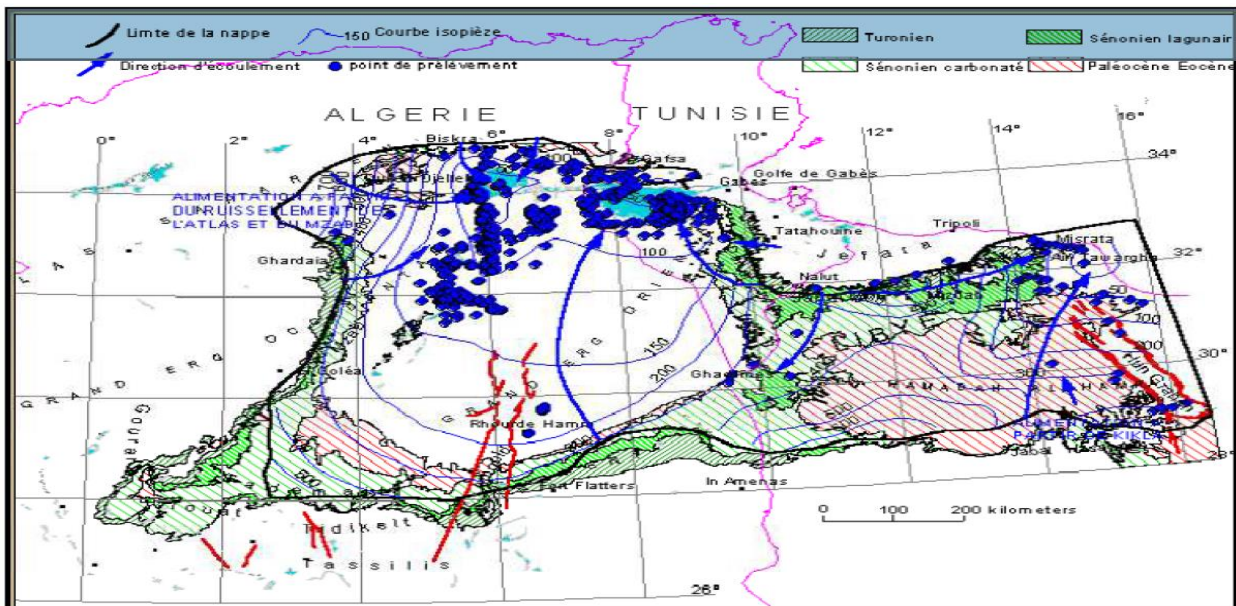


Figure11: Carte piézométrique de référence du "CT" (OSS, 2003)

3.2.3 Recharge et conditions de recharge du CT:

Le concept de recharge ainsi ses conditions sont adoptables pour tout les aquifères du SASS, de ce fait, le CT doit obéir aux mêmes conditions.

Certains auteurs pensent que les eaux des nappes du Sahara sont fossiles (BURDON, 1977; MARGAT & SAAD, 1982 et 1984 ; MARGAT, 1990), c'est-à-dire qu'elles se sont infiltrées et accumulées au cours des temps géologiques, leur alimentation s'est poursuivie au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire par infiltration sur les affleurements des couches perméables jusqu'à débordement de ces derniers, et que le niveau actuel des nappes traduit le résultat d'un tarissement pur depuis l'Holocène (PIZZI et SARTOLI, 1984).

Pour d'autres, par contre, il existe une recharge actuelle des nappes sahariennes. Cette alimentation se manifeste lorsque certaines conditions climatiques, topographiques et géologiques sont réunies (DUBIEF, 1953).

Les précipitations exceptionnelles associées à certaines conditions de surface spécifiques (sols à grains grossiers) peuvent être particulièrement génératrices de recharges (GLENDON et HILLEL, 1988). L'alimentation des nappes du Sahara septentrional, par exemple, se manifeste sur les bordures Nord du bassin lorsque trois conditions sont présentes :

- Des précipitations suffisantes.
- Un relief relativement accentué pour produire un ruissellement dans les oueds.
- L'affleurement de formations perméables appartenant à un des systèmes aquifères ou en
- relation directe avec un des aquifères sahariens (DUBIEF, 1953).

3.4 Les aquifères utiles dans la région d'Ouargla:[5]

Trois aquifères utiles existent dans le sous-sol de la région d'Ouargla, de bas en haut

Nous avons: (Figure. 08).

- Les grès et les argiles sableuses du CI, c'est la nappe dite "Albienne".
- Les calcaires de la nappe du Sénonien -Eocène carbonatés.
- L'ensemble détritique (sables et argiles) des formations continentales de la nappe du Miopliocène.

Chronostratigraphie	Unités hydrogéologiques		Prof	Lithostratigraphie	Lithologie
Quaternaire	Nappe phréatique		20m		
Tertiaire	Nappe du Complexe Terminal	Nappe des sables	120m	Mio-Pliocène	
		Impermeable		Eocène évaporitique	
		Nappe des calcaires (Sénono-Eocène)	520m	Eocène carbonaté	
		Impermeable	700m	Sénonien carbonaté	
		Nappe du turonien		Sénonien lagunaire	
Secondaire	Crétacé	Impermeable	1000m	Turonien	
		Nappe du Continental Intercalaire		Cénomaniens	
		Nappe de l'Albien		Albien	
			2000m	Aptien	
				Barrémien	

Figure 12: Récapitulatif des différentes nappes aquifères de la basse Vallée de l'Oued Mya (ANRH.2004)

4 Conclusion:

Ouargla est l'état désertique ou ce qu'on appelle la capitale des oasis, il possède de nombreuses oasis de palmiers et des dunes de sable qui lui ont donné sa beauté, et il est considéré comme l'un des états les plus importants du pays en raison de la présence de grandes ressources souterraines telles que le pétrole, le gaz et les eaux souterraines.

Et à travers notre étude du premier axe, nous avons conclu plusieurs caractéristiques et avantages du Wilayat de Ouargla, dont les plus importants sont:

- La température moyenne annuelle avoisine 25 °C à Ouargla.
- La durée moyenne mensuelle d'insolation en h est 152.97 h.
- La région de Ouargla est l'une des régions les plus évaporées en raison de l'exposition fréquente au soleil , avec une évaporation atteignant jusqu'à 417.66 mm au mois de Julia .
- Sebkhet Safioune qui est à 103 m d'altitude point le plus bas delà région.

Dans La région de Ouargla renferme un système d'aquifères qui renferme une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

la profondeur du "CI" 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.

La profondeur du "CT" est comprise entre 100 et 600 m et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.



CHAPITRE II
QUALITE DES EAUX POTABLE

1. INTRODUCTION:

L'eau est la base de la vie, et elle est nécessaire pour tous les organismes, car elle représente 75% de la superficie terrestre et réside sous la forme de plans d'eau tels que des vallées, des rivières, des mers ou dans le sol de la terre ce que l'on appelle les eaux souterraines.

Dans cet axe, nous traiterons des caractéristiques et de la qualité de l'eau potable.

2. Généralités sur les eaux:

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température ambiante. A pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100 C° et solide en dessous de 0 C°. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène [6]. L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus, près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau [6].

2.1. Origine des eaux potables[7]

a-Eaux de source, eaux minérales : les eaux dites « de source » sont des eaux naturellement propres à la consommation humaine ; on parle alors d'eau potable. Les eaux minérales naturelles, possèdent des propriétés particulières : elles ont des teneurs en minéraux et en oligo-éléments qui peuvent leur donner des vertus thérapeutiques. Comme les eaux de source, elles ne peuvent être traitées. Elles sont d'origine profonde et de composition physico-chimique constante dans le temps, et satisfait à des exigences microbiologiques plus strictes que les autres eaux destinées à la consommation humaine (à l'émergence).

b- Eaux brutes : destinée à la consommation humaine, est prélevée dans un cours d'eau ou une nappe d'eau souterraine. Elle est ensuite acheminée vers une usine de traitement de l'eau où elle subit divers traitements physiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques; Ressource en eau avant tout traitement de potabilisation va dépendre à l'autorisation de prélever cette eau pour la

rendre potable et la filière de potabilisation appropriée. Ces eaux superficielles destinées à la production alimentaire doivent répondre à des exigences de qualité très précises et fixés par des organismes spécialisés

Les eaux brutes utilisables pour fournir de l'eau destinée à la distribution sont classées en trois Catégories de qualité :

- A1, bonne ; traitement physique simple et désinfection
- A2, moyenne ; traitement normal physique, chimique et désinfection
- A3, médiocre ; traitement physique, chimique poussé, affinage et désinfection.

2.2. La classification des eaux:

Les critères de classement prennent en compte de nombreux paramètres de différente nature, concernant les caractéristiques physico-chimiques de l'eau,

- la présence de substances "indésirables";
- la présence de substances toxiques ;
- la présence de pesticides ;
- la qualité microbiologique ;
- et également la couleur de l'eau (décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001), il faut souligner

Que c'est le facteur le plus mauvais de l'analyse qui détermine le classement de l'eau. Les eaux qui ne satisfont pas au moins aux critères retenus pour la catégorie "médiocre" sont exclues de l'utilisation pour la production d'eau potable.[8]

2.3 Les caractéristiques naturelles des eaux:[9]

Qu'il s'agisse d'eaux souterraines ou superficielles, la ressource en eau doit être protégée contre les divers facteurs de pollution qui la menacent.

Ces facteurs résultent, pour la plupart, de l'activité humaine et industrielle, mais aussi de processus naturels qui peuvent dégrader la qualité de l'eau ; Il est dans la nature un milieu vivant, L'eau pure

N'existe pas à l'état naturel.

Elle contient toujours quelque chose, parce qu'elle se charge très rapidement de divers éléments plus ou moins indésirables au contact des milieux qu'elle traverse. L'eau à l'état naturel, superficielle ou souterraine, contient :

a) **-Des matières dissoutes** provenant des terrains traversés (calcium, magnésium, Sodium, Potassium ; bicarbonates, sulfates, chlorures) ;

b) **- Des particules d'argile** en suspension qui forment une "éponge" absorbante susceptible d'attirer des bactéries et des molécules ;

c) **-Des bactéries**, qui prolifèrent dans le milieu aquatique ;

d) **-Des matières organiques** provenant du cycle de décomposition des végétaux et des Animaux.

Ainsi, une eau souterraine non polluée peut présenter une odeur ou un goût désagréable, devenir trouble, contenir des particules filamenteuses, également les eaux superficielles, sous l'effet du soleil, de l'oxygène ou de la chaleur, une prolifération bactérienne peut se développer.

2.4. Composition chimique de l'eau:[7]

La composition chimique de l'eau est ainsi complètement liée aux caractéristiques du bassin versant dans lequel elle opère son cycle (la nature du sol et du sous-sol, les espèces végétales et animales, mais également les activités humaines.

L'eau contient en réalité et naturellement :

a) Les matières minérales:

Beaucoup d'ions dissous dont les principaux sont : le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), les carbonates (CO_3^{2-}), les bicarbonates (HCO_3^-), les sulfates (SO_4^{2-}), les chlorures (Cl^-) et les nitrates (NO_3^-). Ils proviennent pour l'essentiel du lessivage des sols par les eaux de pluie.

- En moins grande concentration (du **microgramme** au milligramme par litre), l'eau contient aussi des éléments nutritifs, ou **nutriments**, que sont l'azote (contenu dans l'**ammoniac**, les nitrites et les nitrates), le **phosphore** (contenu dans les phosphates) et la silice, mais aussi le fer et le manganèse.

- D'autres éléments ne sont présents qu'à l'état de trace (de 0,1 à 100 microgrammes par litre), comme l'arsenic, le cuivre, le cadmium, le manganèse, le fer, le zinc, le cobalt, le plomb... Ils proviennent des roches mais aussi parfois des activités industrielles et domestiques.

- L'eau contient des matières minérales en suspension (matériaux argileux, limons, etc.).

b) Les matières organiques:

Présentent sous forme dissoute (carbo-hydrates, acides humiques, pigments et composés D'origine artificielle comme les hydrocarbures, les solvants chlorés, ou les **pesticides**), ou en

Suspension (déchets végétaux, plancton...).

Elles proviennent pour l'essentiel de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu ou dans les sols lessivés par les pluies (décomposition des plantes et des Animaux), mais aussi de composés issus de l'activité humaine. Leur concentration, infime dans les eaux profondes, peut atteindre quelques dizaines de milligrammes par litre dans les eaux de surface.

2.5. Rôles et importances des éléments chimiques dans l'eau:

Il s'agit de voir les éléments chimiques présents dans l'eau n'ont pas la même importance. Ils peuvent être classés en:

◆ **Eléments normaux de l'eau** : l'eau potable doit en contenir, si possible, en quantité souhaitable.

Ce sont : Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- .

◆ **Eléments indices de pollution d'origine organique** : la variation de teneur de ces éléments est à surveiller. Ce sont : les matières organiques (ou coefficient d'oxydabilité de l'eau), l'oxygène dissous, les matières azotées (l'azote ammoniacal, les nitrites ; les nitrates), les phosphates.

◆ **Eléments à rechercher** : le cas de pollution d'origine industrielle, subdivisés en :

◇ **Eléments considérés comme indésirables** : la présence de ces éléments à des Teneurs dépassant des doses spécifiques provoquent des gênes dans l'utilisation de l'eau. Ce sont: le Fer, le Zinc, le Cuivre, le Manganèse, les Phénols, le Nickel.

◇ **Eléments considérés comme toxiques** : l'existence même, ou la présence à des doses dépassant des limites spécifiques de ces éléments peuvent causer des altérations graves à l'organisme. Ce sont : l'Arsenic, le Chrome hexa valent, le Plomb, les Cyanures, le Sélénium, le Fluor.

L'eau potable qui arrive après traitement comprend donc de nombreux éléments

Naturels, seuls ceux qui sont nuisibles à la santé ou indésirables sont éliminés.

- 1- **Le calcium** : est indispensable dans la constitution de nos os et de nos dents;
- 2- **Le magnésium** combat la fatigue, lutte contre les spasmes digestifs et la constipation;
- 3- **Le sodium** contrôle l'équilibre en eau de nos tissus et aide à transmettre l'influx nerveux;
- 4- **Le potassium** agit positivement sur les contractions musculaires;
- 5- **Le bicarbonate** ou hydrogénocarbonate est vital dans le maintien de l'équilibre acido-basique et du pH de nos cellules;
- 6- **Les chlorures** sont présents dans nos liquides intracellulaires;
- 7- **Le sulfate** favorise l'élimination des toxines. C'est aussi un élément essentiel

Des cartilages, cheveux, vaisseaux sanguins et tissus conjonctifs.

8- **Les «oligo-éléments»**, dits également «éléments-traces» parce qu'ils existent en quantité Infinitésimales, sont pour certains reconnus essentiels pour la santé. On peut citer:

9- **Le fluor** l'anticarie par excellence;

10- **Le cuivre** qui intervient dans le fonctionnement de nombreux enzymes ainsi que la synthèse des protéines;

11- **Le fer** constituant de l'hémoglobine;

12- **L'iode** entre dans la composition d'hormones de la glande thyroïde; et bien d'autres Encore.

2.6. Sels minéraux dissous:[10]

A- Cations

1- Ions calcium : Ca²⁺

Le corps humain comprend un moyen 1,2 kg de calcium essentiellement dans le squelette; L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium; Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul Inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces Peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations.

2- Ions Magnésium: Mg²⁺

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (Industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Mais l'excès donne une saveur amère à l'eau.

3- Ions de Sodium : Na²⁺

Le sodium est un métal abondant, toujours associé à d'autres éléments chimiques. Il se trouve dans la majorité des eaux souterraines et de surface ; Des teneurs anormalement élevées peuvent provenir d'apports industriels ou domestiques ; La concentration dans l'eau de boisson est normalement inférieure à 50 mg/l, mais elle peut augmenter au cours des traitements d'adoucissement (par échange d'ions) des eaux calcaires.

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût

Désagréable et ne peuvent pas être consommées.

4- Ions de Potassium : K^+

Le potassium est un élément naturel des eaux, où sa concentration à peu près constante, ne dépasse habituellement pas 10 à 15 mg/l, sauf dans certains contextes géologiques particuliers où elle atteint 20 à 25 mg/l ; Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules ; Il est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature .

5- L'aluminium : Al^{3+}

Sa présence est due au traitement de l'eau par des sels d'aluminium comme agent de coagulation pour éliminer la couleur et la turbidité. Il ne représente aucun inconvénient pour l'organisme humain à des concentrations inférieures à 0.2 mg /l.

Pour le traitement de l'eau potable, des sels d'aluminium peuvent être utilisés. Pour cet élément, la réglementation n'impose pas de limite de qualité mais indique une référence de qualité de 200 mg/l .

6- Ion Fer : Fe^{2+}

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés.

7- Le bore : Br^-

Le bore n'existe jamais dans la nature à l'état élémentaire, mais sous différentes formes : borate de sodium, borate de calcium, acide borique, borate et poly borates, dans des dépôts minéraux et les eaux naturelles. Le bore n'apparaît qu'exceptionnellement dans les eaux de distribution, mais plus fréquemment dans les eaux résiduaires ; Selon l'O.M.S, des quantités de l'ordre du mg/l dans l'eau ne semblent pas présenter d'inconvénient pour la santé humaine .

8- Ions Ammonium : NH_4^+

L'ammonium est souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant dans les conditions de pH, il se transforme soit en composé non combiné, soit sous forme ionisée. Les eaux souterraines sont pauvres en azote ammoniacal.

Mais des eaux issues de sols riches en substances humiques ou riches en fer peuvent présenter des teneurs de l'ordre de 1 à 3 mg/l ; La présence d'azote ammoniacal en quantités relativement importantes peut être l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. Dans

l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3); En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température.

b- anions:[11]

1-Ions Chlorure : Cl^-

La concentration de l'eau en chlorure peut être plus ou moins élevée en fonction de la géologie des sols et de leur exposition aux pollutions. Le chlorure a des bienfaits pour notre santé : notre régime alimentaire devrait nous fournir environ 600 milligrammes de chlorure par jour.

La concentration maximale légalement autorisée de chlorure dans l'eau est de 250 milligrammes par litre (mg/l). En 2016, la concentration de chlorure dans l'eau distribuée par in BW a varié de 13,3 à 51,4 mg/l.

2-Ions Bicarbonate : HCO_3^-

Le bicarbonate fait partie des nombreuses substances minérales (au même titre que le calcium, le magnésium ou encore le sodium) naturellement présentes dans l'eau. L'eau peut contenir des quantités plus ou moins élevées de bicarbonate en fonction des types de sols qu'elle traverse (infiltration) ou sur lesquels elle s'écoule (ruissellement).

Sans effet nocif pour la santé, le bicarbonate n'est soumis à aucune norme légale.

3-Ions Sulfate : SO_4^{2-}

Le sulfate est un composé naturel qui correspond à la présence de soufre dans l'eau. S'il est consommé à trop fortes doses (plus de 1000 milligrammes par litre), le sulfate peut avoir un effet laxatif.

C'est pourquoi la teneur de l'eau de distribution en sulfate est limitée à 250 milligrammes par litre (mg/l). En 2016, la concentration en sulfate de l'eau de in BW a varié entre 45,3 et 118,9 mg/l.

4-Ions Nitrate : NO₃⁻

Le nitrate existe dans notre alimentation quotidienne (par exemple, dans certains fruits et légumes). Il est également présent dans les engrais utilisés pour l'agriculture. L'épandage excessif d'engrais sur les sols agricoles engendre le risque d'une concentration trop élevée de nitrate dans l'eau. C'est pourquoi l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a fixé la concentration maximale de nitrate dans l'eau à 50 mg/l.

Des teneurs inférieures ou égales à cette norme ne présentent aucun danger, y compris pour les femmes enceintes et pour les nourrissons. En 2016, la concentration en nitrate de l'eau distribuée par in BW n'a pas dépassé 39,3 mg/l.

5-Ions Nitrite : NO₂⁻

Le nitrite fait partie de la composition naturelle des sols, des eaux et des végétaux. Cependant, sa concentration y est très faible. Dans le corps humain, le nitrite résulte notamment de la transformation du nitrate dans l'estomac.

Dans l'eau de distribution, une quantité de nitrite supérieure à la norme légale maximale de 0,10 mg/l peut s'avérer nocive pour la santé. En 2016, la teneur en nitrite de l'eau distribuée par in BW n'a pas dépassé 0,02 mg/l.

6-Ions Fluorure : F⁻

Le fluorure désigne le fluor combiné à d'autres éléments. On parle par exemple de fluorure de calcium, de fluorure de sodium, etc. En général, le fluorure est naturellement présent dans l'eau. On le retrouve également parfois dans les aliments sous forme de traces.

Consommé avec modération, c'est-à-dire, sans dépasser les 1500 microgrammes par litre (µg/l) – soit 1,5 mg/l – réglementaires en ce qui concerne l'eau de boisson, le fluorure est bénéfique pour la santé. En 2016, la quantité de fluorure dans l'eau d'in BW a oscillé entre 72 et 243 µg/l.

3.Paramètre de qualité des eaux potable(d'eau souterraine):

3.1 Principaux paramètres de potabilité:

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques, déterminant à leur tour des caractères organoleptiques seuls immédiatement perceptibles pour l'utilisateur.

Les paramètres pris en compte sont:

- * la dureté de l'eau correspondant à sa minéralisation en calcium et magnésium
- * le pH qui dépend de la teneur en ions;
- * la teneur en gaz dissous issus de l'atmosphère (O₂ et CO₂);
- * la teneur en substances minérales dissoutes généralement sous forme ionique: anions (bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures) et cations (calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, manganèse, ammonium);
- * la turbidité, produite par des matières en suspension (argiles) dans les aquifères karstiques.

A ces paramètres physico-chimiques s'ajoutent des paramètres microbiologiques souvent déterminants dans les aquifères calcaires.

Une teneur trop élevée d'un ou plusieurs composants chimiques cause des désagréments au consommateur (saveur, risques sanitaires) et aux canalisations (corrosion, entartrage...) L'eau est alors jugée impropre à la consommation (et à sa distribution) à moins de subir au préalable un traitement approprié (cas des eaux chargées en nitrates). D'autre part, une teneur élevée d'un élément chimique peut être l'indice d'une pollution par d'autres substances toxiques: les résidus de pesticides accompagnent généralement la migration des nitrates d'origine agricole à la nappe (atrazine, simazine employées en particulier comme désherbants des cultures de maïs).

Les paramètres qui déclassent une nappe pour l'eau potable ou impliquent un traitement correcteur pour sa potabilisation sont dans la pratique: la dureté, le pH, la teneur en sulfates, la turbidité.[12]

3.2. La dureté:

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue:

* une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg;

* une dureté non carbonatée produite par les autres sels.

La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en °F (degré français); 1 °F correspond à 10 mg de carbonate de Ca dans 1 litre d'eau..

Des valeurs faibles correspondent à des eaux douces: dans les sables du Crétacé inférieur du Pays de Bray, l'eau a un titre hydrotimétrique compris entre 5 et 20 °F. Les eaux dures ont un titre compris entre 20 et 35 °F: c'est le cas de l'eau de la nappe de la craie dans la Somme. Des valeurs supérieures indiquent des eaux très dures (nappe captive de la craie, nappes de l'Eocène...)

La dureté de l'eau influe essentiellement sur l'état des canalisations et des appareils de chauffage, et sur le lavage du linge. Une eau dure donne des dépôts de tartre dans les canalisations, les bouilloires et chauffe-eau, ainsi que dans les filtres des robinets. D'autre part, ces dépôts carbonatés ont un effet bénéfique en protégeant les conduites de la corrosion. Ces eaux dures pourront être adoucies par le distributeur ou par l'utilisateur (échange d'ions sur résine dans l'industrie ou chez le particulier).

En revanche, une eau trop douce est agressive vis-à-vis des canalisations; en particulier la corrosion des canalisations en plomb devient dangereuse pour la santé du consommateur. Un traitement par déminéralisation est indiqué. [12]

3.3. Le Ph:

Le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques, en particulier l'équilibre calco-carbonique et donc l'action de l'eau sur les carbonates (attaque ou dépôt). Le pH est acide dans les eaux des aquifères sableux ou granitiques. Il est alcalin dans les calcaires. Le pH est corrigé selon le cas par élimination du CO₂ dissous en excès ou par correction de la dureté carbonatée. [12]

3.4. La turbidité:

La turbidité peut être importante dans les aquifères karstiques. Elle occasionne des désagréments dans l'aspect de l'eau et sa saveur (goût de terre). Les pics de turbidité suivent les fortes précipitations; ils sont fréquents dans l'aquifère crayeux de Normandie. Les eaux de ruissellement

chargées de particules argileuses - et d'autres matières indésirables- s'engouffrent dans les bétoires. La vitesse de circulation de l'eau dans le réseau souterrain en crue ne permet pas leur décantation. ;de plus des particules déposées précédemment sont arrachées aux cavités et augmentent la charge en suspension que l'on retrouve à l'exutoire.

Toute aménagement augmentant le ruissellement superficiel et l'érosion des sols accentue la turbidité: remembrement agricole supprimant les haies et talus, pratiques agricoles laissant les sols à nu pendant l'hiver, drainages des eaux superficielles vers les gouffres et bétoires, comblement des mares stockant les eaux de ruissellement. [12]

4. Les critères de potabilité de l'eau:[13]

Pour pouvoir être consommée en toute sécurité, l'eau doit répondre à **des critères de potabilité très strictes dictés par le Ministère de la Santé et le Conseil Supérieur du secteur d'Hygiène Publique**. Ces normes varient en fonction de la législation en vigueur et selon qu'ils' agit d'une eau destinée à la consommation humaine ou d'une eau industrielle.

A ce jour, il existe **63 critères de potabilité de l'eau**, que l'on peut regrouper en 5 grands paramètres :

a)Les paramètres physico-chimiques :

ils correspondent aux caractéristiques de l'eau tels que le pH, la température, la conductivité ou la dureté de l'eau et délimitent les quantités maximales à ne pas dépasser pour certains composants comme les ions, les chlorures, le potassium et les sulfates.

Exemples :

La teneur en sulfate doit être inférieure à 250 mg/l

La teneur en chlorures doit être inférieure à 200 mg/l

La teneur en potassium doit être inférieure à 12 mg/l

Le pH de l'eau doit être compris entre 6,5 et 9

Le TH soit la dureté de l'eau, qui correspond à la mesure de la teneur d'une eau en ions calcium et magnésium, doit être supérieur à 15 degrés français. Autrement dit, une eau ne doit pas posséder

moins de 60 mg/l de calcium ou 36 mg/l de magnésium, sinon elle sera jugée trop douce : pour ne pas corroder les canalisations, elle devra faire l'objet de minéralisation et/ou de neutralisation pour retrouver un équilibre calco-carbonique.

b)Les paramètres organoleptiques :

Ils concernent la couleur, le goût et l'odeur de l'eau. L'eau doit être agréable à boire, claire et sans odeur. Ces paramètres étant liés au confort de consommation, ils n'ont pas de valeur sanitaire directe.

c)Les paramètres microbiologiques :

Ils permettent de contrôler que l'eau ne contient aucun germe pathogène, comme les virus, les bactéries ou les parasites, pouvant provoquer des maladies, voire de épidémies.

d)Les paramètres liés aux substances indésirables :

ils concernent les substances telles que les nitrates, les nitrites et les pesticides.

La teneur en nitrates ne doit pas dépasser 50 mg/l

La teneur en fluor doit être inférieure à 1.5 mg/l

e)Les paramètres liés aux substances toxiques :

les micropolluants tels que l'arsenic, le cyanure, le chrome, le nickel, le sélénium ainsi que certains hydrocarbures sont soumis à des normes très sévères à cause de leur toxicité. Leur teneur tolérée est de l'ordre du millionième du gramme.

Voici quelques exemples d'échantillons cela concerne certains des forages d'eau de la ville de Ouargla prélevés dans un laboratoire de Algérienne des eaux :

Tableau 06 : bulletin d'analyses des eaux de forage CITE BENI THOUR

Zone : Ouargla Unité : Ouargla		Ministre des ressources en eau Algérienne des eaux Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux					
Bulletin D'analyses							
Code de l'échantillon : 242		Nature de l'échantillon : EAU POTALE		Date et Heure de prélèvement : 20 /01/2020		Prélèvement effectué par : BENSALÉM.H	
Lieu de prélèvement : FORAGE CITE BENI THOUR		Commune : OGX		Date d'analyse : 20/01/2020		Analyse effectuée par : Laboratoire Central	
Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	21	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	304.6	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	179.85	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	1600	500
Chlore résiduel libre	mg/l	BRUTE	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	550	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	30	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.02	>0.6 et >0.9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	1093.1	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	5320		Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	920	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	5	50
Turbidité	NTU	1.29	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	137.52	-
Oxygène dissous	mg/l	/	-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	112.72	-
TDS	mg/l	2660					
Résidu sec 105 C°	mg/l	/	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0.140	0.5	Fer	mg/l	00	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	<0.05	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.05	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	00	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S)	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

Visa du Chef Laboratoire

Tableau 07 : bulletin d'analyses des eaux de forage ALBEIN KHAFDJI

Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Ministre des ressources en eau
Algérien des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux



Bulletin D'analyses

Code de l'échantillon : 572

Date et Heure de prélèvement : 13/02/2020

Nature de l'échantillon : EAU POTABLE

Prélèvement effectué par : BENSALÉM.H

Lieu de prélèvement : FORAGE ALBEIN KHAFDJI

Date d'analyse : 13/02/2020

Commune : OUARGLA

Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	00	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	192.38	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	94.78	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO ₃ mg/l	870	500
Chlore résiduel libre	mg/l	brute	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	350	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	41	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.08	>0.6 et >0.9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	646	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	3200		Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	654	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	/	50
Turbidité	NTU	1.66	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	128.65	-
Oxygène dissous	mg/l	00	-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO ₃	105.45	-
TDS	mg/l	1600					
Résidu sec 105 C°	mg/l	/	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0.043	0.5	Fer	mg/l	00	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	<0.05	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.05	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	00	00	Sulfure d'hydrogénée (H ₂ S)	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Visa du Chef Laboratoire

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

Tableau 08 : bulletin d'analyses des eaux de forage N°03 BAMENDIL



Zone : Ouargla Unité : Ouargla		Ministre des ressources en eau Algérienne des eaux Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux 					
Bulletin D'analyses							
Code de l'échantillon : 99				Date et Heure de prélèvement : 08 /01/2020			
Nature de l'échantillon : EAU POTALE				Prélèvement effectué par : préleveur ADE			
Lieu de prélèvement : FORAGE N°03 BAMENDIL				Date d'analyse :08 /01/2020			
Commune : OGX				Analyse effectuée par : Laboratoire Central			
Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	05	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	140.28	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	85.06	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	700	500
Chlore résiduel libre	mg/l	0.1	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	250	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	25	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.13	>0.6 et >0.9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	536.54	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	2270		Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	480	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	45	50
Turbidité	NTU	0.982	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	79.85	-
Oxygène dissous	mg/l	/	-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	65.45	-
TDS	mg/l	1135					
Résidu sec 105 C°	mg/l	/	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	<0.07	0.5	Fer	mg/l	00	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	<0.05	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.05	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	00	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S)	mg/l	/	
Observation							
N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96							
E.T : Eau Traitée				Visa du Chef Laboratoire			
Siege Laboratoire :							
Tél :							
Fax :							
Site web : www.ade.dz							

Tableau 09 :bulletin d'analyses des eaux de forage CITE 234 LOGTS

Ministre des ressources en eau
Algérienne des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux



Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Bulletin D'analyses

Code de l'échantillon : 271
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : FORAGE CENTRE OUARGLA
Commune : GGX

Date et Heure de prélèvement : 22 /01/2020
Prélèvement effectué par : BENSALÉM.H
Date d'analyse : 22/01/2020
Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	16	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	160.32	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	92.35	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	900	500
Chlore résiduel libre	mg/l	00	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	250	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	18	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	6.78	>0.6 et >0.9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	576.53	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	2730		Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	480	400
Température	C°		25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	05	50
Turbidité	NTU	1.37	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	137.52	-
Oxygène dissous	mg/l		-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	112.72	-
TDS	mg/l	1365					
Résidu sec 105 C°	mg/l	/	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	<0.07	0.5	Fer	mg/l	00	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	<0.05	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.05	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	00	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S)	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée Visa du Chef Laboratoire

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

Tableau 10 : bulletin d'analyses des eaux de forage CENTRE OUARGLA

Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Ministre des ressources en eau
Algérienne des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux



Bulletin D'analyses

Code de l'échantillon : 123
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : FORAGE CITE 234 LOGTS
Commune : OGX

Date et Heure de prélèvement : 13 /01/2020
Prélèvement effectué par : BENSALÉM.H
Date d'analyse :13 /01/2020
Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	00	15	Calcium Ca ⁺²	mg/l	316.63	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg ⁺²	mg/l	136.1	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	1350	500
CHlore résiduel libre	mg/l	00	>0.1	Sodium Na ⁺	mg/l	350	200
Paramètre Physique-Chimique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Potassium K ⁺	mg/l	40	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	6.98	>0.6 et >0.9	Chlorures Cl ⁻	mg/l	853.14	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	3960		Sulfate SO ₄ ⁻²	mg/l	735	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO ₃ ⁻	mg/l	45	50
Turbidité	NTU	1.04	5	Bicarbonate HCO ₃ ⁻	mg/l	110.90	-
Oxygène dissous	mg/l	/	-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	90.90	-
TDS	mg/l	1980					
Résidu sec 105 C°	mg/l	3114	-				
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0.054	0.5	Fer	mg/l	00	0.3
Nitrite NO ₂	mg/l	0.023	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.05	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	00	00	Sulfure d'hydrogénée (H ₂ S)	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Visa du Chef Laboratoire

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

5. Conclusion:

Dans cette étude, nous avons traité des sources d'eau potable salubre dans la nature et les avons classées par:

-Les éléments chimiques de base les plus importants de l'eau.

-Éléments secondaires.

-Éléments toxiques.

-Articles bactériens contaminés.

En plus des éléments dissous dans l'eau sous forme d'ions positifs et négatifs.

Ainsi que les normes internationales pour l'eau potable.

Et au final nous avons donné quelques analyses d'eau potable pour certains des forages de la région de Ouargla.



CHAPITRE III
LES DIFFERENTES METHODES
DIAGNOSTIC ET REHEBILISATION

1 .INTRODUCTION:

D'auscultation des forages destiné à l'AEP est et ce pour connaître l'état des équipements des forages (casing, crépines, pompes immergées).

Tableau 11 :Récapitulatif des sites (ouvrages) Auscultes

Série	Site	N°	Composition
	AIN EL KHEIR	01	Forage Lalla Mimouna
	ROUISSAT (SOKRA)	02	Forage ROUISSAT (Zone SOKRA)
	ROUISSAT (ZIAINA)	03	Forage CHEIKH BEN DJELLOUL
	AIN BEIDA	04	Forage CHOTT 02
	ZONE INDUSTRIELLE	05	Forage ABATTOIR
	SAID OTBA	06	Forage SAID OTBA

2. AUSCULTATION:

2.1 FORAGE LALA MIMOUNA:

2.1.1 INTRODUCTION :

Le forage, réalisé en 1979 et captant la nappe du Sénonien, a une profondeur de 172m. Après une longue durée d'exploitation, il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 13 :Plan de situation de forages LALA MIMOUNA

2.1.2 CARACTERISTIQUES :

Tableau 12 : Caractéristiques de forage LALA MIMOUNA

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Sénonien (calcaire)
Date de mise en service	1979
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	05°20'52''
Y	31°57'28''
Z	134 m
Point de référence	Sol
Profondeur	172 m
Profondeur inspectée	41.7 m
Niveau statique	14 m
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	13"3/8
Matériau	API
Crépines	à nervures repoussées
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	A la côte de

2.1.3. AUSCULTATION :

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constaté ce qui suit :

- Le tube plein est moyennement dégradé,
- Le niveau statique est à 14m (Photo 01),
- Des matières en plastique et quelque feuilles de palmiers sont en suspension dans l'eau entre la côte 14m et 16m (Photo 01),
- Le tube plein est dégradé à partir de la côte 23m (Photos 02, 03, 04),
- Un obstacle, constitué d'un grand joint et des blocs durs en matière de béton, se trouve à la côte 41.7m (Photos 05 et 06).



Photo 01

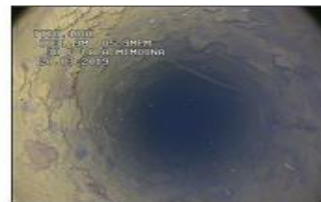


Photo 02



Photo 03

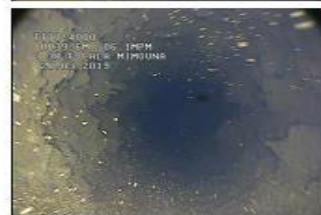


Photo 04

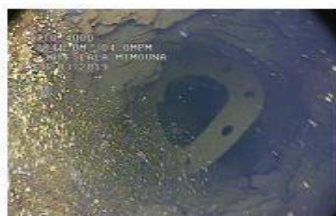


Photo 05



Photo 06

Suite aux observations constatées, le forage nécessite un bouchage et ce pour maintenir la qualité de l'eau de l'aquifère.

2.1.4. METHODE DE BOUCHAGE :

- Reformage du puits jusqu'au toit de l'aquifère 120m.
- Estimation du volume de la colonne de captage.
- Un remplissage par du sable, de la côte 120 à la côte 115m.
- Cimentation de la côte 115m jusqu'à la côte 70m, par un laitier de ciment HTS.
- Un remplissage par du sable de la côte 70 à la côte 10m.
- Cimentation de la côte 10m jusqu'à la surface, par un laitier de ciment HTS.

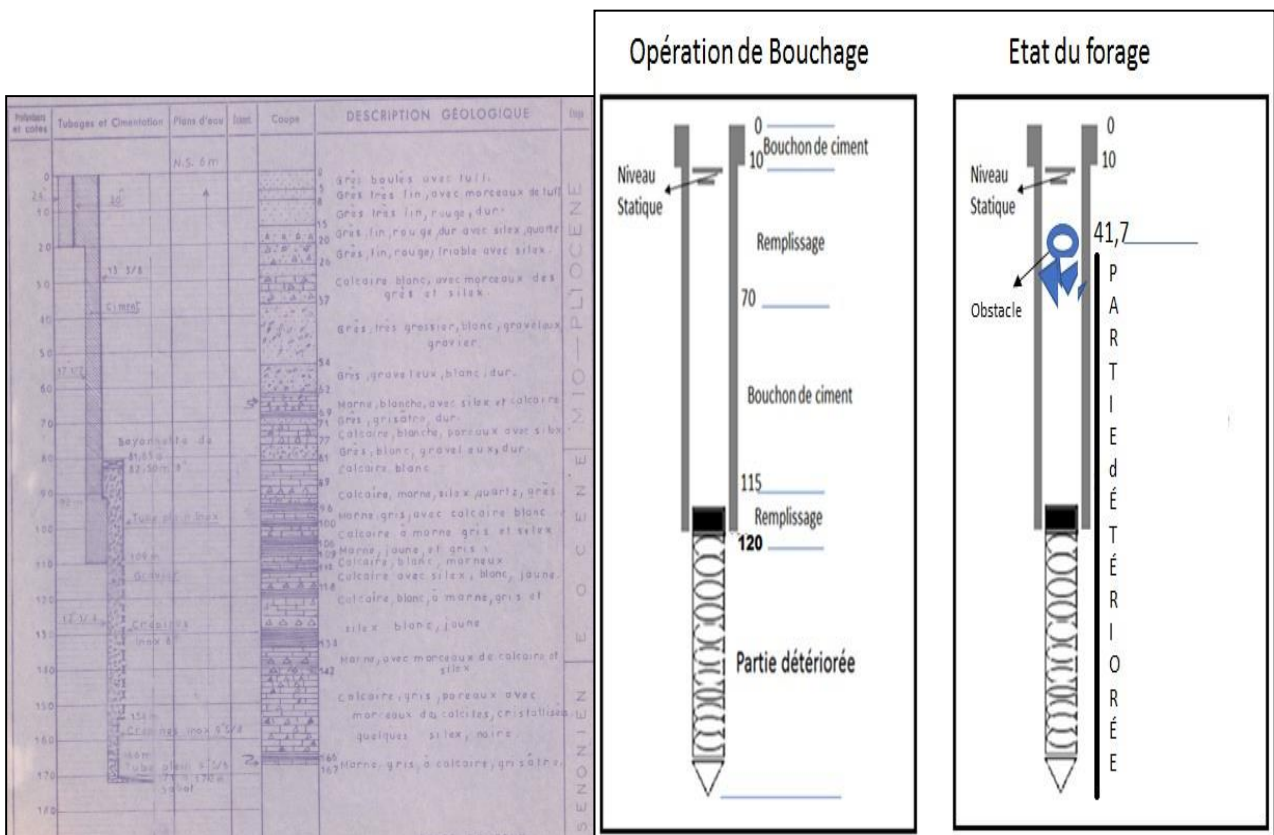


Figure 14 :Opération de bouchage nécessité de forage

2.2. FORAGE ROUISSAT (ZONE SOKRA):

2.2.1. INTRODUCTION :

Le forage, réalisé en 1978 et captant la nappe du Sénonien, a une profondeur de 200m. Après une longue durée d'exploitation, il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 15 : Plan de situation du forage RUISSAT(ZONE SOKRA)

2.2.2. CARACTERISTIQUES :

Tableau 13 : Caractéristique de forage ROUISSAT (ZONE SOKRA)

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Senonien
Date de mise en service	1978
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	5°19'44"
Y	31°56'22"
Z	140
Point de référence	Sol
Profondeur	200 m
Profondeur inspectée	32.48m
Niveau statique	
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	13 ^{3/8}
Matériau	API
Crépines	
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	

2.2.3.AUSCULTATION:

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constaté ce qui suit

- Vapeurs d'eau qui se dégagent (Photos 01 et 02),
- Niveau statique est à 17.73m (Photo 03),
- Eau trouble (Photo 04),
- Particule en suspension dans l'eau,
- Un obstacle à la côte 32.48m, qui a provoqué l'arrêt de la caméra d'enregistrement. Il s'agit d'un grand tas de sable argileux, l'origine de ce dernier provient peut être des parois du forage ou bien d'un rejet (Photo 05).



Photo 01



Photo 02



Photo 03



Photo 04

Photo 05



Suite aux observations constatées, le forage nécessite un bouchage et ce pour maintenir la qualité de l'eau de l'aquifère.

2. 2.4.METHODE DE BOUCHAGE :

- Contrôle de la colonne,
- Destruction de l'obstacle si c'est possible,
- Estimation du volume de la colonne tubage,
- Un remplissage par du sable jusqu'à la côte 30m,
- Cimentation de la côte 30m jusqu'à la surface, par un laitier de ciment HTS.

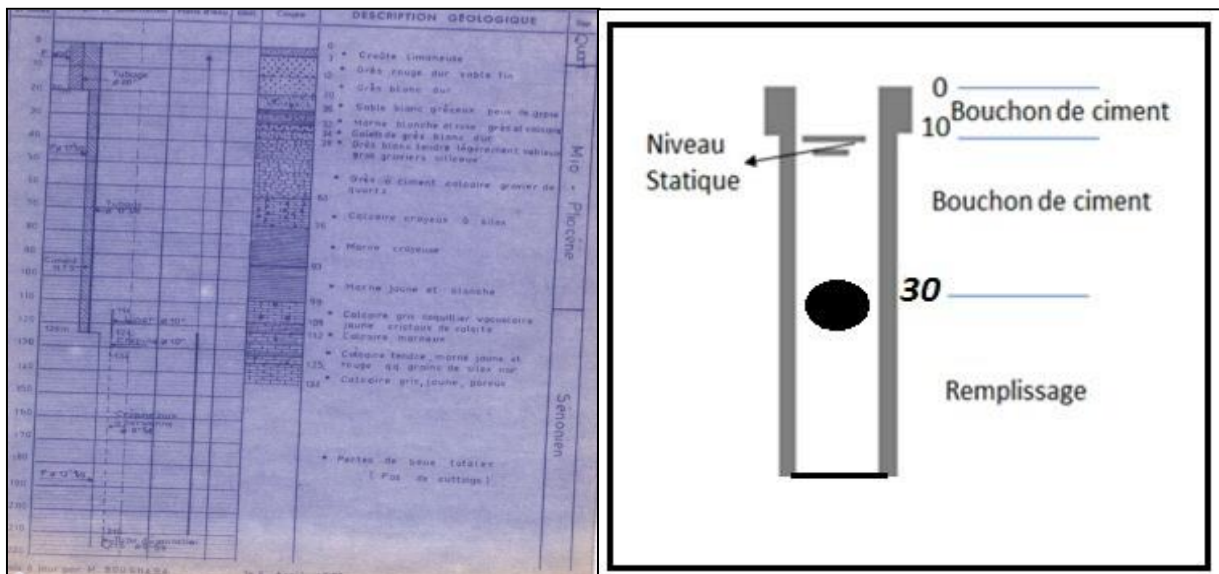


Figure 16: opération de bouchage nécessaire de forage

2.3. FORAGE CHEIKH BEN DJELLOUL – SOKRA – ZIAINA:

2.3.1. INTRODUCTION :

Le forage, réalisé en 2008 et captant la nappe du Miopliocène, a une profondeur de 82m. Après une certaine durée d'exploitation, il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 17 : Plan de situation du forage CHEIKH BEN DJELLOUL – SOKRA – ZIAINA

2.3.2. CARACTERISTIQUES / ANOMALIES :

Tableau 14 : caractéristique de forage CHEIKH BEN DJELLOUL – SOKRA – ZIAINA

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Miopliocène
Date de mise en service	2008
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	5°19'53"
Y	31°55'30"
Z	125
Point de référence	Sol
Profondeur	82 m
Profondeur inspectée	45.5
Niveau statique	16
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	13" ^{3/8}
Matériau	API
Crépines	Johnson
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	A la côte de 39m

Anomalies
Un obstacle, à la côte 45.5m causé par la détérioration de la colonne de captage (crépine)

2.3.3. AUSCULTATION :

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constaté ce qui suit

- Le niveau statique est à 16m (Photo 01),
- Manque de gravier au niveau du tube réserve à la côte 35m (Photo 02),
- Crépine, type Johnson, commence à la côte 39m (Photo 03),
- Détérioration de la colonne de captage (crépine) à la côte 45.5m (Photo 04).

Photo 01

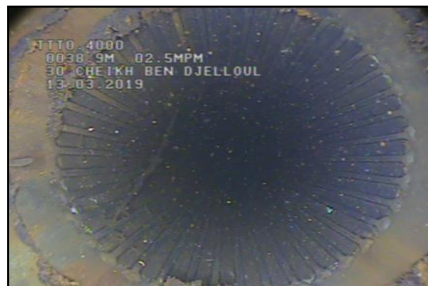
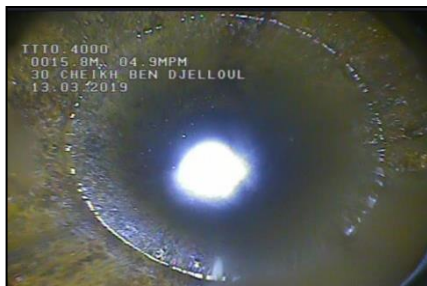


Photo 02



Photo 03



Photo04

Suite aux observations constatées, le forage nécessite un bouchage et ce pour maintenir la qualité de l'eau de l'aquifère.

2.3.4.METHODE DE BOUCHAGE :

- Contrôle de la colonne jusqu'au toit de la nappe,
- Un remplissage par du sable, de la côte 45.5m à la côte 35m,
- Cimentation de la côte 35m jusqu'à la surface par un laitier de ciment HTS.

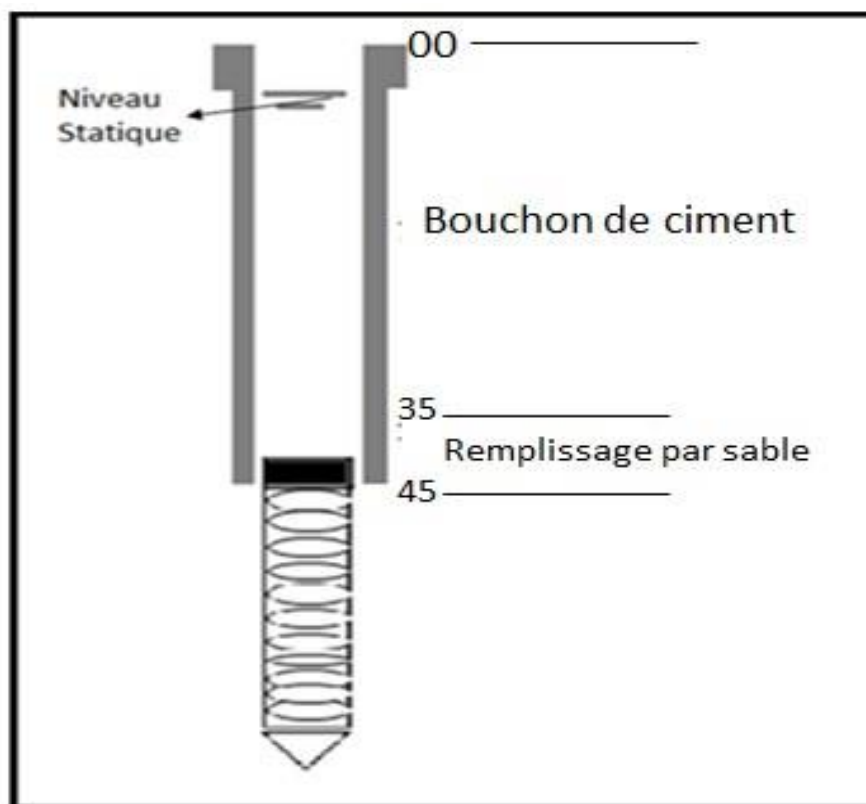


Figure 18 : opération de bouchage nécessite de forage

2.4 FORAGE CHOTT 02 :

2.4.1 INTRODUCTION :

Le forage, réalisé en 2005 et captant la nappe du Sénonien, a une profondeur de 180m. Après une longue durée d'exploitation il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 19 : Plan de situation du forage CHOTT 02

2.4.2 CARACTERISTIQUES / ANOMALIES:

Tableau 15 : caractéristique de forage CHOTT 02

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Senonien
Date de mise en service	2005
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	5°23'47"
Y	31°57'50"
Z	131
Point de référence	Sol
Profondeur	180 m
Profondeur inspectée	81.5 m
Niveau Statique	11.8
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	13 ^{3/8}
Matériau	API
Crépines	
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	A la côte de

Anomalies
Un obstacle à la côte 81.5 m

2.4.3AUSCULTATION :

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constate ce qui suit

- Niveau statique est à 11.8m (Photo 01),
- Le tubage est plein de tartre (Photo 02),
- Eau trouble à la côte 60m (Photo 03),
- Un obstacle gênant à la côte 81.5m (Photo 04).

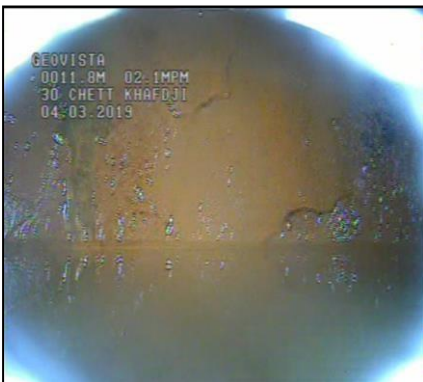


Photo 01
Photo 02

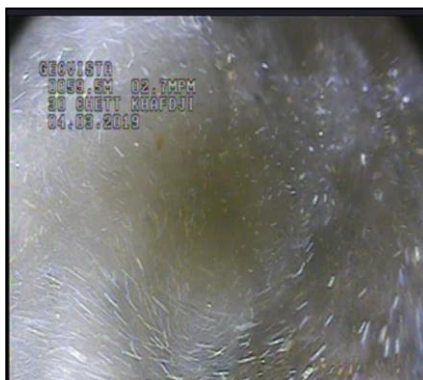


Photo 03
Photo 04



2.4.4 DEROULEMENT DES TRAVAUX :

Suite aux observations constatées, le forage nécessite ce qui suit :

- Nettoyage de la colonne de production (Tubage),
- Réchampissage de toute la colonne de captage (crépine),
- Si ce n'est pas possible, le forage doit être bouché et puis remplacé par un nouveau.

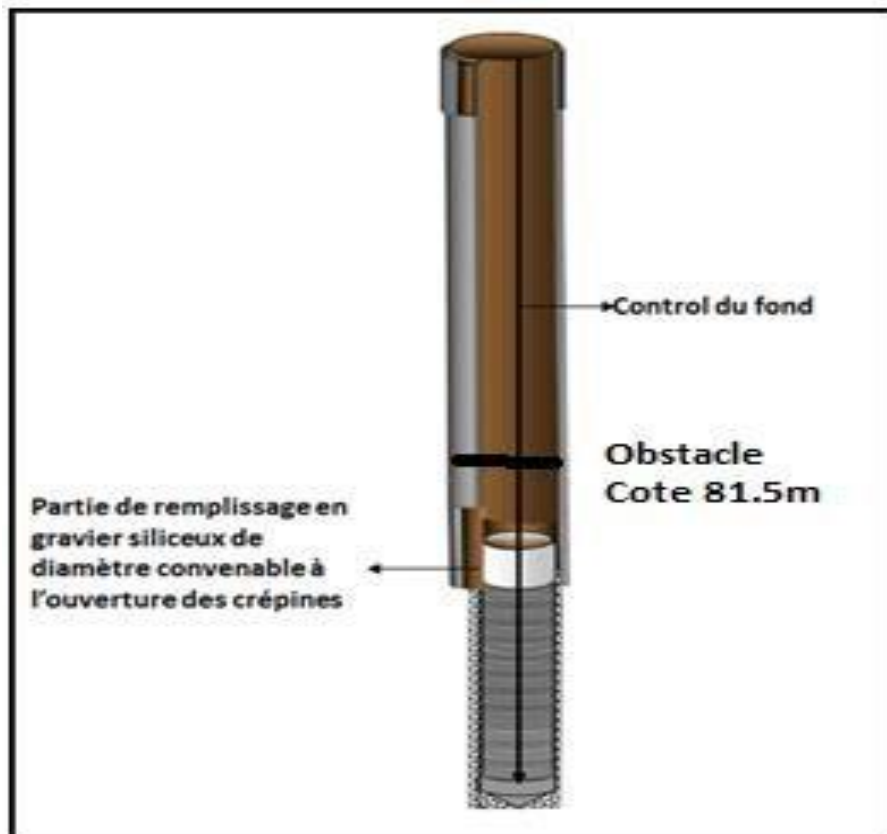


Figure 20 : opération de bouchage nécessite de forage

2.5 FORAGE ABATTOIR :

2.5.1 INTRODUCTION:

Le forage, réalisé en 1976 et captant la nappe du Miopliocène, a une profondeur de 82m. Après une longue durée d'exploitation il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 21 : Plan de situation du forage ABATTOIR

2.5.2 CARACTERISTIQUES / ANOMALIES:

Tableau 16 : caractéristique de forage ABATTOIR

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Miopliocène
Date de mise en service	1976
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	05°19'04"
Y	31°56'11'
Z	139
Point de référence	Sol
Profondeur	82 m
Profondeur inspectée	48.6
Niveau statique	12.1
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	12"1/4
Matériau	TNRS
Crépines	à nervures repoussées
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	A la côte de

Anomalies
Un obstacle, à la côte 48.6 m, causé par un blocage d'une ancienne pompe immergée.

2.5.3AUSCULTATION :

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constaté ce qui suit :

- Tête de puit en mauvais état (Photo 01),
- Niveau statique est de l'ordre de 12.1 m (Photo 02),
- Obstacle à la côte 48.6 m causé par un blocage d'une ancienne pompe immergée (Photo 03).



Photo 02

Photo 01



Photo 03

Suite aux observations constatées, le forage nécessite un bouchage, et ce pour maintenir la qualité de l'eau de l'aquifère, et la réalisation d'un nouveau forage.

2.5.4 .METHODE DE BOUCHAGE :

- Contrôle de la colonne de captage,
- Estimation du volume de toute la colonne,
- Bouchon de ciment de la côte 48.6m jusqu'à la côte 25m, par un laitier de ciment HTS,
- Un remplissage par du sable de la côte 25m à la côte 10m
- Un bouchon de ciment de la côte 10m jusqu'à la surface, par un laitier de ciment HTS.

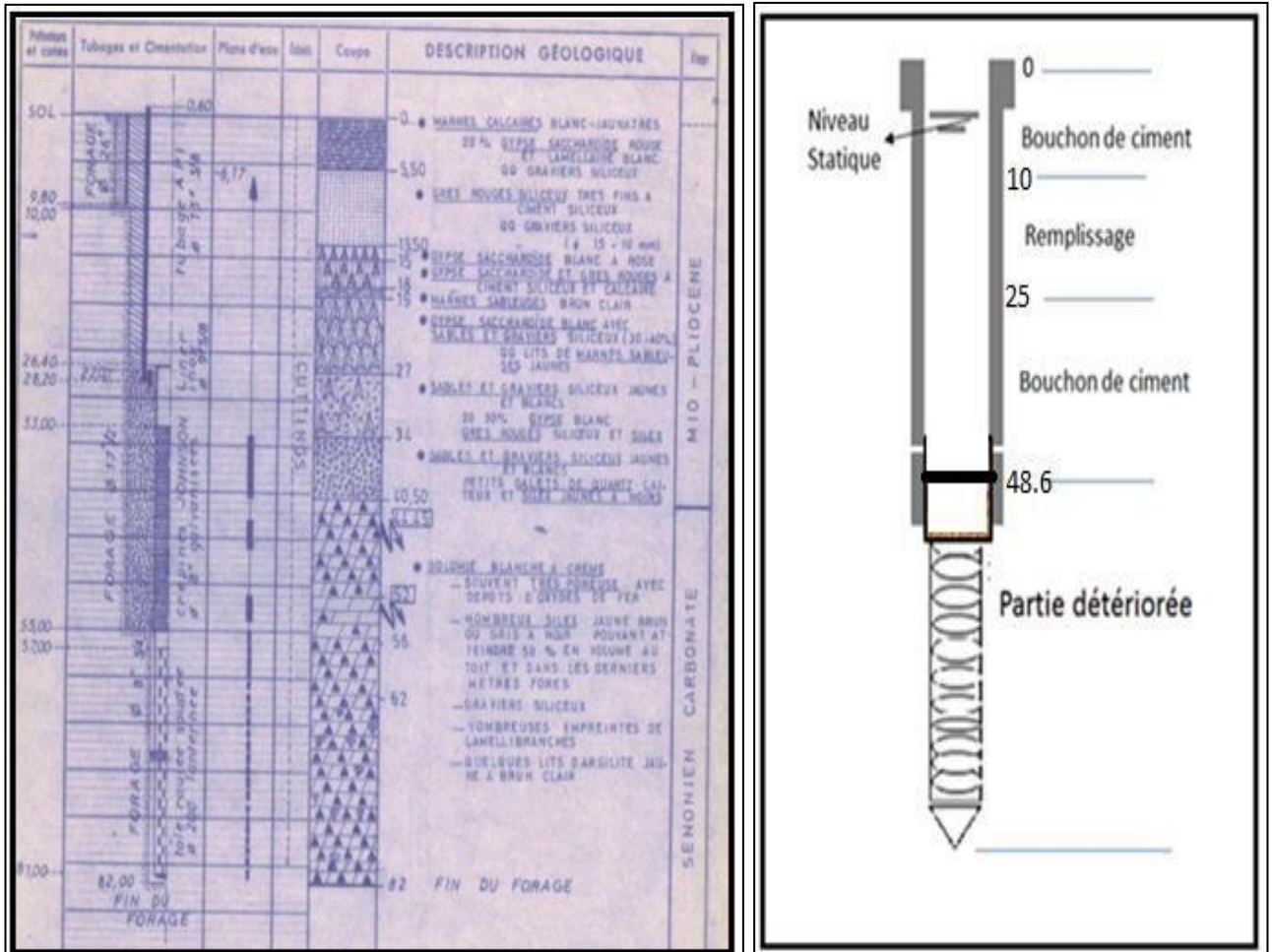


Figure 22 : opération de bouchage nécessite de forage

2.6 FORAGE SAID OTBA :

2.6.1 INTRODUCTION :

Le forage, réalisé en 1988 et captant la nappe du Sénonien, a une profondeur de 193m. Après une certaine durée d'exploitation, il est nécessaire d'ausculter le forage pour connaître son état.



Figure 23 : Plan de situation du forage SAID OTBA

2.6.2 CARACTERISTIQUES / ANOMALIES:

Tableau 17 : caractéristique de forage SAID OTBA

Informations générales	
Type forage	Normal
Type d'aquifère	Senonien
Date de mise en service	1988
Forage réalisé par	
Coordonnées	
X	5°19'45"
Y	31°58'46"
Z	136m
Point de référence	Sol
Profondeur	193m
Profondeur inspectée	70m
Niveau statique	10m
Niveau dynamique	
Pompe	
Marque	
Type	
Débit max	
Tubage	
Diamètre	12"
Matériau	TNRS
Crépines	
Tube plein	

Tubage crépine	
Tubage plein	
Tubage crépine (distinction impossible)	A la côte de

Anomalies	
Un obstacle à la côte 69.5 m causé par un remplissage de sable et blocage par une pompe immergée.	

2.6.3 AUSCULTATION :

Après l'enregistrement par caméra du dit forage, sur le long de la colonne du casing, nous avons constaté ce qui suit :

- Tête de puit en mauvais état (Photo 01).
- Niveau statique est à 10 m (Photo 02).
- Présence de particules en suspension à la côte 24m et 56m (Photo 03).
- Eau trouble aux côtes (40m et 70m).
- Pompe abandonnée à la côte 69.5 m qui a empêché la descente de la caméra (Photo 04).



Photo 01



Photo 02



Photo 03



Photo 04

Suite aux observations constatées, le forage nécessite un bouchage et ce pour maintenir la qualité de l'eau de l'aquifère et la réalisation d'un nouveau forage.

2.6.4 METHODE DE BOUCHAGE :

- ◆ Contrôle de la colonne de captage,
- ◆ Estimation du volume de toute la colonne,
- ◆ Bouchon de ciment de la côte 70m jusqu'à la côte 60m, par un laitier de ciment HTS
- ◆ Un remplissage par du sable de la côte 60 à la côte 20m,
- ◆ Un bouchon de ciment de la côte 20m jusqu'à la surface, par un laitier de ciment HTS.

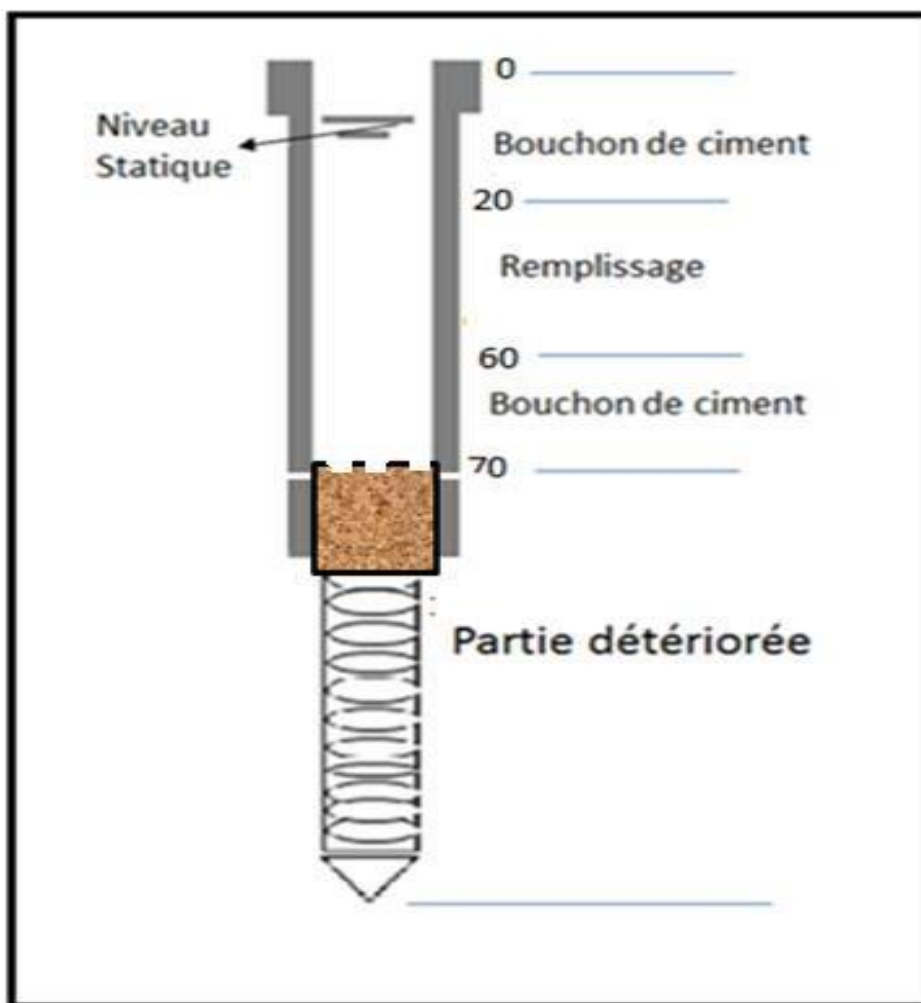


Figure 24 : opération de bouchage nécessite de forage

3. CONCLUSION :

La ville de Ouargla contient de nombreux puits qui sont souvent utilisés pour boire, l'agriculture et d'autres, et en raison de l'âge de certains, elle réduit la capacité d'exploitation et peut avoir un événement qui a un blocage ou un niveau d'eau bas .

Et cela peut être connu en diagnostiquant le puits à l'aide d'une caméra et de certains équipements, puis en analysant les résultats et en donnant une évaluation des retours de ces forages et des coûts nécessaires à la réhabilitation.

L'étude diagnostic et réhabilitation de forage de la région de Ouargla en utilisant la technologie des caméras et certains équipements nous permet de connaître le niveau du niveau de l'eau ainsi que les différents problèmes qui affectent la rentabilité de l'exploitation de ces forage, puis de prendre les décisions appropriées, que ce soit en réhabilitant ou en forant de nouveaux forage .

Conclusion général:

Notre étude sur **Diagnostic et réhabilitation des forage de la ville de Ouargla** a porté sur trois chapitres importants dont nous avons parlé:

* Définition de la région de Ouargla et de ses caractéristiques climatiques et géologiques ainsi que de son système souterrain représenté par :(le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).), car elle est considérée comme la principale ressource en eau potable.

* Caractéristiques de l'eau potable et normes internationales, et modélisation de certains les forages de la région de la ville de Ouargla.

* Technologie de diagnostic: où nous avons donné des modèles et des exemples des forages sur lesquels la technique de diagnostic a été réalisée, en utilisant la caméra et des moyens techniques spéciaux, et donné des solutions appropriées pour la réhabilitation et l'exploitation.

Enfin, nous espérons que cette étude a fourni des informations et des idées dont le secteur des ressources en eau dans notre pays pourrait bénéficier, ainsi que les étudiants dans ce domaine.

Références Bibliographiques

- [1] simulation exploitations de la région de HASSI FHEL (W.GHARDAIA) Agence Nationale des Ressources Hydraulique direction régionale sud-Ouargla –AOUT 2008.
- [2] Fr.m wikipedia.org
- [3] guide des météo de la météo de la région de ouargla 2019, Office national de la météo pages 13-34
- [4] Situation l'utilisation des ressources en eau dans la wilaya de Ouargla direction des ressources en eau Ouargla-2015.
- [5] Note relative aux possibilités de transfert des eaux douces de la région de hassi f'hel vers la ville de Ouargla ; Agence Bassin Hydrographique Sahara 07 décembre 2008.
- [6] réalisation de l'étude d'actualisation du plan national de l'eau mission 1 ;volet 4 ; tome 2 ; avril 2010
- [7] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec : technique d'analyse physico-chimique 42-81.
- [8] directrices des qualités de l'eau de boisson. Destinée à l'approvisionnement des petites collectivités Genève 1986, O.M.S
- [9] : directrices des qualité de l'eau de boisson. Vol2.critair d'hygiène et recommandation à l'appui Genève 1986, O.M.S
- [10] Jean-Luc POTELON: Le guide des analyses de l'eau potable (nouvelle édition) page 54-59
- [11] Paramètres et normes ; www.inbw.be
- [12] Qualité et pollution des eaux souterraines (université de Picardie Jules Verne / Jacques Beauchamp) ;www.u.picardie.fr
- [13] L'eau potable ;www.cieau.com