

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Echahid hamma Lakhdar –El-Oued

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique et de Génie Civil



MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

Option: Ouvrages hydrauliques

Theme:

Etat de lieu et diagnostique d'un forage destiné à l'AEP
(Cas du forage Ghamra Nord EL-oued)

Sous la direction de:

-Dr. KHECHANA Salim

-Mr. SAHRAOUI Bachir

Présenté par :

- BECHERAIR LAID

- HMAITI AICHA

-MAAMRI ABD EL MALEK

Promotion: 2020/2021

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, merci

Notre bon Dieu qui nous a donné la santé et la force.

Nous voudrions remercier de notre promoteur le Docteur

KHECHLANA SALIM pour avoir proposé ce thème et d'avoir

suivi et dirigé ce travail.

Nos sincères remerciements à notre co-promoteur le

Doctorant SAHRAOUI BACHIR, qui a sacrifié son temps

pour nous.

Et tous les enseignants du département de génie Civil et

Hydraulique

Pour tous ceux qui étaient dans un moment

Merci encore à tous....

ملخص :

الهدف من هذه المذكرة هو دراسة تشخيصية لشبكة المياه الصالحة للشرب لغمره الشمالية (تقييم الاحتياجات المائية في الوضعية الحالية و على المدى المتوسط و البعيد) اقترحنا تموين منطقة الدراسة بقناة جلب من البئر الحالي كمتغيرة أولى و متغيرة أخرى انجاز بئر جديد في غمره الشمالية . بعد المقارنة بين المتغيرتين اخترنا انجاز بئر جديد.

الكلمات المفتاحية : تشخيص بئر شبكة المياه الصالحة للشرب قناة جلب.

Résumé :

Le but de ce mémoire est l'étude diagnostique du réseau d'alimentation en eau potable de la zone GHAMRA Nord (estimation des besoins en eau à l'état actuel et à moyen et long terme), on a proposé d'alimenter la zone d'étude par adduction du forage existant comme une première variante , et comme deuxième variante l'implantation d'un nouveau forage à GHAMRA Nord. Apres étude comparative, on a choisit la réalisation du forage.

Mots clés : diagnostique, forage, réseau AEP , canal d'adduction

Abstract:

The aim of this thesis is diagnostic study of supplying water network to North GHAMRA (estimation of water needs in the current state , medium and long term), we have proposed to supply the study zone with adduction from the existent drilling as a first choice, and as a second choice the settlement of a new drilling in North GHAMRA, after a comparative study we have choose the realization of new drilling.

Kew words: Diagnostic, drilling, water supplying network, adduction canal

LISTE DES ABREVIATIONS

ABHS: Agence de Bassin Hydrographique Sahara
ADE: Algérienne Des Eaux
APC : Assemblai populaire communale
AEA : Alimentation en Eau d'Agriculture..
AEP : Alimentation en Eau Potable.
ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques
CI: Continental Intercalaire
CT: Complexe Terminal
DSA : Direction des Services Agricoles.
DRE : Direction des Ressources en Eau
GIRE : Gestion Intégrée de la Ressource en Eau.
OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
ONM : Office National Météorologique.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Résumé	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I :	
PRESENTATION DE LA REGION	
I.INTRODUCTION	3
II.PRESENTATION DE LA REGION	3
II.1. Situation géographique	3
II.2. La topographie de la région	5
II.3.Situation climatologique.	6
II.3.1. La pluviométrie	6
II.3.2. La température	7
II.4.GEOLOGIE REGIONALE	8
II.5. LITHOSTRATIGRAPHIE	9
II.6. HYDROGEOLOGIE	14
II.6.1. Présentation des nappes aquifères de la région	14
III. CONCLUSION	18
CHAPITRE II :	
ETUDES DES BESOINS EN EAU	
I. Introduction	20
II. Le périmètre de protection du forage d'AEP	20
III. L'état démographique.	21
III. Etudes des besoins en eau	21
IV.1. La consommation unitaire	22
2. La consommation moyenne journalière	22
3. Les besoins domestique	22
4. Les besoins scolaires	22
5. Les besoins hôpitaux	23
6. Les besoins religieux	23
7. Les besoins administratifs et sociaux	24
8. Les besoins commerciaux	24
9. Les besoins totaux pour tous les équipements à l'horizon actuel	24
10. Les besoins en eau pour l'horizon de moyen terme et long terme.	25
10.1. Etude des variations des débits	26
10.2. Etude des coefficients des variations	26
10.2.1. Le coefficient de variation journalière K_j	26
10.2.2. Le coefficient de variation horaire K_{hmax}	26
10.2.3. Le coefficient de consommation de pointe.	27
10.3. Calcul des débits à long terme	27
11. Etude des besoins en eau des populations des ces zones	29
V. Devis quantitatif et estimatif	31
VI. Etude comparatif et critique	31
VII. Conclusion	32

CHAPITRE III : ETUDE DU FORAGE

I.INTRODUCTION	34
II.CONSIDERATIONS ET GENERALITES SUR LES EAUX SOUTERRAINES	34
II.1.Cartographie	34
II.2.Carte hydrogéologie	34
II.3.Carte structurales	34
III.LA TECHNIQUE DE FORAGE	34
III.1.Forage de rotary à boue	34
III.2.Installation du chantier de forage	35
III.3.Les étapes de réalisation d'un forage	35
III.3.1.Travaux des surfaces	35
III.3.2.Avant puits	36
III.3.3. Sondage (forage) de reconnaissance	36
III.3.4.La diagraphie	36
III.3.5.Elargissement et alésage	36
III.3.6.Tubage	36
III.3.7.Cimentation	36
III.3.8. Exécution d'un forage	36
III.3.9.Tubes et Crépine	36
III.3.10.Massif filtrant	37
III.3.11.Développement du forage	37
III.3.12.Les essais des débits	37
III.3.13.Les analyses physico-chimiques et bactériologiques	37
IV.SITUATION GEOGRAPHIQUE DU FORAGE D'ETUDES	38
V.STRATIGRAPHIE	38
VI. DEROULEMENT DES OPERATIONS ET CONSTRUCTION DU FORAGE	39
VII. ESSAIS DE DEBIT	41
VII.1.Programme des essais de pompage	41
VII.2.Résultats des essais de pompage	41
VII.3.interprétation des résultats	44
VIII.AQUIFERE A CAPTER	46
IX. LES RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES	46
VIII. LA POMPE :	47
VIII.1. Paramètres de choix du groupe électropompe	48
VIII.2. Calcul de la hauteur manométrique total (HMT) :	48
VIII.3. Estimation de perte de charge H_f :	49
X.CONCLUSION	50
CONCLUSION GENERALE	52
BIBLIOGRAPHIE	54
ANNEXE N° 01	I
ANNEXE N° 02	II
ANNEXE N° 03	III
ANNEXE N° 04	IV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : récapitulative de la zone d'étude.	5
Tableau I.2 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976-2018)	6
Tableau I.3 : Répartition mensuelle de la température (1976-2018).	7
Tableau II-1 : Les périmètres de protection du forage d'AEP	21
Tableau II-2 : les besoins domestique de chaque horizon	22
Tableau II-3 : les besoins scolaires pour les différents horizons	22
Tableau II-4 : les besoins des hôpitaux pour l'horizon actuel	23
Tableau II-5 : les besoins religionnaires pour l'horizon actuel	24
Tableau II-6 : les besoins administratifs et sociaux pour l'horizon actuel	24
Tableau II-7 : les besoins commerciales pour l'horizon actuel	24
Tableau II- 8 : les besoins des équipements à l'horizon 2021	25
Tableau II-9 : les besoins en eau totaux à moyen et long terme	25
Tableau II-10 : les valeurs de β_{\max} en fonction de la population	26
Tableau II-11 : résumé des débits de chaque horizon	29
Tableau II-12 : Résultats de la consommation des différentes zones	30
Tableau III.1 : résultats des essais de pompages	41
Tableau III-2 : essai par pompage à debiut constant	43
Tableau III-3 : les analyses phisiqo-chimiques du forage Ghamra nord	47

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude	4
Figure 1.2: Carte topographique de la vallée du Souf Source : DRE d'El-Oued, 2016	5
Figure I.3 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976-2018)	6
Figure I.4: Répartition mensuelle de la température (1976-2018)	7
Figure I.5 : Carte géologique de la zone d'étude (extrait d'après la carte du Sahara Septentrional G. Busson 1970) .	13
Figure I.6 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972)	14
Figure III.1. : Image satellite montrant la position du forage proposé a Ghamra Nord	38
Figure III.2 : boîte de cutting	38
Figure III.3 : sachet de cutting	38
Figure III.4 : opération de tubage	40
Figure III.6 : opération de cimentation	40
Figure III.7 : La courbe caractéristique de rabattement	45
Figure III.8 : La courbe de rabattement spécifique	45
Figure III.8 : La courbe du débit spécifique	46

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis leurs origines, les êtres humains ont été très sensibles à la quantité et qualité de l'eau, c'est l'un des besoins les plus fondamentaux de notre physiologie. Le problème de l'eau se limitait à la recherche d'un endroit d'approvisionnement facile d'accès. L'alimentation en eau potable c'est une partie de l'hydraulique urbaine c'est-à-dire toute satisfaction en eau pour les usagers ; en vue de répondre aux besoins humains (eau potable, industrielle et des incendies...).

La ressource principale dans les régions du Sahara pour L'AEP est les eaux souterraines par le biais des forages. Dans la zone d'étude dite GHAMRA Nord commune de Guuemar le problème se réside dans l'approvisionnement en eau potable, il apparut que le forage d'alimentation ne peut pas être exploité encore plus, donc il nous faut dans cette étude de trouver un autre forage pour accomplir les besoins en eau, donc les questions qui se posent quel sera le débit à pomper du forage pour satisfaire ces besoins ? Combien de zones vont être inclus dans le rayon d'alimentation par ce forage ? Quel sera le nombre d'habitants totaux alimentés en eau par cette source à moyen et à long terme ?

Donc le but de ce mémoire est de répondre à ces questions en limitant la source et les zones à alimentées pour faire une satisfaction à moyen et à long terme dont l'objectif inclut dans le développement durable.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA REGION

I. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, on va donner un aperçu historique sur la région d'étude, puis on donne quelques informations sur ses différents composants climatiques.

La géologie est un moyen d'investigation très utile en hydrogéologie car elle permet de la détermination des horizons susceptibles être aquifères.

La région d'étude est exactement dans la partie Nord de la plateforme saharienne caractérisée par des formations détritiques particulièrement sableuses, elles apparaissent sous forme de dunes et anti dunes. Car le sous-sol de la région étant sableux et assurant l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, est essentiellement représenté par des formations sablo- gréseuses du Continental Intercalaire, et des accumulations sableuses Fulvio- lacustres de tertiaire continental.

Sur l'ensemble de la région d'El-Oued, les formations Mio-pliocènes sont recouvertes par une considérable épaisseur de dépôts Quaternaires présentés sous forme de dunes donnant naissance à un immense Erg qui lui-même fait partie de l'extension du grand Erg oriental.

II. PRESENTATION DE LA ZONE:

1. Situation géographique:

El oued est située dans le Sahara algérien, c'est une Wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 37751.20 km², la population est de 660175 habitants(DPSB2021), se trouve à environ 700 km au Sud- Est d'Alger (Figure I.1) et 350 km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Elle est limitée:

- Au nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa,
- A l'est par la Tunisie,
- A l'ouest par les wilayas El-Méghaier et Tougourt,
- Au sud par la Wilaya d'Ouargla.

L'aire d'étude représente la vallée du Souf, par 7° E et 33°5N. La vallée de Souf ce n'est pas un bassin versant mais une unité de ressource en eau qui est délimitée :

- ✓ Au sud et nord par la mer de dunes du grand erg oriental.
- ✓ A l'est par une série de chotts.

✓ A l'ouest par l'Oued Right et par la ligne de palmeraie qui court de Biskra à Touggourt.

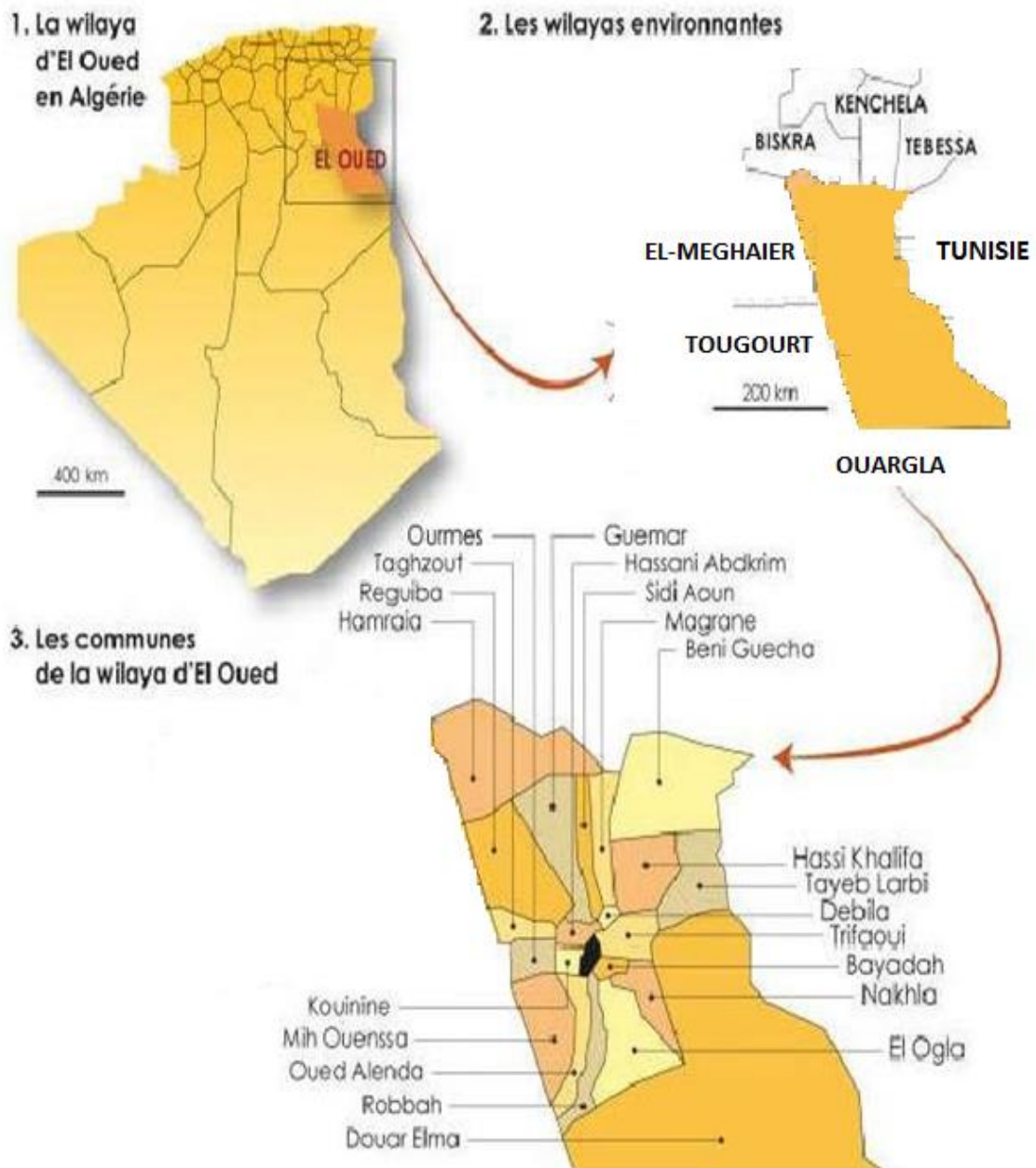


Figure I.1: Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude située de nord de la vallée d oued Souf commune de Guemar. Elle occupe une superficie 3.23Km² englobe une population de 4560 habitant (DPSB2021)

Tableau I.1 : récapitulative de la zone d'étude.

Zone	Superficie (Km ²)	Population	Densité (hab/ Km ²)
Ghamra Nord	3.23	4560	1412

Source: DPSB El-Oued2021.

2. La topographie de la région:

La région de Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara caractérisée par une faible altitude au Sud-est du pays. Le point le plus haut se trouve à la côte 125m dans la ville Bayada (Essoualah), alors que le point le plus bas se trouve à la cote -26m à commune de Hamraia (ANRH 2020).

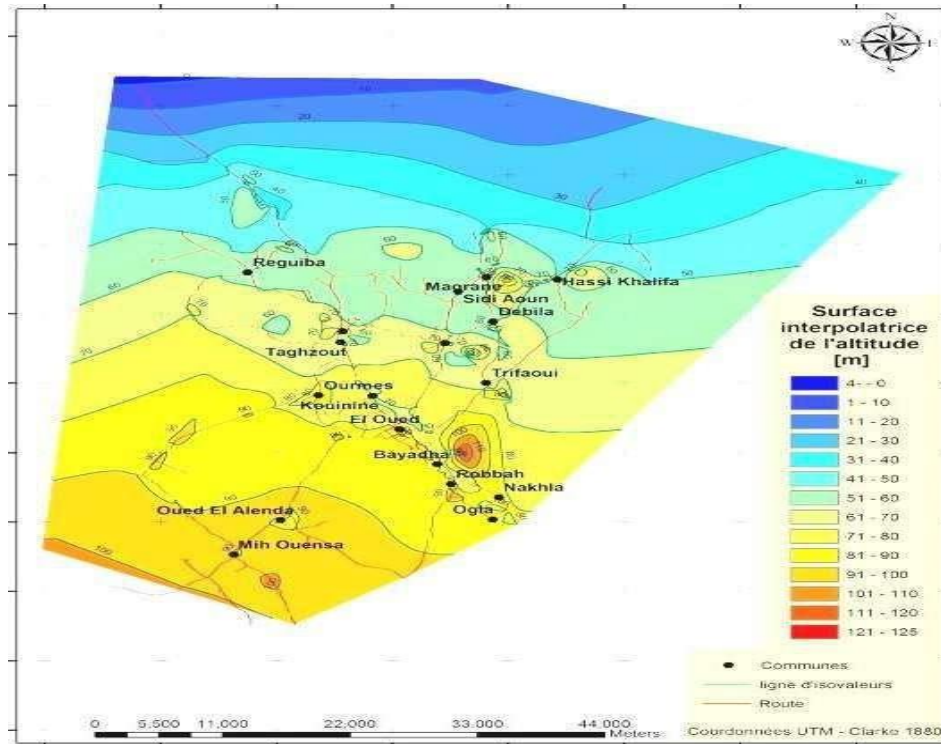


Figure 1.2: Carte topographique de la vallée du Souf Source : DRE d'El-Oued, 2016

L'altitude moyenne de la région est de 61 m et dénonce une diminution du Sud vers le Nord pour être de 25 m au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts (ANRH, 2016).

3. Situation climatologique:

Le climat est de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec, un hiver plutôt doux, une faible pluviométrie et une forte évaporation.

La caractérisation du climat de la zone d'étude a été établie sur la base des données climatiques disponibles de la station météorologique O.N.M. d'EL OUED pour la période allant de 1976 à 2018.

3.1. Pluviométrie:

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable dans l'hydro climatologie qui sert à obtenir une description des régimes pluviométriques d'une part et d'autre part son rôle sur l'écoulement.

Tableau I.2 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976-2018)

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
p(mm)	5.37	7.18	9.06	6.24	14.66	6.92	8.05	6.67	4.78	1.45	0.48	1.98	72.84

Source: : (ONM 2019)

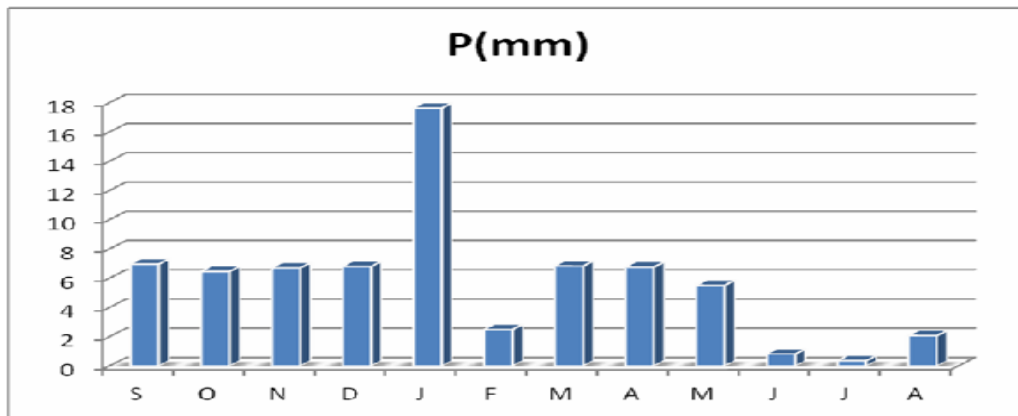


Figure I.3 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976-2018)

La moyenne annuelle des précipitations enregistrées au cours des 42 années est faible, elle est estimée 72.84 mm, avec un maximum des jours de pluies au mois des janvier 14.66 mm et un minimum de 0.48 mm jours de pluies au mois de juillet.

Sa répartition à travers les mois et les saisons se fait d'une manière irrégulière, la période la plus pluvieuse est la période à partir du mois de septembre au mois de mars.

3.2. Température:

La température est un paramètre important dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région donnée. Le tableau suivant représente la répartition moyenne mensuelle de la température.

Tableau I.3 : Répartition mensuelle de la température (1976-2018).

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
Tmoy	30.29	24.19	17.5	12.43	11.77	14.3	18.51	22.2	27.61	32.24	35.03	29.47	22.96

Source: : (ONM 2019)

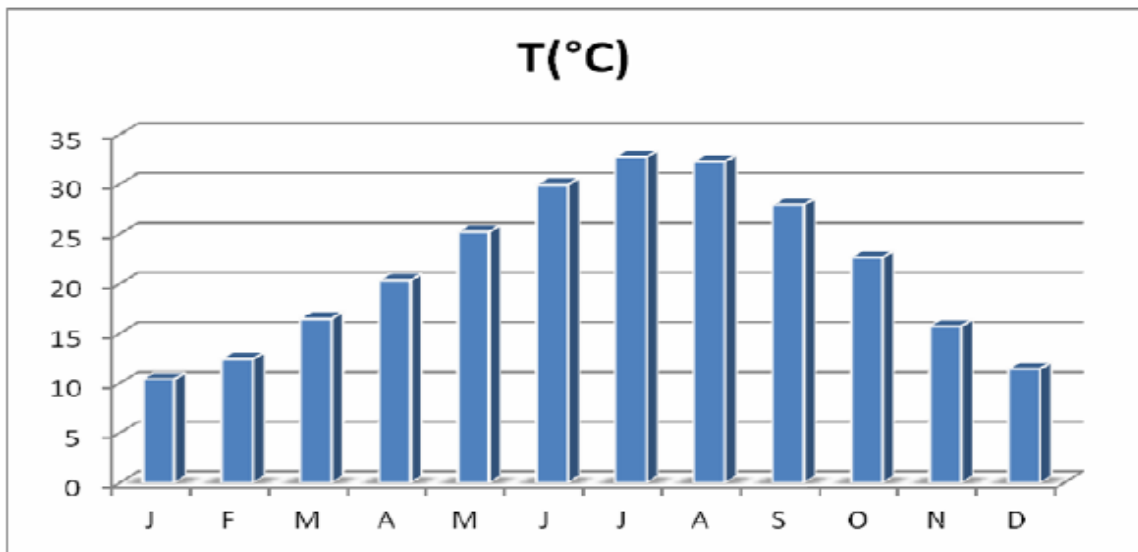


Figure I.4: Répartition mensuelle de la température (1976-2018)

La température moyenne annuelle dans la zone du projet est de **22.96°C**. La température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de juillet avec **35,03°C** et la plus basse est observée au mois de janvier (**11.77°C**).

Les températures maximales sont d'une façon générale élevées tous les mois de l'année sauf en hiver, ce qui indique un climat chaud.

Les températures minimales sont supérieures à 0°, ce qui indique que les basses températures ne constituent pas une contrainte pour les cultures.

4. GEOLOGIE REGIONALE :

Le Sahara a subi au cours des temps géologiques plusieurs périodes de stabilité et d'instabilité qui ont conduit à la structure actuelle.

Les principaux traits de la structure géologique et la reconstitution paléogéographique du Sahara sont:

- Le socle précambrien.
- Les Tassilis.
- Les mers primaires et les plissements hercyniens.
- Le continental intercalaire.

Ce régime continental dure jusqu'au milieu de la période crétacé: soit entre 175 et 100 million d'années.

Le développement des grès a été particulièrement abondant de l'Hauterivien à l'Albien et à ce dernier étage surtout.

L'importance provient de la perméabilité et de l'extension de ses grés qui renferment actuellement la plus grande ressource aquifère du Sahara. Constituant l'un des plus importants bassins artésiens du monde.

- Le dernière invasion marine (Transgression Cénomaniennne).
- La phase continentale tertiaire et actuelle.

5. LITHOSTRATIGRAPHIE:

Les formations du Secondaire:

Le Trias:

Les formations triasiques reposent transgressivement sur la surface érodée des roches sédimentaires et effusives de la série inférieure. Il est constitué d'argile rouge avec abondants amas de gypse et de chlorure de sodium, le tout intercalé de coulées basaltique. On trouve également des grés fin, argileux, à rares passées de calcaires dolomitique. Cette formation curieuse n'a pu s'élaborer que sous un climat spécial, probablement subdésertique.

Le jurassique:

Il est représenté par des sédiments lagunaires, marins et continentaux et fait partie de la formation du Continental Intercalaire.

- **Jurassique inférieur (Lias):**

Constitué essentiellement d'anhydrites à passées d'argile, calcaires et de sel blanc rose, on peut trouver également des calcaires oolithiques et des marnes.

- **Jurassique moyen (Dogger):**

Représenté essentiellement d'anhydrites et par une alternance de calcaire, de grés souvent glauconieux et d'argiles bariolées.

- **Jurassique supérieur (Malm):**

C'est une série argilo-gréseuse à passées de calcaire, d'anhydrites et dolomies, la présence de glauconie est bien caractéristique.

Le Crétacé:

Comme on l'a déjà remarqué dans l'étude de la géologie régionale, le Crétacé (jusqu'au Cénomaniens) est représenté dans la majeure partie du Sahara algérien par des faciès continentaux du Continental intercalaire.

Le crétacé inférieur:

Le Néocomien:

Il est représenté par des sédiments continentaux bariolées grés-argileux avec quelques passées d'anhydrite.

Le Barrémien:

Cet étage est généralement percé par tous les forages de Continental Intercalaire réalisés dans le bas de Sahara. Il présente une alternance de grés avec passage d'argiles et parfois des intercalations de calcaire dolomitique, on a également des sables avec présence de silex. D'après les forages d'El-oued l'épaisseur moyenne est variable (entre 200 et 240 mètres).

L'Aptien:

Il est principalement constitué de formations dolomitiques, marneuses et marnocalcaires. D'après les coupes géologiques des forages de la région, cet étage est le seul dont l'épaisseur ne dépasse pas les 30 mètres.

L'Albien:

Il formé d'une alternance de marnes, de grés, de sables et surtout par des ~~calcs~~ avec passages de silex et d'argiles. Sa limite inférieure est constituée par le toit de la barre aptienne alors que sa limite supérieure se caractérise par l'apparition des faciès argilo carbonatés.

A l'Est de la région d'étude l'épaisseur de cet étage varie de 100 à 150 m, par endroits elle peut atteindre 200 mètres.

Le Vraconien:

Il constitue une zone de transition entre l'Albien greso-sableux et le Cénomaniens argilo-carbonaté. Cet étage est constitué principalement d'une alternance irrégulière de niveaux argilo-dolomitiques.

On trouve aussi des argiles sableuses et de rares passées de grés à ciment calcaire. Les niveaux argileux que contient cet étage présentent une importance, car ils constituent la couverture de l'Albien. L'épaisseur varie entre 250 et 300 mètres.

Le Cénomaniens:

Constitué par une alternance de dolomies, de calcaire dolomitique, de marnes dolomitiques, d'argiles et d'anhydrites.

Ces formations donnent à cet étage le caractère d'un écran imperméable. La limite inférieure est caractérisée par les évaporites, les dolomies, qui la distinguent nettement de la limite supérieure dont les formations sont les évaporites et les calcaires.

Le turonien :

La nature lithologique de ses formations est dolomies microcristallines compactes avec des intercalations de calcaire sénoniens et parfois des marnes. Il constitue la base du Complexe Terminal, son épaisseur varie, par endroit, elle dépasse parfois les 650 mètres.

La Sénonien :

Les différentes études géologiques effectuées à travers le Sahara Algérien montrent une différence, du point de vue faciès, entre le sénonien lagunaire situé à la base et le Sénonien carbonaté situé à la partie supérieure.

Les formations de Tertiaire :

L'Eocène est carbonaté à sa base, sa partie supérieure est marquée par des argiles de type lagunaire, formées par des argiles et sables, parfois on rencontre du gypse et gravier. L'épaisseur de cet horizon varié entre 150 et 200 mètres.

Le Miopliocène :

Les coupes de sondages captant cet horizon, montre que le Miopliocène est constitué par un empilement de niveaux alternativement sableux, sablo-argileux avec des intercalations gypseuses des passées de grès.

Il est en discordance indifféremment sur le Primaire d'une part et sur le Crétacé inférieur, le Turonien, le Cénomaniens et l'Eocène d'autre part, il appartient à l'ensemble appelé communément Complexe Terminal (C.T)

Il existe quatre niveaux :

• **Niveaux argileux :**

Il est peu épais et existe uniquement dans la zone centrale du Sahara oriental. Avec l'Eocène lagunaire, les argiles de la base du Miopliocène constituent une barrière peu perméable entre les nappes du Sénon-Eocène carbonatées et celle du Pontien sableux.

• **Niveaux grés sableux :**

C'est le plus intéressant sur le plan hydrogéologique, son épaisseur reste presque régulière sur toute l'étendue du Sahara oriental. A sa base, on trouve parfois des graviers alors que le sommet se charge progressivement d'argiles. C'est à niveau que se rattache le principal horizon aquifère du Complexe Terminal.

- **Niveaux argileux :**

Il ne présente pas un grand intérêt du point de vue hydrogéologique, ce niveau renferme des lentilles sableuses qui peuvent former le quatrième niveau sableux Miopliocène.

- **Niveau sableux :**

Ce niveau constitue le deuxième horizon aquifère du Complexe Terminal. Du point de vue hydrogéologique, ces niveaux sableux présentent un grand intérêt car ils correspondent pour ainsi dire à la nappe des sables du Complexe Terminal.²

Formations du Quaternaire :

Elles se présentent sous forme des dunes de sable dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours. Les terrains quaternaires représentent la couverture superficielle qui se localisent surtout au niveau des dépressions et couvrent la plus grande extension au niveau du bas Sahara, ils sont formés d'un matériel et éolien d'où on trouve la formation des alluvions sableuses et argileuses.

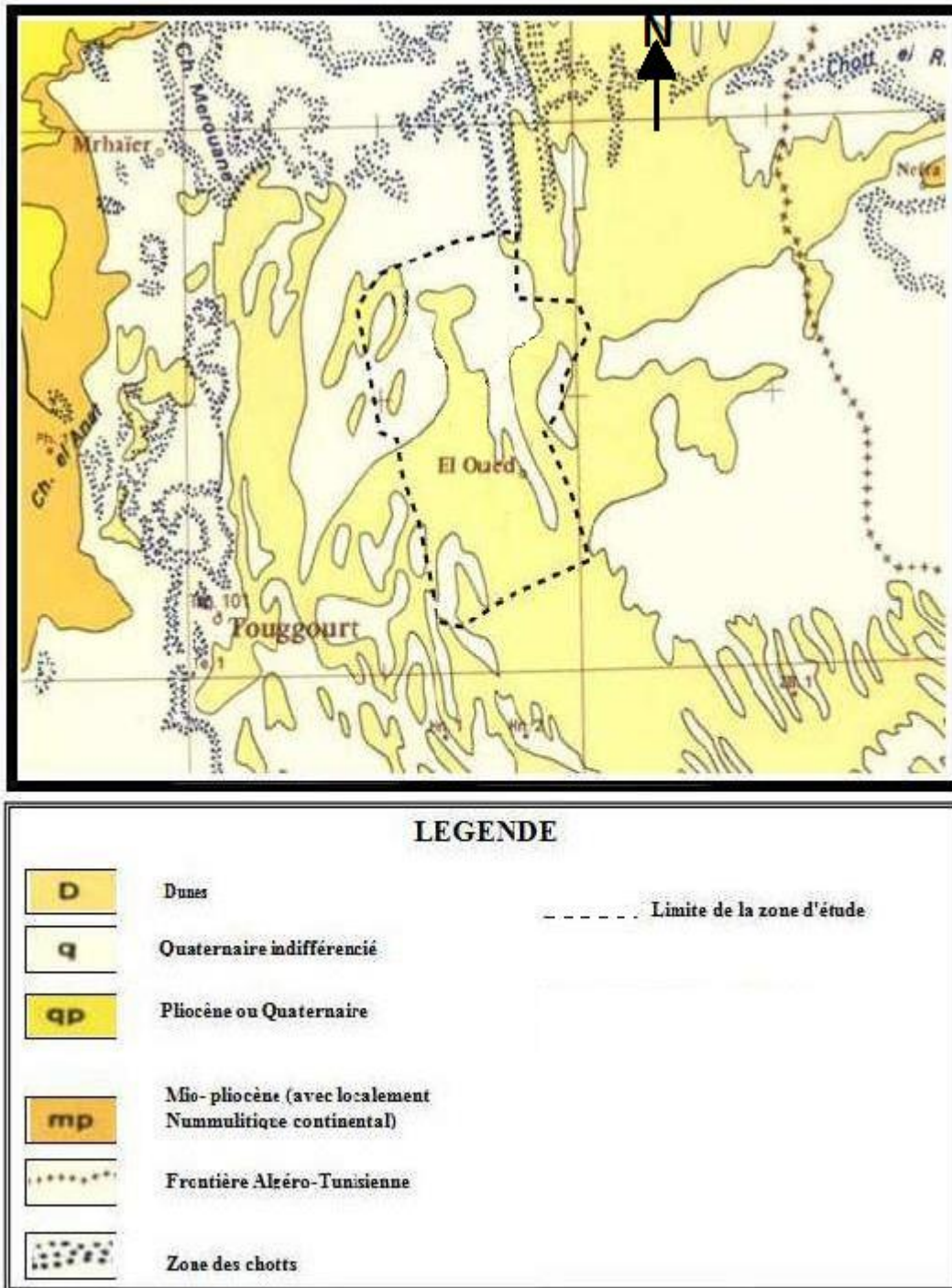


Figure I.5 : Carte géologique de la zone d'étude (extrait d'après la carte du Sahara Septentrional G. Busson 1970).

6. HYDROGÉOLOGIE :

L'étude hydrogéologique a pour finalité la planification de l'exploitation des ressources en eaux souterraines, ceci après avoir une idée sur le comportement et l'évolution de la surface piézométrique, ainsi sur le comportement hydrodynamique et les conditions aux limites de ces ressources.

Le dimensionnement de la couche mouillée et l'estimation du volume du réservoir nécessitent la mise en évidence :

- Des niveaux piézométriques grâce à la carte piézométrique.
- De la carte de substratum de l'aquifère.
- Des paramètres hydrodynamiques de la nappe (perméabilité, transmissivité, coefficient d'emmagasinement, porosité).

6.1. Présentation des nappes aquifères de la région d'étude :

Du point de vue hydrogéologique, la région d'El Oued est représentée par deux systèmes aquifères, à savoir : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire. Ces deux systèmes sont surmontés par une nappe libre appelée nappe phréatique.

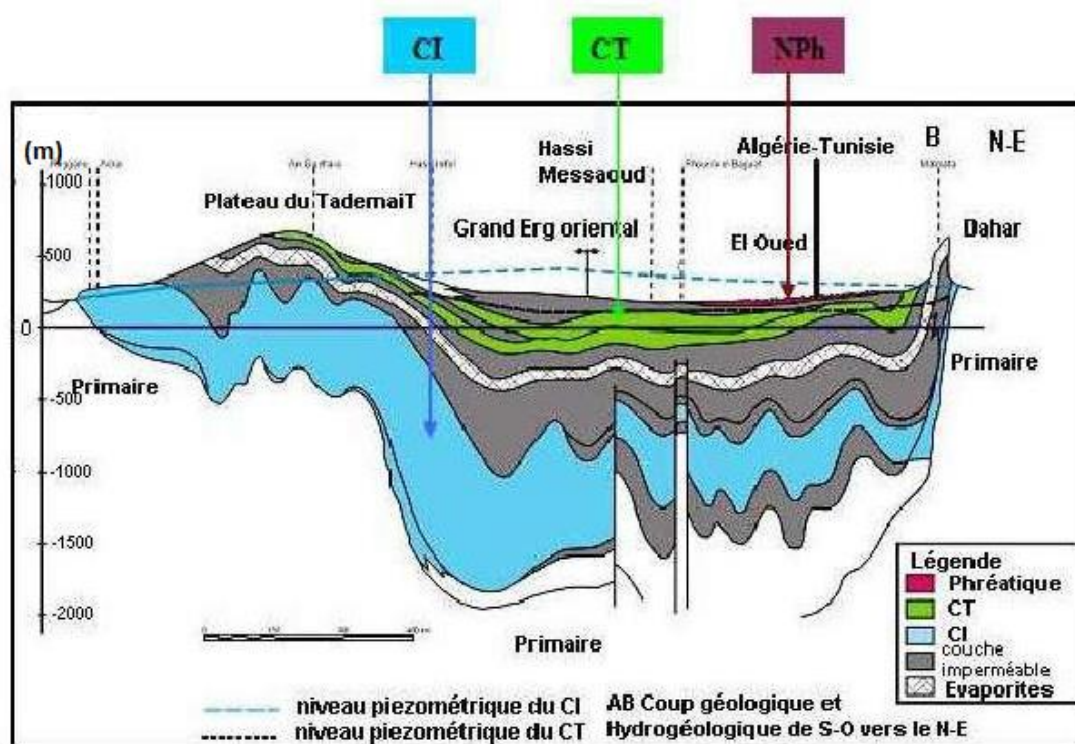


Figure I.6 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972)

Nappe phréatique :

La nappe phréatique présente dans toute la région du Souf, correspond essentiellement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire ; elle se localise à des profondeurs variant entre 00 et 60 mètres.

Vu sur son importance, cette nappe représente la source principale en eau des palmeraies; elle est surtout exploitée par des puits traditionnels qui selon les enquêtes sont en nombre de 39125 puits autorisés. (DRE El oued 2019)

La circulation des eaux dans cette nappe est relativement rapide sur toute la région du Souf et particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qui influent sur la perméabilité des sables. Excepté la région des Chotts, la nappe libre est présente sur toute la zone d'étude.

La nappe phréatique dans la région du Souf est principalement alimentée par les eaux utilisées par les populations (les eaux d'irrigation, industrielles et domestiques) et la source absolue de ces derniers est des nappes profondes du Complexe Terminale et Continentale Intercalaire (Marc Cote, 1998).

Nappe du Complexe Terminal (CT) :

Ce terme regroupe sous une même dénomination, un ensemble de nappes aquifères qui sont situés dans la formation géologique différentes : Sénonien carbonaté, Eocène et Miopliocène sableux.

D'après CORNET 1964, nous rappelons l'existence des 03 nappes dont les deux premières correspondent respectivement aux nappes de sables d'âge Miocène (Pontien) et pliocène, alors que la dernière à l'Eocène inférieur.

a- Nappes des sables :

Au sein de ces niveaux sableux, vient s'engendrer deux nappes captives, dont la première correspond à la formation supérieure du Complexe Terminal appelée communément réservoir du « Sub-Souf ». Cette nappe constituée de sables grossiers et faisant partie du Complexe Terminal mène progressivement vers le Nord du Sahara en direction de la fosse Sud artésienne, dans la région d'étude elle se trouve à 280 mètres de profondeur.

Il faut mentionner également l'existence d'une deuxième nappe de sables d'âge Pontien.

Au-dessus des bancs supérieurs de la nappe des calcaires en contact avec les marnes de l'Eocène inférieurs et des graviers siliceux constituant donc une deuxième nappe captive en continuité avec la nappe du Pontien du Sud Tunisien, la profondeur de cette nappe varie entre 400 et 450 mètres. Quant à l'épaisseur utile de cette nappe, elle est de 50 mètres environ.

L'écoulement des eaux dans ces deux dernières nappes se fait du Sud-Ouest vers le Nord-Est, autrement dit vers la zone des chotts (Melghir et Merouane).

Dans la zone à fortes exploitations telle que la ville d'El-Oued, l'extraction des eaux se fait par pompage.

b- Les nappes de calcaires :

Le Complexe Terminal possède une litho-stratigraphie plus complexe ; les forages captant cette nappe nous montrent l'existence de deux niveaux servant de repère pour la classification des eaux souterraines ; du Sud au Nord, nous observons l'existence d'un premier niveau calcaire mieux individualisé, parfois il est purement calcaire, quelque fois il est formé par des calcaires gypseux. Il correspond au niveau inférieur. Le niveau supérieur, principalement représenté par des calcaires siliceux, est considéré comme une zone de transition entre la nappe des calcaires et celle des sables. Dans l'ensemble, ces deux niveaux sont séparés par des formations tantôt marneuses, tantôt sableuses avec des passées d'argile rouge.

Nappe du Continental Intercalaire (CI) :

Le terme « C.I » correspond ainsi aux formations continentales du Crétacé inférieur cette période se situe entre deux cycles sédimentaires régis par une régression marine suivie d'une transgression du Crétacé supérieur.

Le Continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base Trias et le sommet de l'Albien.

Le traitement manquant du réservoir aquifère du Continental Intercalaire est son volume considérable dû à la fois à son extension sur plus de 600 000 Km² et son épaisseur moyenne de plusieurs centaines de mètres. Bien que l'intérêt majeur de ce système Aquifère soit constitué par les grandes quantités d'eaux qui ont été stockées au cours des périodes pluvieuses du Quaternaire et qui peuvent maintenant être exploitées ; il reçoit

encore de nos jours une alimentation naturelle par les eaux météoriques et présente donc un fonctionnement hydraulique caractérisé par une alimentation, un écoulement et une série d'exutoire.

L'exutoire naturel principal de l'aquifère est situé en Tunisie. Il consiste en des remontées verticales par failles dans la zone du Chott Fedjaj et grâce à un écoulement vers la nappe de la Geffara tunisienne par l'intermédiaire des failles d'El Hamma et de Médenine.

Les bordures occidentales et méridionales du Tademaït constituent également une zone d'exutoire naturelle importante, probablement jalonnée anciennement par des sources, dont les foggaras ont pris la relève. L'eau non captée s'évapore dans un chapelet de sebkhas qui occupent le fond des dépressions du Gourara, du Touat et du Tidikelt. Par ailleurs, des transferts verticaux à partir du Continental Intercalaire vers le Complexe Terminal existent peut-être à la faveur des fractures qui jalonnent en Amguid-El Biod. Sur le reste du domaine, mis à part la zone de communication possible avec le Complexe Terminal sur le Grand Erg Occidental, le toit de la formation, constitué d'une épaisse couche d'argile et d'anhydrite, est parfaitement imperméable et isole complètement les deux réservoirs, L'exploitation du Continental Intercalaire s'est d'abord effectuée, depuis de longs siècles des exutoires artificiels, par le système traditionnel des foggaras, introduit sur la bordure du plateau du Tademaït dès le Xe siècle (UNESCO, 1972a ;BRL-BNEDER, 1992).

La formation du Continental Intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo- gréseux et sablo-argileux du Crétacé Inférieur. C'est un système aquifère multicouches dont la profondeur atteint localement 2000 mètres et dont la puissance varie entre 200 et 400 m. Elle est exploitée par trois forages artésiens. La commune d'El-Oued exploite cet aquifère par deux forages artésiens pour l'AEP d'un débit cumulé de 340 l/s et une température avoisinant les 70°C(DRE El oued 2019).

III. CONCLUSION :

Le climat de la région semblable au désert algérien, est caractérisé par un climat désertique caractérisé par:

- Chaleur extrême et sécheresse en été ;
- Froid en hiver ;

A partir de cette étude, nous constatons que la région a une particularité spécifique de point de vue géologique, ainsi que les conditions tectoniques et paléogéographiques ont permis la mise en place d'une série sédimentaire avec une lithologie variée dans le temps, régulière et homogène dans l'espace.

Ces conditions ont favorisé la formation dans le Souf et dans tout le bas Sahara de plusieurs formations aquifères à comportement hydrodynamique variable en fonction de leurs faciès. La stratigraphie de la région est caractérisée par des séries sédimentaires allant de crétacé inférieur

jusqu'aux dépôts de Quaternaire. Les formations du Quaternaire récentes forment l'aquifère détritique de la nappe phréatique, il est surtout sableux à gréseux avec parfois du gypse et des argiles localisées particulièrement dans la partie Nord-est où il se termine par une croûte gypseuse, son substratum est argileux imperméable parfois très peu sableux à son sommet ou alors gypsifère en totalité.

Le système aquifère est constitué de trois nappes : nappe libre (phréatique), et deux nappes captives (nappe de complexe terminal et nappe de continentale intercalaire).

Chapitre II

ETUDES DES BESOINS EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE

I. Introduction

A l'heure actuelle l'alimentation en eau potable de notre zone d'étude s'effectue par le forage dit MIHATIA. Ce dernier distant de la zone (GHAMRA Nord) d'environ 04 Km, par l'intermédiaire d'une conduite d'adduction de diamètre varie de 250 à 160 mm de pression minimale 10 bars et de l'longueur globale de 3670 ml. La durée de distribution de l'eau est deux (02) heures par jour.

Le cout de la conduite est de 19.076.616,30 DA en TTC.

A signaler que la source de l'alimentation de cette zone fait l'objet de servir d'autres zones qui sont les suivantes :

- zone de MIHATIA
- zone de MIH KHALIFA
- zone d'ELCHETTI

L'étude d'un projet d'AEP dans une telle région nécessite la connaissance des besoins en eau de celle-ci, dont ces besoins se diffèrent entre eux par les caractéristiques des agglomérations existantes, la façon de vie et la population.

II. Le périmètre de protection du forage d'AEP:

Dans tous les pays étudiés, le principe de délimitation de zones de protection est basé sur la prévention de l'impact potentiel des activités humaines qui peuvent polluer les ressources en eau. Bien que le nom de ces zones de protection diffère selon le pays étudié, l'objectif reste le même. La délimitation de ces zones et/ou périmètres est généralement liée à différents degrés de protection souhaités et comporte ainsi les zones suivantes :

- une zone de protection immédiate autour de l'ouvrage de prélèvement pour éviter les pollutions directes de la source et pour protéger les ouvrages de prélèvement,
- une zone de protection basée sur le temps estimé nécessaire pour réduire la présence d'un pathogène à un degré acceptable, - une zone de protection basée sur le temps nécessaire pour permettre une dilution ou une atténuation de la quantité de polluant avant qu'il arrive à la ressource,
- une quatrième zone plus large est parfois ajoutée pour protéger l'ensemble du bassin versant afin d'éviter une dégradation à long terme de la ressource.

Les différentes approches employées pour délimiter ces zones de protection sont fondées sur la distance, le rabattement de la nappe, le temps de transport d'un contaminant jusqu'à la ressource, le temps d'atténuation nécessaire pour réduire la quantité de polluant et les délimitations hydrogéologiques. Ainsi, selon les pays, et selon les quantités de données disponibles, la délimitation des zones se fait soit sur des critères parfois fixés arbitrairement

soit sur des approches plus complexes avec des calculs et des modélisations. Les principaux outils et initiatives de protection directe des captages sont repris dans le Tableau suivante:

Tableau II-1 : Les périmètres de protection du forage d'AEP:

<i>1 ère Zone</i>	<i>2 ème Zone</i>	<i>3 ème Zone</i>	<i>4 ème Zone</i>
10-30 m Ou 1j	100-1000 m Ou 50-60 j	2 km (protection chimique) ou intégralité du bassin hydrographique	Intégralité du Bassin hydrographique (50-100 ans)

III. L'état démographique

La population de Ghamra nord en 2020 est presque de 4560 habitant, dont le taux d'accroissement est de 2.98% (S . APC Guemar). Donc pour trouver la nouvelle population à moyen et à long terme il faut appliquer la relation de l'accroissement géométrique suivante :

$$P_n = P_0 * (1+t)^n \quad \text{hab}$$

Avec

P_n : le nombre d'habitant dans l'horizon n,

P_0 : le nombre d'habitant dans l'année de référence 2020,

n : le nombre d'années entre les deux horizons.

- Estimation de la population dans l'état actuel :

$$P_{2021} = P_{2020} * (1+0.0298)^1$$

$$P_{2021} = 4560 * (1.0298)$$

$$P_{2021} = 4696 \text{ hab.}$$

- Estimation de la population au moyen terme (après 10 ans) :

$$P_{2031} = P_{2021} * (1+0.0298)^{10}$$

$$P_{2031} = 4696 * (1.0298)^{10}$$

$$P_{2031} = 6299 \text{ hab.}$$

- Estimation de la population à long terme (après 20 ans) :

$$P_{2051} = P_{2021} * (1+0.0298)^{30}$$

$$P_{2051} = 4696 * (1.0298)^{30}$$

$$P_{2051} = 11333 \text{ hab.}$$

IV. Etude des besoins en eau

Nous pouvons évaluer les besoins en eau de l'agglomération en basant sur les consommations journalière de chaque habitant, et aussi pour tous les équipements existants.

1. La consommation unitaire

Elle est définie comme le débit journalier de l'unité est nommé q_0 avec l'unité de l/j/unité

2. La consommation moyenne journalière $Q_{moy j}$

C'est la quantité moyenne consommée par l'agglomération pendant une journée, elle est en relation avec la consommation unitaire et le nombre des consommateurs, elle est donnée par la relation suivante :

$$Q_{moy j} = q_0 * N / 1000$$

Avec :

$Q_{moy j}$: la consommation moyenne journalière (m³/j) ;

q_0 : la consommation unitaire (l/j/unité) ;

N : le nombre d'habitants (unités).

3. Les besoins domestiques

Les besoins domestiques en eau sont estimés par le nombre d'habitants et la consommation unitaire de chaque individu, il est compris entre 150 à 200 l/j/hab, alors les besoins sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau II-2 : les besoins domestique de chaque horizon

L'horizon	Le nombre d'habitants	La consommation Unitaire l/s	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
2021	4696	150	704.4
2031	6299	180	1133.82
2051	11333	200	2266.6

(S . APC Guemar)

4. Les besoins scolaires

Dans la zone d'étude il y a deux écoles primaires dont la capacité de chacune est $\frac{1}{4}$ de la population, aussi deux CEM dont les capacités sont $\frac{1}{6}$ de la population.

Tableau II-3: les besoins scolaires pour les différents horizons

La section	Equipement	Unité	Nombre	La consommation unitaire	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
Education	Primaire	Elève	1174	20	23.48
	CEM	Elève	783	20	15.66
Totale					39.14

(S . APC Guemar)

5. Les besoins des hôpitaux

Il existe un centre médical dans la zone de superficie de 600 m².

Tableau II-4 : les besoins des hôpitaux pour l'horizon actuel

La section	Equipement	Unité	Nombre	La consommation unitaire	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
médical	Centre médical	m ²	600	10	6
Totale					6

(S . APC Guemar)

6. Les besoins religionnaires

La zone d'étude contient quatre mosquées, dont la capacité est $\frac{1}{3}$ de la population.

Tableau II-5 : les besoins religionnaires pour l'horizon actuel

La section	Equipement	Unité	Nombre	La consommation unitaire	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
religion	mosquée	mosquée	1566	50	78.30
Totale					78.30

(S . APC Guemar)

7. Les besoins administratifs et sociaux

Il existe dans la zone d'étude des équipements administratifs et sociaux, comme il est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau II-6 : les besoins administratifs et sociaux pour l'horizon actuel

La section	Equipement	Unité	Nombre	La consommation unitaire	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
Administratif et sociale	agence communale	m ²	600	5	3
	Algérie poste	m ²	420	5	2.1
Totale					5.1

(S . APC Guemar)

8. Les besoins commerciaux

La zone est équipée par un lavage des automobiles.

Tableau II-7 : les besoins commerciales pour l'horizon actuel

La section	Equipement	Unité	Nombre	La consommation unitaire	La consommation moyenne journalière (m ³ /j)
Commerciale	Lavage	Unité	2	1000	2
Totale					2

(S . APC Guemar)

9. Les besoins totaux pour tous les équipements à l'horizon actuel

Tableau II-8 : les besoins des équipements à l'horizon 2021

L'horizon	Type des besoins	Consommation moyenne journalière (m ³ /j)
2021	Les besoins domestique	704.4
	Les besoins scolaires	39.14
	Les besoins sanitaires	6
	Les besoins religionnaires	78.30
	Les besoins administratifs et sociaux	5.1
	Les besoins commerciaux	2
Total		834.94

(S . APC Guemar)

10. Les besoins en eau pour l'horizon de moyen terme et long terme

Pour calculer la consommation moyenne journalière a moyen terme, on multiplie tous les besoins des équipements en 2021 par le taux d'accroissement K_1 , la même chose pour les besoins à long terme, on les multiplie tous par K_2 (i.e. les besoins de 2031), en tenant compte de tous les besoins programmés à moyen et long terme.

Les propositions à moyen terme : pharmacie, crèche, station d'essence, stade.

Les propositions à long terme : pharmacie, salle de soin, marché.

Tableau II-8 : les besoins en eau totaux à moyen et long terme

Consommation moyenne journalière	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j
L'année			
Type de besoin	2021	2031	2051
Les besoins domestique	704.4	1133.82	2266.6

Les besoins scolaires	39.14	52.448	94.41
Les besoins sanitaires	6	8.89	19.332
Les besoins religionnaires	78.30	104.922	188.86
Les besoins administratifs et sociaux	5.1	7.834	14.10
Les besoins commerciaux	2	7.18	21.92
Les besoins culturelles et sportifs	/	5	9
Total	834.94	1320.094	2614.22

Du tableau on trouve que la consommation moyenne journalière à long terme est :

$$Q_{\max j} = 2614.22 \text{ m}^3/\text{j}$$

10.3. Etude des variations des débits

Le débit qu'il faut fournir pour les consommateurs se base sur de telles variations :

- Les variations annuelles : y compris le niveau de vie et la civilisation,
- Les variations mensuelles : en relation avec l'intérêt de la région,
- Les variations journalières : en relation avec les jours de la semaine, les jours de pointes sont les jours libres (week-end),
- Les variations horaires : présentes les variations maximales dans les heures de pointe.

10.3.1. Etude des coefficients des variations

10.3.1.1. Le coefficient de variation journalière K_j

Sa valeur varie entre (1.1 – 1.3), pour notre étude on prend $K_j = 1.2$

10.3.1.2. Le coefficient de variation horaire $K_{h \max}$

Il se donne par la relation suivante :

$$K_{h \max} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$$

Avec ;

α_{\max} : ce coefficient prend en considération le niveau de vie en générale, sa valeur oscille entre (1.2 à 1.4).

β_{\max} : ce coefficient varie en dépend de la variation de la population, ses valeurs sont tabulées au-dessous :

Tableau II-10: les valeurs de β_{\max} en fonction de la population ;

Nbr des habitants	100	150	250	400	600	1000	2000	5000	10000	300000	10000000
β_{\max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.05	1.00

De ce tableau 09 on fait une interpolation des valeurs de β_{\max} à long terme avec une population de 11333 habitant qui est compris entre 10000 et 20000, d'où β_{\max} :

$$\begin{array}{ccccc} 20000 & \rightarrow & 11333 & \rightarrow & 10000 \\ 1.2 & \rightarrow & \beta_{\max} & \rightarrow & 1.3 \end{array}$$

$$\beta_{\max} = 1.3 + (11333-10000)*(1.2-1.3)/(20000-10000)$$

$$\text{D'où } \beta_{\max} = 1.29$$

Donc on peut calculer maintenant $K_{h \max}$:

$$K_{h \max} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$$

$$K_{h \max} = 1.3 * 1.29$$

$$\text{Donc: } K_{h \max} = 1.68$$

10.2.3. Le coefficient de consommation de pointe

C'est le résultat de multiplication du coefficient de variation journalière par le coefficient de variation horaire, donnée par la relation suivante:

$$K_{pte} = K_j * K_{h \max}$$

Avec :

K_j : coefficient prend en considération la variation journalière,

$K_{h \max}$: coefficient prend en considération les variations pour les heures de pointe.

Application numérique :

$$K_{pte} = 1.2 * 1.68$$

$$K_{pte} = 2.01$$

10.3.2 Calcul des débits à long terme

Le débit à moyen terme $Q_{\max j}$

C'est le débit moyen total qui est déjà calculé :

$$Q_{\text{maj } j} = 2614.22 \text{ m}^3 / j$$

Le débit moyen journalier l'irrégularité $Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$.

Pour calculer ce débit, il faut qu'on prenne en considération les fuites prévisibles dans le réseau de distribution résulte principalement d'irrationalité de gérance des consommateurs, donc on peut augmenter le débit pour faire une satisfaction en terme d'exploitation, ces débit sont estimées de 10 à 30 %.

Dans notre étude on prend un taux de soutien du réseau de 20% de la consommation moyenne journalière totale : après l'en additionner avec ce dernier par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy } j \text{ maj}} = Q_{\text{moy } j} + 20 \% * Q_{\text{moy } j} \text{ m}^3/j$$

Avec :

$Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$: la consommation moyenne journalière avec soutien,

$Q_{\text{moy } j}$: la consommation moyenne journalière totale.

Application numérique:

$$Q_{\text{moy } j \text{ maj}} = 2614.22 + 20\% (2614.22)$$

$$Q_{\text{moy } j \text{ maj}} = 3137.064 \text{ m}^3/j$$

Le débit maximal journalier $Q_{\max j}$

Le débit maximal journalier $Q_{\max j}$ est le résultat de multiplication du débit moyen journalier avec soutenu $Q_{\text{moy } j \text{ maj}}$ par le coefficient de variation journalière K_j donné par la relation suivante :

$$Q_{\max j} = Q_{\text{moy } j \text{ maj}} * K_j$$

$$Q_{\max j} = 3137.064 * 1.2$$

$$Q_{\max j} = 3764.48 \text{ m}^3/ j$$

Le débit maximal horaire

T = le nombre des heures de démarrage de la pompe 24h

Application numérique:

$$Q_{\max h} = 3764.48 / 24$$

$$Q_{\max j} = 156.85 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Le débit de pointe

Le débit de pointe Q_{pte} est le débit issu de la multiplication du débit moyen journalier soutenu

$Q_{\text{moy j maj.}}$ par le coefficient de pointe et écrit par la relation suivante :

$$Q_{\text{pte}} = Q_{\text{moy j maj.}} * K_{\text{pte}} \text{ m}^3 / \text{j}$$

Application numérique :

$$Q_{\text{pte}} = 3137.064 * 2.016$$

$$Q_{\text{pte}} = 6324.32 \text{ m}^3 / \text{j}$$

$$Q_{\text{pte}} = 73.2 \text{ l/s}$$

Après cette étude des besoins en eau total de tous les équipements existants, on a pu trouver les débits de l'état actuel, en moyen terme et à long terme, et sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II-11 : résumé des débits de chaque horizon

L'horizon	$Q_{\text{moy j}}$		$Q_{\text{moy j moy}}$		K_j	$Q_{\text{max j}}$	
	m^3/j	l/s	m^3/j	l/s		m^3/j	l/s
2021	834.94	9.66	1001.93	11.596	1.2	1202.31	13.91
2031	1320.094	15.28	1584.113	18.33		1900.93	22
2051	2614.22	30,26	3137.064	36.3		3764.48	43.57
L'horizon	$Q_{\max h}$	α_{\max}	β_{\max}	$K_{h \max}$	K_{pte}	Q_{pte}	
						m^3/j	l/s
2021	50.096	1.3	1.15	1.5	1.8	1803.47	20.87
2031	79.20		1.39	1.81	2.18	3453.47	39.97
2051	156.85		1.29	1.68	2.016	6324.32	73.20

11. Etude des besoins en eau des populations de ces zones

L'état actuel

Tableau II-12 : Résultats de la consommation des différentes zones

a zone	La population	La consommation Unitaire l/j/hab.	La consommation moyenne m ³ /j	La consommation des équipements m ³ /j	La consommation moyenne journalière m ³ /j
Mia Aatia	940	150	141	26.79	167.79
Mia Khalifa	1402		210.30	39.96	250.26
Mechti	810		121.50	23.08	144.58
Ghamra nord	4696		704.4	133.84	838.34
Total	78.48				1400.97

Après calcul des différents débits à l'état actuel pour ; Mia Aatia, Mia Khalifa, Mechti et Ghamra Nord, on a trouvé $Q_{pte} = 49.27$ l/s

Donc, $Q_{pte} = 4256.70$ m³/j

Alors, les besoins en eau à l'ordre de 49.27 l/s, par contre actuellement la source unique qui débite 30l/s donc en état difficile pour compléter le reste par une autre source (forage).

-la variante proposée :

Il doit réaliser une conduite de transfère (adduction) à partir de Mia Atia jusqu'à notre zone d'étude.

Un cout détaillé ci-dessous à voisine de (19.076.616,30DA)

IV. Devis quantitatif et estimatif

Ce devis est ce du canal d'adduction de la source de Mia Aatia jusqu'à la zone de Ghamra nord (La zone d'étude)

Numéro	Les travaux à réaliser	Unité	Quantité	Le prix unitaire	Le coût total
01	Déblai des zones de différentes types (sable, sol, roche) de profondeur moyenne de 1.2 m	ML	4221.65	400,00	1.688.660,00
02	Remblai par des sols nets sans roches et différents ordures, la dénivellation de terre et y ramené à l'état initial	ML	4221.65	200,00	844.330,00
03	Mettre des grillages avertisseurs en bleu de détection du réseau AEP au-dessus du canal a 0.3 m	ML	4221.65	100,00	422.165,00
04	Pose des conduites en PEHD PN 10 avec soudage et tous les accessoires des travaux et bonne réalisation				
	DN 250	ML	1792.85	3200,00	5.737.120,00
	DN 160	ML	2428.8	2500,00	6.072.000,00
	Total hors taxe				16.030.770,00
	Tarif sur la valeur ajoutée TVA 19%				3.045.846,30
	Total en TTC				19.076.616,30

(S . DRE El-oued)

V- Etude comparatif et critique :

Pour satisfaire les besoins en eau potable de la zone d'étude Ghamra Nord, on propose deux variantes :

- ✓ Adduction depuis le forage existant de longueur 4222m avec un investissement de 19.076.616,30 DA
- ✓ On propose une autre source locale (forage) avec un investissement a l'environ de 30.000.000,00 DA

D'après les deux variantes cités au-dessus on constate que : malgré que le forage est plus coûteux que la conduite d'adduction mais ce dernier est plus favorable que la conduite d'adduction, du fait que le forage est destiné a servir en eau à moyen et à long terme de la zone d'étude, par contre la conduite est un surplus pour le premier source.

VI. Conclusion

La source (forage) MIHATIA ne doit pas satisfaire les besoins en eau potable à l'horizon considérée (2051).

Vu la distance importante entre la somme actuelle et la zone d'étude (GHAMRA Nord) qui doit engendre une perte de charge importante.

L'accroissance démographique importante dans la zone d'étude à moyen et à long terme nécessite un volume important d'eau.

D'après ce qui est citée au-dessus, on a l'intention de séparer la zone (GHAMRA Nord) de la source actuel (forage) MIHATIA. En proposant une autre source (forage) dit forage GHOR D'ABAN d'une profondeur prévisionnelle de 331 m avec un cout de 30.000.000,00 DA.

Chapitre III

ETUDE DU FORAGE

I. INTRODUCTION :

Les eaux souterraines sont très précieuses et ont une grande importance. Se trouvant à des profondeurs moyennes de 300m à l'horizon du complexe terminal plus ou moins important, il est toujours nécessaire de forer pour les explorer et les exploiter

II. CONSIDERATIONS ET GENERALITES SUR LES EAUX SOUTERRAINES :

1. Cartographie :

L'utilisation de la cartographie géologique et hydrogéologique permette d'avoir des informations concernant les caractéristiques (nature et qualité) de l'aquifère et des différentes formations où se trouve. Ces informations sont en particulier :

- L'endroit et l'étendue de l'aquifère
- Le type de la nappe (libre, captive, semi captive)
- La structure des limites : toit et substratum

2. Cartes hydrogéologiques :

Les données obtenues par les études géologiques et structurales conduisent à la réalisation des cartes et coupes hydrogéologiques. Ces coupes hydrogéologiques sont élaborées par la superposition sur des coupes géologiques, des données de l'écoulement souterrain (la surface piézométrique, la surface d'alimentation directe ou indirecte, le drainage et les pertes en surface et en profondeur).

3. Cartes structurales :

Les cartes structurales dont leur but est de présenter les formations perméables (réservoir), sont élaborées par la synthèse des données géologiques, des conditions aux limites et des paramètres hydrodynamiques (perméabilité, pente, vitesse, gradient hydraulique). Ce type de cartes permet d'établir la carte isohypse (piézométrique), la carte isobathe (profondeur), et la carte isopaches (épaisseur de l'aquifère).

III. LA TECHNIQUE DE FORAGE :

III.1. Forage Rotary à boue :

La technique rotary est utilisé spécialement dans les terrains sédimentaires non consolidés pour les machines légères, mais les machines puissantes peuvent travailler dans les terrains durs (pétroliers).

III.2. Installation du chantier de forage :

L'organisation de chantier de forage doit permettre au foreur d'intervenir rapidement en cas de problème. Les précautions à prendre doivent conduire à déterminer :

- Un périmètre de sécurité autour du chantier.
- Le bon choix de site du forage.
- Un approvisionnement en eau (citernes)
- Un accès facile pour le remplissage des fosses
- Une zone de déblais (cuttings)
- L'emplacement et le creusage des fosses à boue
- Le positionnement du compresseur de façon à ce qu'il ne reçoive pas la poussière de forage.

III.3. Les étapes de réalisation d'un forage

III.3.1. Travaux des surfaces :

- Terrassement et aménagement de plateforme
- Réalisations des fosses à boue et rigoles :

Les fosses à boue constituent une réserve de fluide de forage (la boue) et permettent son recyclage par décantation. Elles se forment d'une fosse de décantation, d'une fosse de pompage et de rigoles. Le rôle de rigole pour le prélèvement des échantillons et l'analyse de cuttings permet l'établissement de la courbe granulométrique pour définir les caractéristiques des crépines et du gravier additionnel.

III.3.2. Avant puits :

- Tube guide : exécution un forage en 24'' de (0 – 30) m et équipé par un tubage en acier de 20''entre (0 – 30) m de la hauteur suivant le poids de appareil pour assure la stabilité et la verticalité de puits, et cimenté l'espace annulaire par ciment type CRS.

III.3.3. Sondage (forage) de reconnaissance :

Le sondage ou la reconnaissance est un puits de petit diamètre de l'ordre de 8'' à 12''1/4 dont leur réalisation et équipement est similaire à ceux des forages d'exploitation.

Les sondages (forages) de reconnaissance permettent de vérifier les hypothèses émises et apportent des informations indispensables (investigation, mesures et essais, prélèvement d'échantillons d'eau et de sol, observations périodiques) comme ils permettent d'effectuer des diagraphies et des essais de pompage.

III.3.4. La diagraphie :

Elle consiste à utiliser différents dispositifs d'électrodes afin de mesurer des résistivités directement dans le trou de forage. Réaliser juste à la fin de la foration, pour permettre de localiser avec grande précision les zones productrices d'eau, et donc définir la position optimale des crépines.

III.3.5. Elargissement et alésage : est réalisé en 17''^{1/2} de (0-242m)

III.3.6. Tubage :

Le rôle du tubage en tube plein casing API ϕ : 13''^{3/8} de(0-272)m. est le soutènement de talus cylindrique du trou de forage contre la poussée de terre, l'éboulement et pour éviter les risques d'effondrement dans le trou du forage (qui sont de plus en plus importants si la profondeur du forage devient importante), on recommande de placer le tubage le plus rapidement possible.

Il doit respecter des normes de qualité liées à leur résistance mécanique (résistance à la pression et à la corrosion). Il est résistant mais ils peuvent être corrodés par l'eau. On doit veiller à l'homogénéité de l'acier utilisé pour les tubages et les crépines sous peine de voir apparaître un effet de pile pouvant entraîner des dommages importants au matériel tubulaire et à terme la destruction du forage. Les éléments de tubages et ou crépines sont soudés ou vissés.

III.3.7. Cimentation :

Le rôle de cimentation est de protéger le forage contre les pollutions extérieures.

L'opération consiste à remplir avec un mélange d'eau et de ciment (laitier de ciment) l'espace annulaire au-dessus du massif filtrant jusqu'à la surface de sol.

Le dosage de laitier de ciment est d'environ 50 l d'eau pour 100 kg de ciment.

III.3.8. Exécution d'un forage en 12''^{1/4} : avec alésage de l'aquifère pour délimiter la longueur et la position de la crépine

III.3.9. Tubes et Crépines :

Le rôle de la crépine 8''^{5/8} en acier inoxydable est pour éviter l'entrée de sables et des éléments fins de l'aquifère à l'intérieur de la colonne afin de ne pas être aspirés par la pompe, car ils constituent un grand risque pour cette dernière (corrosion, usure).

- Tube Plein Sabot de décantation en acier inoxydable de (332 – 325) m (06 m)
- Tube Crépine renforcé en acier inoxydable de (325 – 271) m (54 m)
- Tube Plein de réserve en acier inoxydable de (271 – 247) m (24 m)

La crépine doit être placée dans une position où les caractéristiques hydrauliques sont les meilleures. Pour choisir cette position, on doit se baser sur :

- ❖ Les diagraphies instantanées.
- ❖ L'analyse granulométrique des échantillons.

III.3.10. Massifiltrant (gravier additionnel) :

Le rôle du gravier additionnel est d'augmenter les débits d'exploitation, de diminuer les vitesses d'écoulement, et d'éviter le risque d'érosion en évitant l'entrée des sables fins.

Dans la pratique, le gravier additionnel est défini par la granulométrie de la formation et par l'ouverture de la crépine. Il doit être uniforme, propre, calibré et siliceux de préférence. et descend dans l'espace annulaire le long du tubage. Une remontée de boue par le tube de forage indique une descente correcte du gravier. Lorsque le niveau du gravier atteint le haut des crépines, la boue ne remonte pas par le tube mais par l'espace annulaire : le massif de gravier doit alors dépasser le haut des crépines sur quelques mètres.

Le volume nécessaire du gravier peut être défini théoriquement (volume du trou moins volume de tubage) ou de la manière empirique suivante selon E. Drouart :

Type de crépine

$$V = h \cdot 0,8 \cdot (D^2 - d^2)$$

D'où V : le volume de gravier en litre.

h : hauteur du massif de gravier en m.

D : diamètre du trou en pouces.

d : diamètre des tubes en pouces.

III.3.11. développement du forage :

Le développement peut aussi réparer les dommages que le processus de forage a causés à l'aquifère adjacent, développer l'aquifère (accroître la transmissivité) et améliorer le rendement du forage .par les dispersants (hexamétaphosphate) ou par traitement à l'acide, ou le pistonnage ou débit de purge, compresseurs par air lift, nettoyage mécanique, par pompage (pompe immergée).

III.3.12. Les essais des débits :(par trois paliers et un palier constant suivi d'une remontée)

Il a pour objectifs de :

- mesurer le débit du forage
- déterminer le rendement du forage, ou la variation de sa production à différents débits.
- quantifier les caractéristiques de l'aquifère, notamment la transmissivité, la perméabilité et la capacité de stockage.

III.3.13. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques :

L'eau de bonne qualité (potable) qui respecte les paramètres de norme algérienne :

- 1- Les paramètres chimiques : la dureté (calcium, magnésium), PH (acidité), conductivité électrique (pour connaître la quantité de sels), fer, métaux

lourds, les nutriments (azote, phosphate).

2-Les paramètres biologiques : les pathogènes (bactéries, virus, parasites, ... etc.)

3-Les paramètres physiques : la turbidité, couleur, odeur, etc.

La plupart des analyses de qualité de l'eau doivent être réalisées en laboratoire.

IV. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU FORAGE D'ETUDE :

Le forage proposé pour la réalisation est situé au niveau de la zone Ghamra Nord commune de Guemar.

Les coordonnées géographiques :

$$X = 6^{\circ} 47' 13''$$

$$Y = 33^{\circ} 29' 58''$$

$$Z = 61\text{m}$$

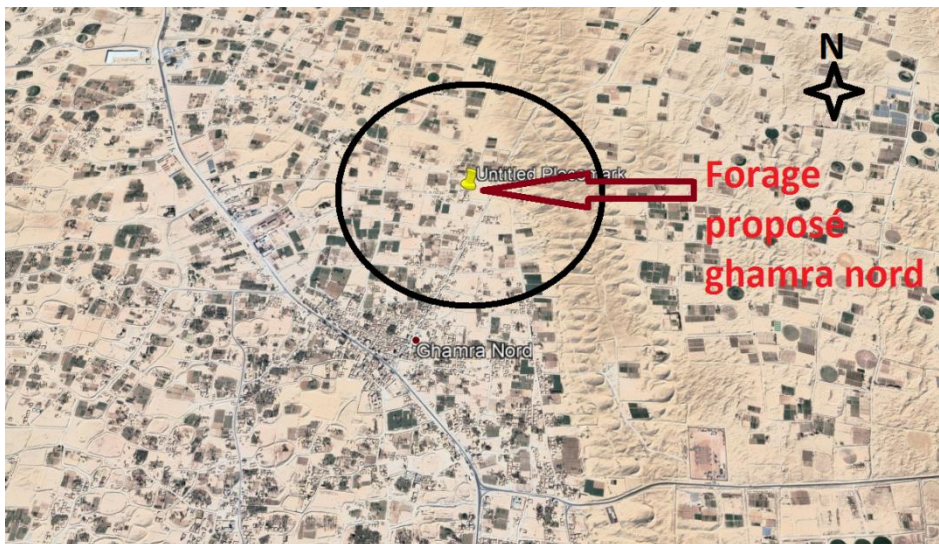


Figure III.1. : Image satellite montrant la position du forage proposé à Ghamra Nord

V. STRATIGRAPHIE :

La coupe géologique a été réalisée à partir de l'analyse des échantillons du terrain (cuttings) prélevés par mètre durant les travaux de foration.

Figure III.2 : boîte de cutting



Figure III.3 : sachet de cutting



COUPE LITHOLOGIQUE:

0-12 m	Sable fin jaunatre a Grain noir
12-42 m	Sable fin brunatre
42-63 m	Sable fin gypseux
63-81 m	Sable fin a moyen jaunatre
81-105 m	Gypse et calcaire altere .
105-275 m	Argile brunatre Gypseuse legerment sableuse.
275-307 m	Sable jaune brunatre
307-325 m	Sable hétérogene ferrugineux jaunatre
325-332 m	Argiles plastiques

VI. DEROULEMENT DES OPERATIONS ET CONSTRUCTION DU FORAGE :

1ère phase :

- ❖ Forage en 24'' de 0 à 30 m.
- ❖ Descente tube guide 20'' sabot positionné à 30 m.
- ❖ Cimentation en CRS a été injectée sous pression et est remontée à la surface dans l'espace annulaire. Attente prise ciment 24 Heurs.

2ème phase :

- ❖ Forage en 12''^{1/4} de 30 m à 332m
 - ❖ Enregistrement diagraphique de GR – Sonic, et PS de 0 à 348m.
 - ❖ Elargissement et alésage en 17''^{1/2} jusqu'à 332m.
 - ❖ Mise en place de Tube plein casing API ϕ : 13''^{3/8} de (30 a 332) m.
 - ❖ Cimentation de la colonne de production en HTS suivis d'une attente prise du ciment.
 - ❖ Attente prise de ciment d'une durée de 48 heures.
 - ❖ Nettoyage du tubage 13''^{3/8}.
 - ❖ Elargissement en 12''^{1/4} de 270 à 332m pour la mise en place de la colonne de captage 8''^{5/8} en INOX.
- ❖ Descente et pose colonne de captage, crépine 8''^{5/8} en acier inoxydable 304L slot

20. COMPOSITON DE LA COLONNE DE CAPTAGE :

De 248 à 272m	Tube plein en acier inoxydable 304L 8''5/8	soit	24m
De 270 à 336m	Tube crépine en acier inoxydable 304L 8''5/8	soit	54m
De 326 à 332m	Tube plein en acier inoxydable 304L 8''5/8 (sabot)	soit	06m

Figure III.4 : opération de tubage



Figure III.5 : opération de cimentation



-Gravillonnage de l'espace annulaire par du gravier silicieux lavé, criblé et bien calibré (04-06) mm.

3ème phase :

-Lavage par circulation à l'eau claire jusqu'à obtention d'une eau claire.

-Injection à deux reprises d'une solution d'hexametaphosphate de sodium d'une concentration de 07% soit au total 200Kgs.

- Pistonnage (2h) consiste à faire circuler l'eau de haut en bas d'un forage et, surtout, à travers les crépines, le massif filtrant à l'aide d'un piston .et en attente la réaction pendant 12Hrs.Développement à l'air lift pour enlever le sable et la décantation jusqu'à obtention d'une eau claire et propre.

VII. ESSAIS DE DEBIT :

VII.1. Programme des essais de pompage.

Les essais de pompage ont été effectués en trois phases :

- La première phase comporte un essai à blanc de 12Hrs.
- La deuxième phase comporte 3 paliers enchainés de 8 heures chacun, suivi d'une remontée de niveau initial de 6 heures.

Les trois paliers enchainés :

- $Q_1 = 25 \text{ l/s}$ durée de 8 heures.
- $Q_2 = 35 \text{ l/s}$ durée de 8 heures.
- $Q_3 = 45 \text{ l/s}$ durée de 8 heures.
- La troisième phase comporte un essai définitif (longue durée) de 72 heures avec un débit de 47 l/s suivi d'une remontée de niveau de 6 hrs et prélèvement d'eau pour l'analyse chimique et bactériologique.

VII.2. Résultats des essais de pompage :

Tableau III.1 :résultats des essais de pompages

$Q_1=25\text{l/s}$ $Q_2=35\text{l/s}$ $Q_3=45\text{l/s}$

Heures	Min	Sec	Niveau statique NS = 48.43			Remontee	observation
			Niveau Dynamiques (m) m				
			Palier 1	Palier 2	Palier 3		
	0	0	48.43	Reg Q	Reg Q	58.27	
	1	60	51.14			49.78	

Etat de lieu et diagnostique d'un forage destiné à l'AEP (cas du forage Ghamra Nord EL-oued)

	2	120	52.32	54.11	56.81	49.02	Eau claire
	3	180	52.74	54.59	57.29	48.69	
	4	240	53.06	54.77	57.36	48.57	
	5	300	53.18	54.95	57.52	48.51	
	7	420	53.29	55.23	57.69	48.49	
	9	540	53.35	55.23	57.78	48.47	
	10	600	53.40	55.42	57.84	48.46	
	15	900	53.56	55.46	57.87	48.45	
	20	1200	53.61	55.68	57.93	48.44	
	25	1500	53.63	55.73	58.06	48.44	
	30	1800	53.65	55.79	58.13	48.44	
	45	2700	53.66	55.83	58.18	48.43	
1	60	3600	53.66	55.97	58.24	48.44	
	75	4500	53.67	56.04	58.25	48.43	
	90	5400	53.67	56.10	58.26	48.43	
	105	6300	53.68	56.11	58.27	48.44	
2	120	7200	53.66	56.11	58.28	48.43	
3	180	10800	53.67	56.12	58.27	48.44	
4	240	14400	53.67	56.12	58.27	48.43 N.S	
5	300	18000	53.67	56.12	58.27	48.43	
6	360	21600	53.67	56.12	58.27	48.43	
7	420	25200	53.67	56.12	58.27	48.43	
8	480	28800	53.67	56.12	58.27	48.43	

Essai à débit constant : $Q = 47$ l/s

Niveau statique / Tubage : NS = 48.43 m

Tableau III-2: essai par pompage à débit constant

<i>Heures</i>	<i>Min</i>	<i>Niveaux dynamiques (m)</i>	<i>Remontée (m)</i>	<i>Observation</i>	
		<i>Forage</i>			
	0	48.43	58.27		
	1	51.68	54.14		
	2	56.18	49.23		
	3	56.72	48.89		
	4	57.24	48.67		
	5	57.57	48.59		
	7	57.86	48.53		
	9	57.93	48.49		
	10	58.16	48.48		
	15	58.19	48.46		
	20	58.21	48.45		
	25	58.23	48.45		Eau claire
	30	58.25	48.45		
	45	58.26	48.45		Eau claire
1	60	58.26	48.44		
	75	58.27	48.44		
	90	58.28	48.44		
	105	58.27	48.43		
2	120	58.28	48.43		
3	180	58.27	48.43		

Etat de lieu et diagnostique d'un forage destiné à l'AEP (cas du forage Ghamra Nord EL-oued)

4	240	58.27	48.43
5	300	58.27	48.43
10	600	58.27	48.43
15	900	58.27	
20	1200	58.27	
25	1500	58.27	
30	1800	58.27	
35	2100	58.27	
40	2400	58.27	
50	3000	58.27	
60	3600	58.27	
70	4200	58.27	
72	4320	58.27	

VII.3. Interprétation des résultats :

❖ Essai de courtes durées :

$$S = B*Q + C*Q^2$$

Q	NS	S	S/Q	Qs
0.025	53.67	0	0	0.000466
0.035	56.12	2.45	70	0.000624
0.045	58.27	4.6	102.2222	0.000772

Figure III.6: La courbe caractéristique de rabattement

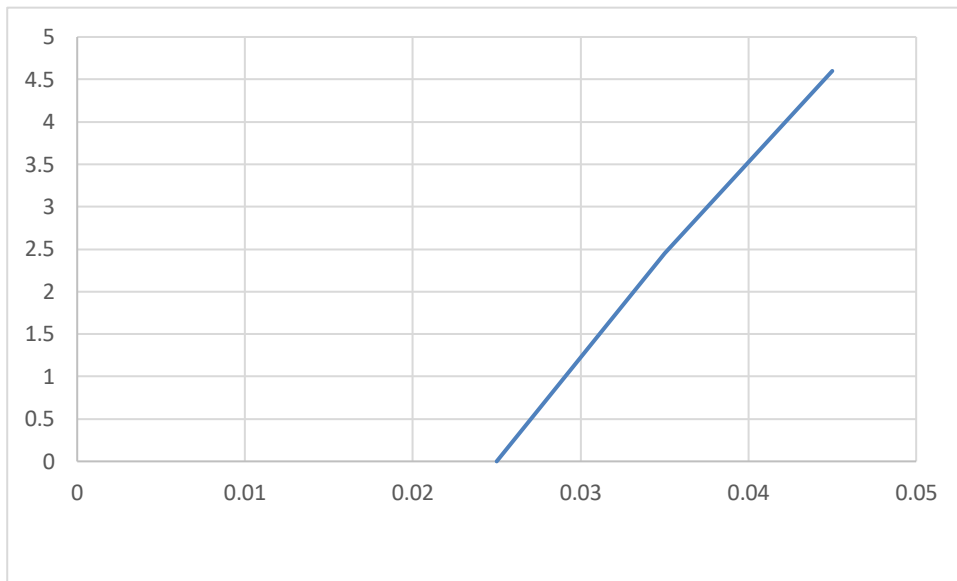
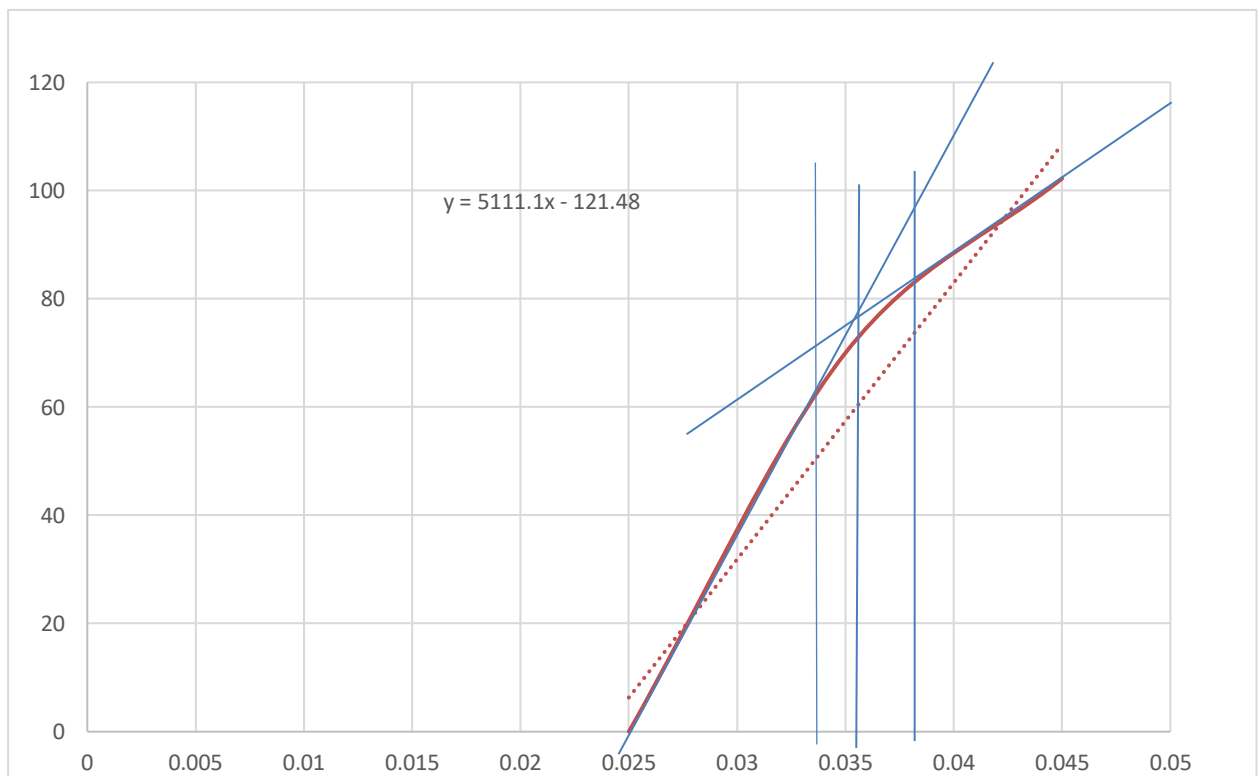


Figure III.7: La courbe de rabattement spécifique



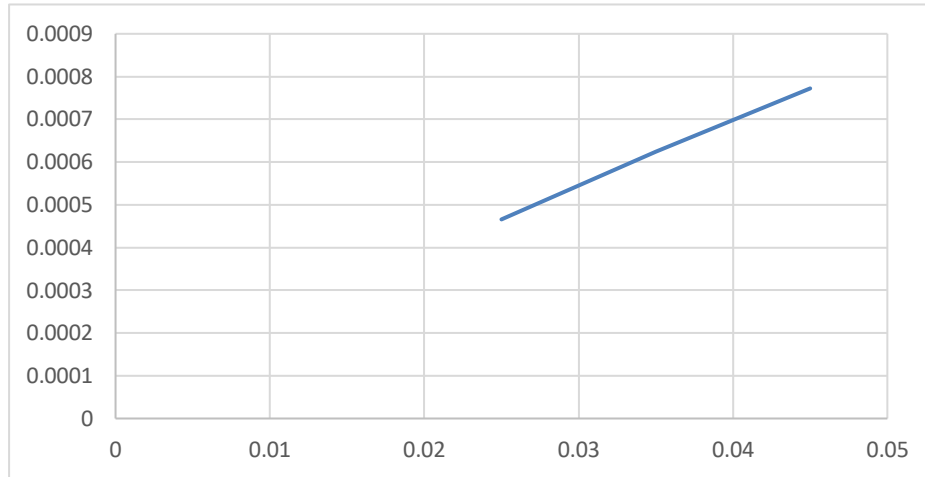
Donc $B = 26.833$ et $C = 5149.1$

Débit maximal égale a : 38 l/s

Débit minimal égale a : 34 l/s

Débit critique $q_{cri} = 36$ l/s

Figure III.8: La courbe du débit spécifique



VIII. AQUIFERE A CAPTER :

L'aquifère à capter est la nappe du complexe terminal (mio pliocène) nappe de sable jaunâtre à granulométrie variée et gravier siliceux avec grains ferrugineux légèrement gypseux.

IX. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DE L'EAU :

Le but pour définir l'origine des eaux et leurs caractéristiques physico-chimique, les éléments majeurs dissous ceux-ci par la quantification des divers éléments chimiques, le faciès chimique, la dureté, la potabilité de cette eau.

Le prélèvement a été effectué manuellement à condition que la javellisation soit arrêtée et la conduite est vidangée pour que l'échantillon soit représentatif de l'eau du forage. L'échantillon a été prélevé dans des bouteilles bien lavées, d'une capacité d'un litre, sans rajouter aucune substance conservatrice pour éviter la contamination.

La fiche de l'échantillon ou l'étiquetage comporte : l'identité du préleveur, la date et l'heure du prélèvement, la ville ou l'établissement que l'eau alimente, l'origine et la température de l'eau.

Tableau III-3 : les analyses physico-chimiques du forage Ghamra nord

<i>Les analyses demandées</i>	<i>Tolérances OMS</i>	<i>Résultats</i>
pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	7.4
Température	//	-
Conductivité (us/cm)	//	3720
Chlorures (Cl-) mg/l	250	922
Chlorures de sodium (NaCl) mg/l	412	1521
Sulfates [SO ₄ -2] mg /l	250	1123.53
TA (F°)	≥ 2.5	00
TAC (F°)	≥ 2.5	11.5
Carbonate [CO ₃ -2] mg/l	25	00
Bicarbonate [HCO ₃ -2] mg/l	25	115
Calcium[Ca ²⁺]	100	312.62
Co ₂ libre mg/l	//	00

Résultats : a partir de ce résultats en interprétant l'eau est dure par rapport les normes de l'OMS.

VIII. LA POMPE :

On appelle pompes les machines qui réalisent l'écoulement d'un liquide en utilisant une quantité d'énergie mécanique fournie par un moteur. Cette dépense d'énergie est nécessaire parce que l'écoulement a lieu dans le sens des pressions croissantes, la pompe doit par conséquent vaincre une certaine résistance dont la nature varie suivant l'utilisation de l'appareil. (Voir annexe n° 2)

Les critères qui guident le choix d'une pompe sont les suivants :

- La nature du liquide pompé, viscosité, température, présence de corps solides.
- Le débit et la pression souhaités.
- L'énergie consommée.

Calculs relatifs au choix de la pompe du forage :

Actuellement les groupes électropompes immergés constituent le moyen de pompage le plus économique, le plus simple et le plus sûr pour l'exploitation des forages de nappes souterraines.

VIII.1. Paramètres de choix du groupe électropompe :

Type de puits : c'est un forage de 332m de profondeur avec une chambre de pompage de 13 3/8 de diamètre dont le fond se situe à 242m et chambre de captage de 8 5/8 de profondeur 60m.

- ❖ Niveau statique = 48.43m
- ❖ Niveau dynamique = 58.27m
- ❖ Le réservoir (château d'eau projeté) est situé à 30m d'altitude au niveau de forage
- ❖ Diamètre extérieur de la pompe immergée 8''
- ❖ Tuyauterie de refoulement :
- ❖ Longueur horizontale à la sortie du forage 50m diamètre 200mm en PEHD
- ❖ Tuyauterie de refoulement depuis le groupe électropompe : Longueur verticale par rapport au niveau de forage = 60m diamètre 125mm en ACIER

- ❖ Le besoin (débit pour la zone d'étude Ghamra nord est 47 l/s) la source DRE

VIII.2. Calcul de la hauteur manométrique total (HMT) :

C'est la force qui permet le transport de l'eau dans la tuyauterie et son utilisation au point le plus élevé de l'installation.

$$\text{HMT} = \text{Hr} + \text{J} + \text{Pr}$$

HMT : hauteur manométrique total (mce)

Hr : hauteur de refoulement (m)

J : perte de charge (linaire et singulière)

Pr : pression résiduelle (mce) pression à la sortie du tube de refoulement, égale 1bars=10.33 mce dans les conditions normales de température et de pression.

VIII.3. Estimation de perte de charge H_f :

- ✓ Rugosité $\epsilon = 1\text{mm}$
- ✓ Diamètre intérieur de colonne montante (d) = 114mm
- ✓ Longueur de colonne montante $L = 60\text{m}$
- ✓ Hauteur de château d'eau = 30m
- ✓ Diamètre intérieur de l'adduction 200mm
- ✓ Longueur de l'adduction $L = 50\text{m}$
- ✓ Débit d'eau = 36 l/s

D'après la formule Colebrook WHITE en obtient la perte de charge (linéaire et singulière) $j=0.35\text{m}$

$$J = 0.35 \text{ m} \quad (J = j_l + j_s)$$

j_l : perte de charge linéaire..

j_s : perte de charge singulière.

$$V=1.34\text{ms}$$

$$\text{HMT} = H_r + J + P_r = (60 + 30) + 0.34 + 10.33 = 100.67 \text{ m avec } h = 120 \text{ m}$$

Choix de la pompe de forage dans le catalogue PANELLI, voir (annexe1)

On recherche une pompe capable de débiter 36l/s à 120 m

En obtient la pompe 180 REC130/7 le plus proche qui comporte les caractéristiques suivant :

- Débit = 36 l/s
- Hmt = 120 m
- P_w pompe = 52 kW
- P_w motor = 55 KW
- Armoire = 55 KW (résistance statorique)
- Rendement = 0.75

(Voir l'annexe n° 3, 4, 5 et 6)

X. CONCLUSION :

La réalisation d'un forage est une opération délicate, car la bonne réalisation en adoptant la technique de forage adéquate est en respectant les étapes de réalisation, c'est la clé d'un forage bien conçu et constitue la première étape vers une exploitation et gestion meilleur de cet ouvrage.

En conséquence, la bonne conception d'un forage facilite le suivi et le diagnostic des pannes et dysfonctionnements ultérieurement.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Ce projet a pour objectif de mettre un équilibre et satisfaction en alimentation en eau potable des populations existantes dans un contexte de développement durable.

Vu que les sources principales d'exploitation des eaux dans le sud sont les eaux souterraines, c'est pour ça l'alimentation se fait à partir des forages. Or, la surexploitation de la nappe a un effet important sur l'équilibre besoin-exploitation, donc un calcul précis des besoins en eau est nécessaire pour y maintenir.

Après le calcul de la population alimentée à moyen et à long terme, on a procédé au calcul des besoins en eau pour la zone (GHAMRA Nord) en incluant tous les équipements probable à l'alimentation et aussi tous les secteurs concernés, pour but de synthétiser les différents problèmes confrontés.

Dans cette étude de diagnostique du réseau on a pu trouver que le forage en question est insuffisant pour l'alimentation de la population en étude, donc on propose une autre source additionnelle pour satisfaire les besoins en eau de la zone étudié et les zones en relations.

On a bien détaillé le schéma du forage, en expliquant tous les processus de construction, de l'avant puits jusqu'à les essais de pompage, puis l'exploitation de la source, ainsi un analyse physico-chimique des eaux souterraines a été fait pour l'examen des caractéristiques de l'eau.

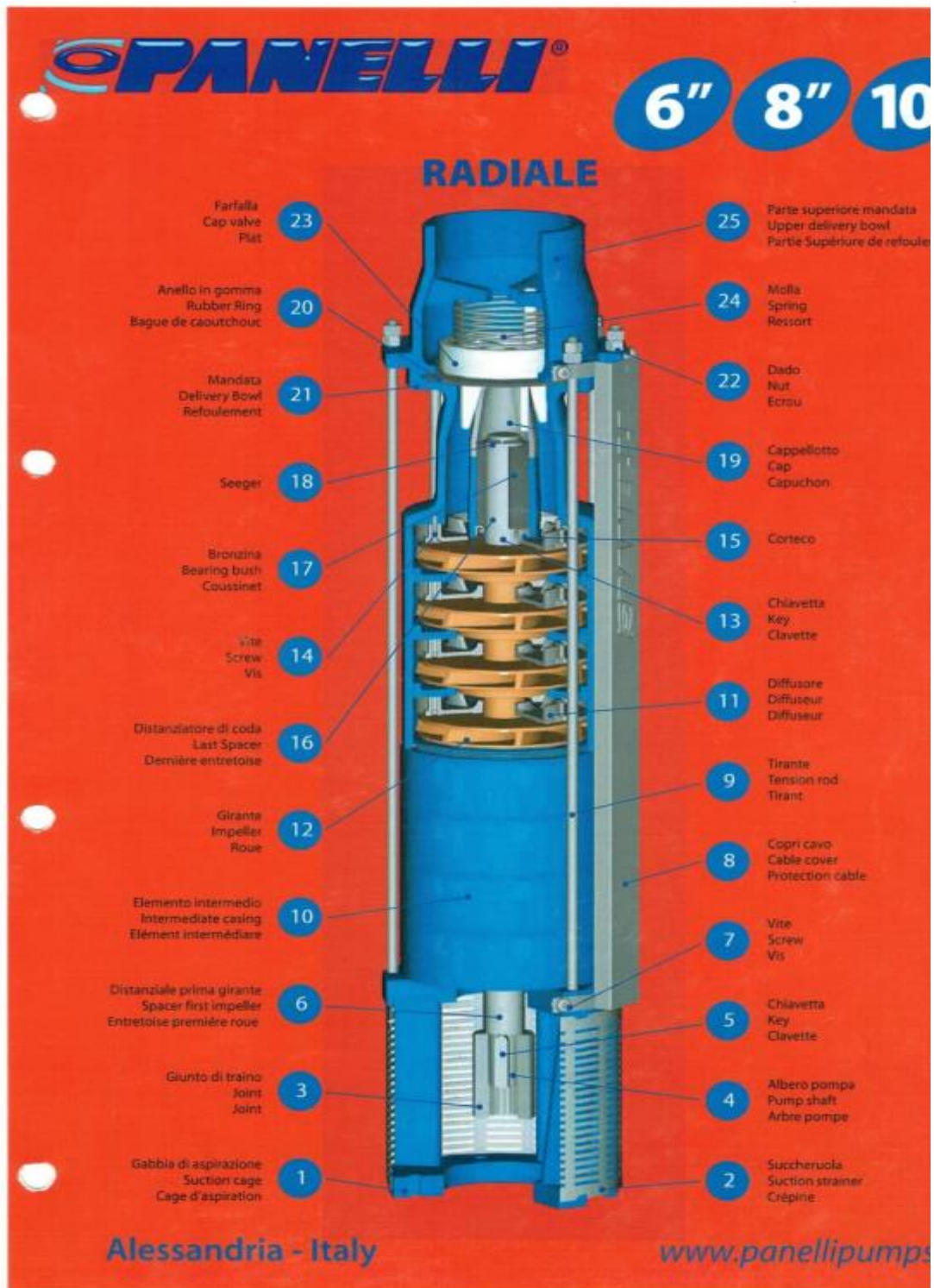
Ce projet a bien limité les problèmes de production et exploitation, la solution qui a été envisagée est de renforcer l'alimentation par un autre forage plus performant que le premier.

BIBLIOGRAPHIE

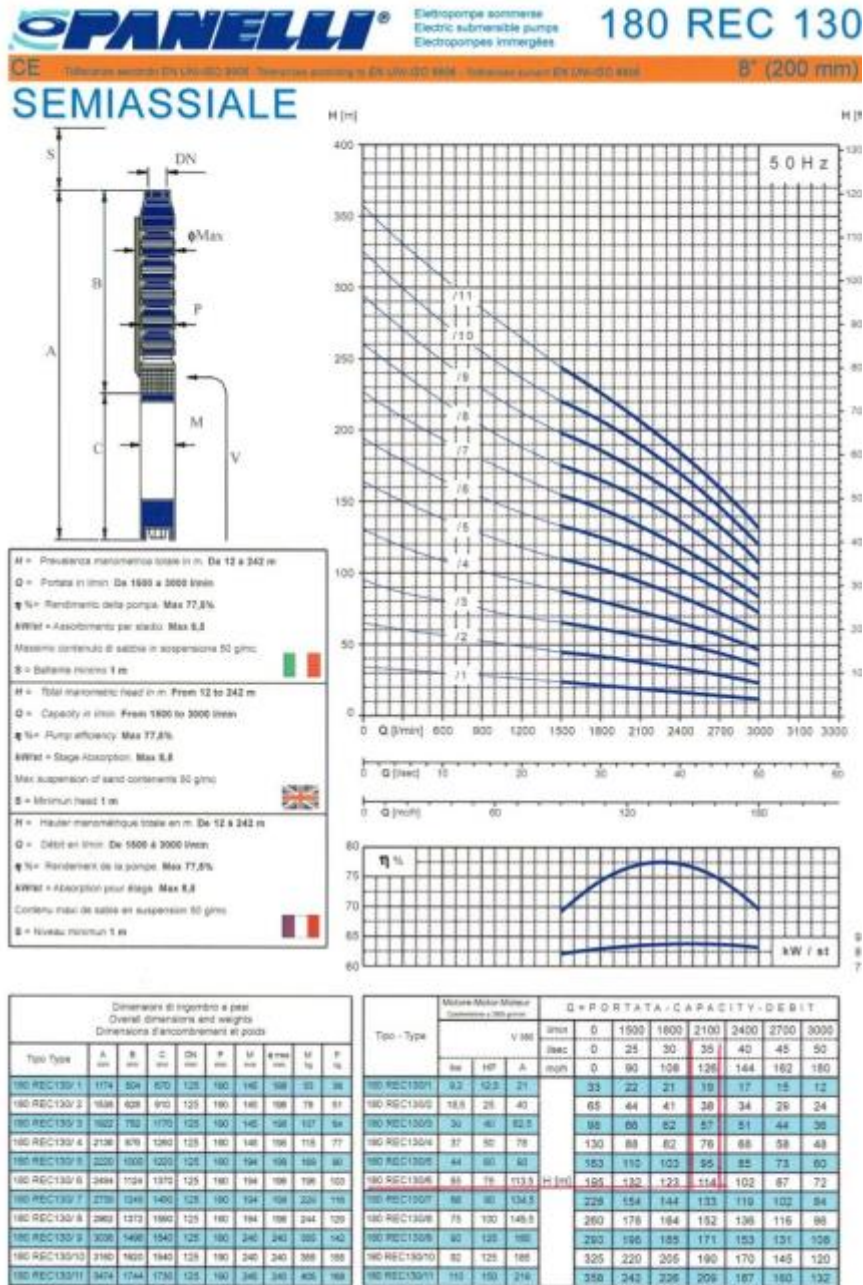
- Hydraulique urbaine par A. DUPONT tome 1 Castany G(1968): Principes et méthodes de l'hydrogéologie Edition Dunod (1982) Université Pierre et marie – curie paris.
- KETTAB. A. Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision (2001) ? École Nationale Polytechnique (ENP) Alger, Laboratoire de Recherche des sciences de l'eau (LRSEAU).
- KHECHANA. S, (2007), Etude de la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée d'Oued-Souf, Mémoire de Magister en hydrogéologie. Université d'Annaba, 133p.
- KHECHANA. S et al, (2010), la gestion intégrée des ressources en eau dans la vallée d'OuedSouf; Enjeux d'adaptation d'une nouvelle stratégie, RSFA, ISSN1112 9867 pp 22-36.
- KHECHANA. S, (2008), ressources en eau et essai de gestion intégrée des ressources en eau dans la vallée d'Oued-Souf; Colloque international Terre et Eau.
- SAHRAOUI. BACHIR, (2016), Diagnostic et réhabilitation D'un forage du complexe Terminal et ses équipements Cas du forage de Guemar Est, Mémoire de Master en Hydraulique. Université El-Oued.
- Hananou ahmed et Kir Soumia, (2020), Contribution a l'étude hydrogeologique et essai de recharge de la nappe phreatique de vallee de Oued souf(zone sud), Mémoire de Master en hydraulique, Université El-Oued.

ANNEXES

ANNEXE N°01 : corps de pompe immergée type panelli



ANNEXE N°02 : courbes des pompes immergées type panelli



ANNEXE N°03 : armoire électrique



ANNEXE N° 04 : schéma électrique d'un armoire type hodna (général électrique)

