

**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 : Génie Civil Et Hydraulique

C:.....

R:.....

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Master 2, Filière: Hydraulique
Spécialité : Ressources Hydriques**

Thème

**Etat Des Lieux De La Gestion Et De L'exploitation
Du Service D'approvisionnement En Eau Potable A
Ouargla**

Présenté par :

❖ BAHOT Mohammed Islam.

Soumis au jury composé de :

| | | | |
|------------------------|------------|--------------------|------------------|
| Derdous Oussama | MCA | UKM.Ouargla | Président |
| Bouamrane Ali | MCA | UKM.Ouargla | Examineur |
| Mansouri Zina | MAA | UKM.Ouargla | Encadreur |

Anne Universities: 2021 / 2022

Dédicaces

*Pour commencer je prends le temps de remercier le bon DIEU de m'avoir
donné la force et le courage pour terminer mes études.*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse,
leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes frères et mes sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur
soutien moral,*

A tous mes amis de la faculté.

Je remercie mes amis intimes et préférer

*A tous mes professeurs à qui je témoigne leur soutien, leur générosité à qui
Je dois un profond respect et ma loyale considération.*

BAHOT Mohammed islam

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions le Dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

*Nous remercions notre encadreur, madame **MENSORI** Pour le soutien tout au long de la préparation de notre projet de fin d'étude.*

Nous remercions également

Les membres des jurys pour l'effort qu'ils feront dans le but d'examiner ce modeste travail.

Ainsi que tout l'ensemble des enseignants et des responsables du département de l'hydraulique qui ont contribué à notre formation.

Sans oublier de remercier nos chers parents, qui ont toujours prié pour nous, qui n'ont pas cessé de nous encourager, de nous soutenir et qui ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui

Et à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

BAHOT Mohammed islam

Sommaire

Chapitre I

| | |
|--|----|
| Introduction General..... | 1 |
| I.1.Introduction | 2 |
| I.2. Situation Géographique De La Région D'Ouargla : | 2 |
| I.2. Géologie Et Topographie De La Région : | 3 |
| I.4. Climat Et Pluviométrie : | 09 |
| I.4.1. Température : | 09 |
| I.4.2. Précipitations : | 10 |
| I.4.3. Vitesse du vent : | 11 |
| I.4.4. L'évaporation : | 12 |
| I.5.Conclusion : | 14 |

Chapitre II

| | |
|--|----|
| II. Introduction : | 15 |
| II.1.Etat Actuel Du Système D'alimentation En Eau Potable En Algerie : | 15 |
| II.2. Usagers D'eau potable : | 20 |
| II. Estimation De La Population L'horizon De 2060 : | 20 |
| II.2.1. Usagers Domestique : | 21 |
| II.2.2. Usagers Commerciaux E Publics : | 24 |
| II.3. Consommations En Eau Potable : | 25 |
| II.3.1.1. Consommations Domesique: | 25 |
| II.3.1 Analyse Des Consommations Facturées : | 25 |
| II.3.1.1 Consommation Domestique : | 25 |
| II.3.1.2. Bilans Des Consommations Facturées En Eau Potable : | 30 |
| 4. Conclusions : | 34 |

Liste Des Figures

Chapitre III

| | |
|--|----|
| III.1. Introduction : | 35 |
| III.2. Présentation Des Critères De Performance Des Réseaux De Distribution : | 35 |
| III.2.1. Système D'eau Potable Et Performance Des Réseaux : | 35 |
| III.2.2. Quelques indicateurs de performance : | 36 |
| III.3. Diagnostic Technique D'un Système D'eau Potable : | 38 |
| III.3.1. Principes Fondamentaux D'un Diagnostic Technique : | 38 |
| III.3.1.2. Utilités Des Indicateurs Techniques : | 39 |
| III.3.2. Approches D'analyse : | 39 |
| III.3.3 Filière De La Ressource En Eau : | 40 |
| III.3.3.1. Analyse Quantitative Et Qualitative De L'état De La Ressource D'eau : | 41 |
| III.3.3.2 Etat Et Fonctionnement Des Equipements : | 43 |
| III.3.3.3 Sécurité Des Installations : | 45 |
| III.3.3.4 Vulnérabilité De La Ressource : | 50 |
| III.3.3.5 Sécurité De L'approvisionnement En Eau | 51 |
| III.3.3.6 Redondance Des Installations De Pompes Et De Gestion | 51 |
| III.3.3.7 Dispositifs anti-intrusions | 52 |
| III.3.3.8 Plans De Secours | 52 |
| III.3.3.9 Vétusté Et Qualité D'entretien Des Equipements | 52 |
| III.3.4. Filière de distribution d'eau potable | 53 |
| III.3.4.1. Etat Général Du Réseau De Distribution | 53 |
| III.3.4.2. Ouvrages Et Equipements De Distribution : | 54 |
| III.4. Conclusions : | 56 |
| Conclusions Général : | 57 |
| Résumer : | 58 |
| Références Bibliographiques : | 60 |

Liste Des Figures

Liste Des Figures

| | |
|--|---------------|
| Figure 01 : Carte de situation géographique de cuvette Ouargla (Bellaoueur, 2008). | Error! |
| Bookmark not defined. | |
| Figure 02 : Carte géologique régionale (OSS, 2003). | 4 |
| Figure 03 : Colonne stratigraphique synthétique du Sahara Nord-est Septentrional (SONATRACH et SCHLUMBERGER, 1990). | 5 |
| Figure 04 : Carte géologique Hydrographique ANRH..... | 6 |
| Figure 05: Histogramme de Température moyenne mensuelle (2010-2020). | 10 |
| Figure 06 : La Courbe de Précipitation moyenne mensuelle (mm) (2010-2020). | 11 |
| Figure 07 : La courbe de la vitesse du vent moyen mensuel (m/s) (2010-2020). | 12 |
| Figure 08 : Courbe d'évaporation en (mm) de la période (2010-2020). | 13 |
| Figure 09: Schémas Du Château D'eau..... | 20 |
| Figure 09: Courbe de la population estimer dans l'horizon de 2060. | 21 |
| Figure 10 : évolutions des abonnés domestiques à Ouargla. | 22 |
| Figure 11 : évolutions des abonnés domestiques à Ruissat. | 22 |
| Figure 12 : évolutions des abonnés domestiques à Ain Baida. | 23 |
| Figure 13 : évolutions des abonnés domestiques à Sidi Khouiled. | 23 |
| Figure 14 : évolutions des abonnés domestiques à H, Ben Abdalah..... | 23 |
| Figure 15 : évolutions des abonnés domestiques à Ngousa. | 24 |
| Figure 16 : la consommation annuelle commerciale, établissements public à Ouargla. | 24 |
| Figure 17 : Prélèvements Annuels globaux en eau potable dans la région de (2020). OUARGLA (de 2020). | 27 |
| Figure 18 : évolutions de la consommation à OUARGLA..... | 28 |
| Figure 19 : évolutions de la consommation de Ruissat. | 28 |
| Figure 20 : évolutions de la consommation à Ain Baida..... | 29 |
| Figure 21 : évolutions de la consommation trimestrielle de Sidi khouiled. | 29 |
| Figure 22 : évolutions de la consommation trimestrielle de H, Ben Abdalah. | 29 |
| Figure 23 : évolutions de la consommation trimestrielle de Ngousa. | 30 |

Lise des tableaux

Liste Des Tableaux

Tableau 01 : Température moyenne mensuelle (C°), période (2010-2020). . **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 02 : Précipitation moyenne mensuelle (°c) période (2010-2020). ... **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 03 : La vitesse du vent moyen mensuel (m/s) (2010-2020).**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 04 : Durée moyenne mensuelle l'évaporation en mm de la période (2010-2020)
ANRH.**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 05 : les réservoirs de stockage dans la cuvette de Ouargla 2020..ADE

Tableau 06 : Prélèvements Annuels globaux en eau potable dans la région de Ouargla (de 2009 à 2020).....**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 07 : Prélèvements Annuels globaux en eau potable dans la région de Ouargla (de 2009 à 2020).....**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 08 : Bilan des consommations facturées de Ouargla ville.....**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 09 : Bilan des consommations facturées de H, Ben Abdala commune.....**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 10 : Bilan des consommations facturées de Sidi khouiled commune.**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 11 : Bilan des consommations facturées de H, Ben Abdala commune.....**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 12 : Bilan des consommations facturées de Ngousa commune. **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 13 : Extrapolation de consommation avec compteurs de l'année 2019.ADE**Error! Bookmark not defined.**

Tableau 14: Extrapolation de consommation avec compteurs de l'année 2020.ADE**Error! Bookmark not defined.**

Lise Des Abréviations

| | |
|----------|--|
| ADE : | Algérienne Des Eaux. |
| AEP : | Alimentation En Eau Potable. |
| AEA : | Alimentation En Eau De L'agriculture. |
| AEI : | Alimentation En Eau Industrielle. |
| ANRH : | Agence National Des Ressources Hydrauliques. |
| EVP : | L'Evaporation. |
| ONS : | Office National Des Statistiques. |
| OMS : | Organisation Mondial De La Santé. |
| OSS : | Office De Service Stratégique. |
| P : | La Pluviométrie. |
| UNESCO : | Organisation Des Nations Unies Pour L'éducation La Science, Culture. |
| CT : | Continental Intercalaire. |
| CI : | Complexe Terminal. |
| V : | Le Vent. |
| T(c) : | La Température. |

Introduction Général

L'eau est une source de vie pour toutes sortes d'êtres vivants, grâce à son importance pour : l'irrigation, l'alimentation en eau potable, les utilisations domestiques et même son utilisation pour les différentes activités industrielles, (FENNICH, 2016)

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine sur lequel les gestionnaires doivent agir pour adapter le service proposé aux attentes des abonnés, de plus en plus inquiets et exigeants, et aux contraintes réglementaires, de plus en plus fortes. (MASMOUDI, 2009)

Avant l'installation des réseaux, les personnes les plus démunies ne payaient pas l'eau car elles n'avaient pas les moyens de recourir aux fontaines marchandes et encore moins aux porteurs. De nombreuses villes disposaient de fontaines publiques gratuites et certains puits n'étaient pas non plus payants. Les populations pauvres parcouraient de grandes distances à pieds pour aller puiser de l'eau gratuitement à la rivière ou dans des ressources voisines, dont la qualité, en milieu urbain, était souvent très médiocre (LORAIN, 1996). En Algérie, l'eau est une ressource rare, fragile et inégalement répartie sur le territoire. La demande en eau est continuellement en augmentation et l'utilisation des eaux de surface s'avère une nécessité incontournable, Des pénuries d'eau conjoncturelles ou structurelles sont constatées. En plus des tensions liées à la ressource en eau, s'ajoutent la dégradation de l'écosystème et de la biodiversité causée par l'intervention anthropique amplifiée par les déficits hydriques. (BELHADJ, 2017)

La plupart de ressources en eau de la région de Ouargla qui destinées à l'AEP (Alimentation en Eau Potable), AEA (Alimentation en Eau Agriculture), AEI (Alimentation en eau industriel), ils se alimentée par la nappe aquifère. Dans le même ordre d'idées, nous devons améliorer la gestion de l'exploitation de cette précieuse ressource.

Enfin, le but que je recherche dans cette étude est d'encadrer la gestion et la distribution de EP (Eau Potable) aux déférentes catégories qui sont alimentés en eau potable pour le développent économique et social avec ce service public au citoyen, encore réaliser une étude complet et équilibrée du système hydraulique a l'état actuelle.

1. Introduction :

La région de Ouargla se situe à 800 Km au Sud-est de la capital Alger, elle fait partie du Sahara algérien qui se caractérise par sa richesse naturelle.

Ces ressources sont usitées pour divers besoins en eau potable. 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.

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 Cuche, 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), le complexe Terminal (CT) est le plus exploité dans la région de Ouargla.

Il est caractérisé par des eaux fortement minéralisées et d'une salinité excessive.

2. Situation Géographique De La Région D'Ouargla :

La ville de Ouargla se situe dans une dépression (cuvette), elle inclut les agglomérations de Ouargla, Ngoussa, 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 ;

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.

I.2. Géologie Et Topographie De La Région :

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

La hamada (plateau où affleurent de grandes dalles rocheuses) Mio-pliocène, plioquaternaire : formation continentale détritique qui forme des plateaux dans 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 myaa selon un axe Sud-ouest / Nord-est.

Les sebkhas : ceux sont des dépressions qui servent d'exutoire de la nappe phréatique.

La plus grande est la Sebkhia Safioune à l'extrémité nord, c'est aussi le point le plus bas de la région.

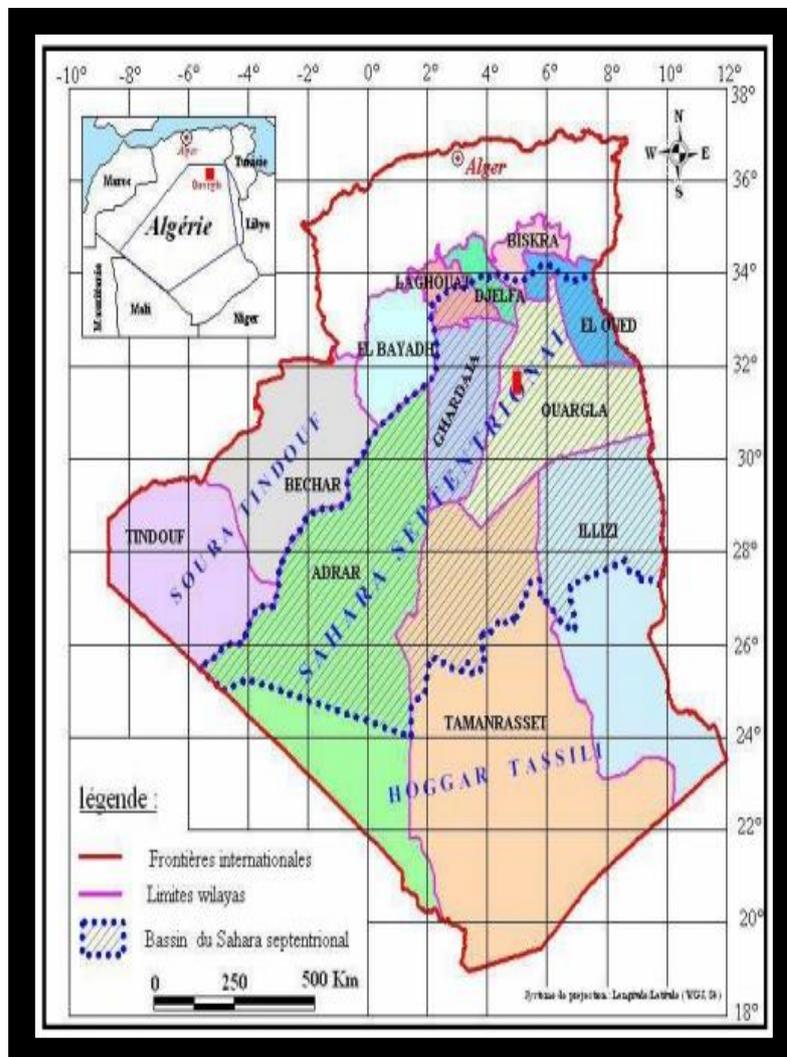


Figure 1 : Carte de situation géographique de cuvette Ouargla (Bellaoueur, 2008).

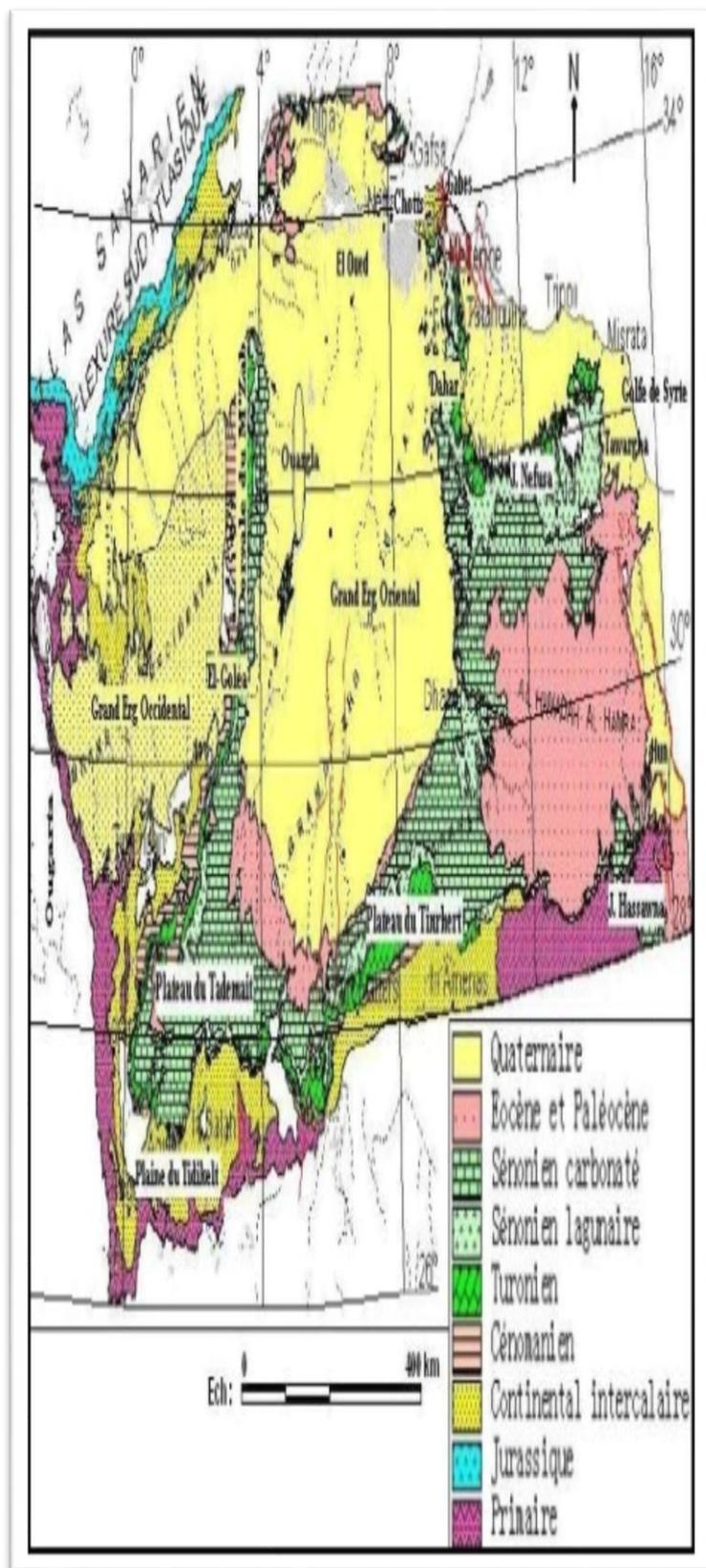


Figure 2 : Carte géologique régionale (OSS, 2003).

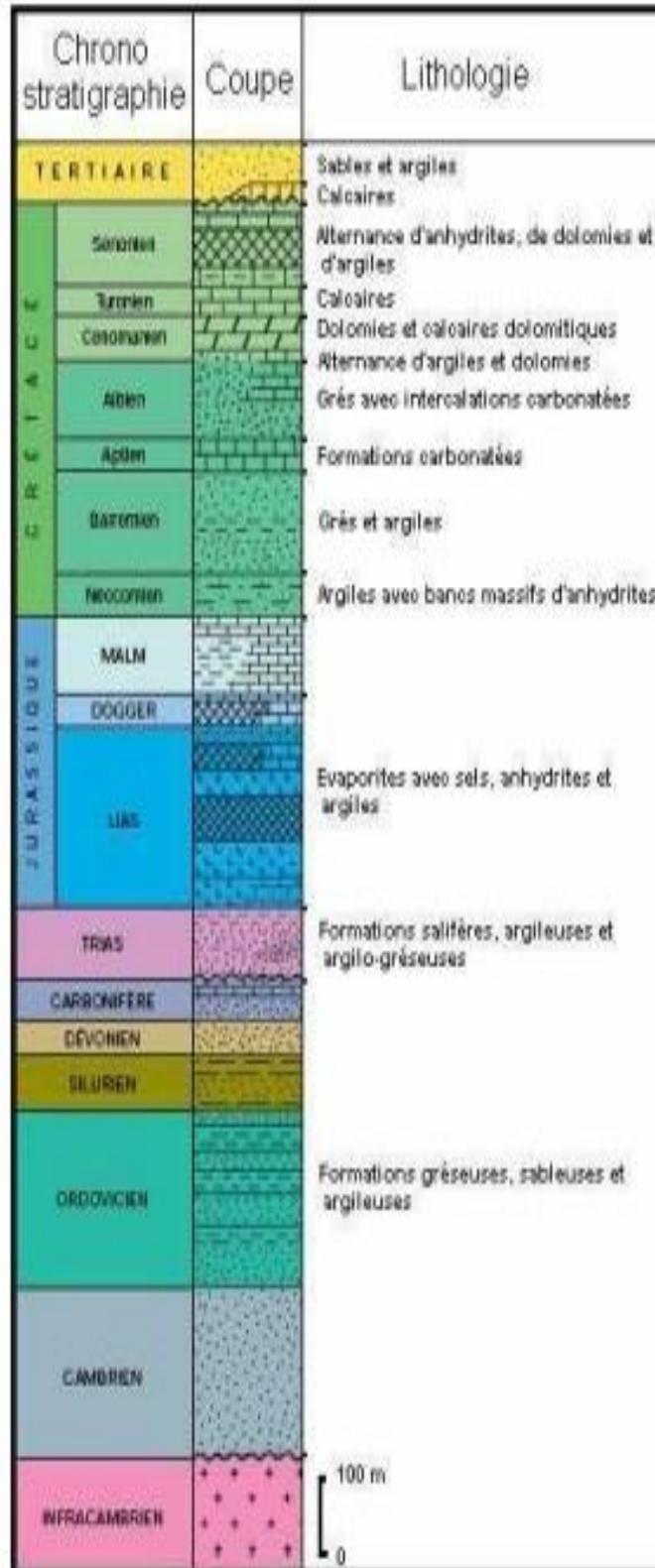


Figure 03 : Colonne stratigraphique synthétique du Sahara Nord-est Septentrional (SONATRACH et SCHLUMBERGER, 1990).

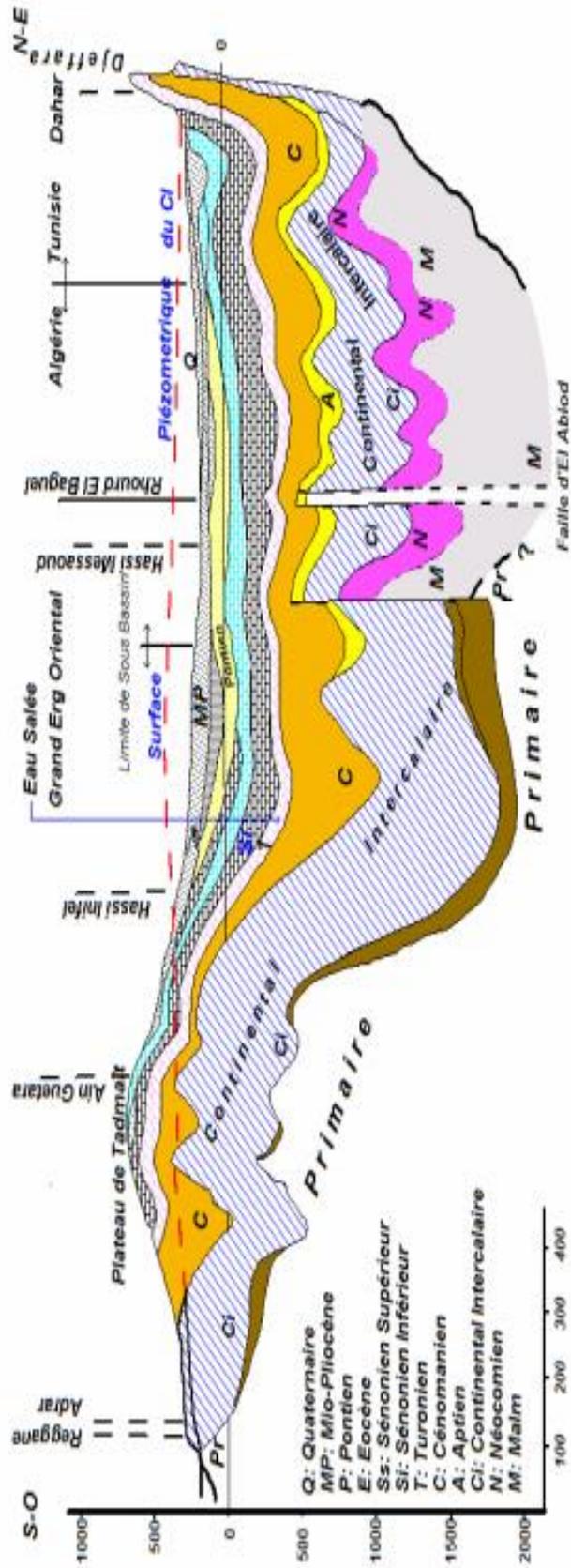


Figure 04 : Carte géologique Hydrographique ANRH.

Explications Des Termes Géologiques :

Le Trias: Busson (1972) souligne la grande variabilité de faciès et d'épaisseur du Trias. Il est divisé en grandes unités lithologiques distinctes qui peuvent être: salifères, argilo-gréseuses ou carbonatées.

L'épaisseur de ces différentes formations varie principalement là où s'intercalent des bancs salifères. L'épaisseur du Trias argilo-gréseux inférieur augmente vers le Nord-Ouest (150-180 m).

Le Jurassique: Le Jurassique inférieur (Lias et Dogger) comprend principalement des couches évaporé-tiques constituées essentiellement de sel, d'anhydrite et d'argile auxquelles se superposent des couches franchement marines et qui se présentent sous forme de calcaires et d'argiles avec des bancs d'anhydrite.

Par contre, le Jurassique moyen est caractérisé par une transgression couvrant tout le bassin du Grand Erg Oriental et les dépôts y sont épais.

Le Jurassique supérieur (MALM) est caractérisé par une permanence relative du régime marin avec des sédiments de milieux confinés.

Dans la partie occidentale du bassin, le régime marin accuse une certaine régression à l'image de ce qui se passe plus à l'Ouest et vers le Sud.

Le Crétacé: L'étude des données des sondages qu'a effectué Busson (1972) a permis de préciser la succession lithologique au cours du Crétacé.

Il est constitué par des couches terrigènes Fulvio-deltaïques qui sont en contraste lithologique et sédimentaire avec les formations marines du Jurassique supérieur. Il comprend, en partant des formations les plus anciennes.

Le Néocomien: comprend dans le bas Sahara des argiles vertes et rouges avec de l'anhydrite en bancs massifs plus fréquents à la base.

Elles sont surmontées par une alternance de dolomies et d'argiles.

Le Barrémien: caractérisé par un épandage généralisé des formations détritiques du Crétacé inférieur jusque dans le bas Sahara.

Ces formations se présentent sous forme des grès fins ou grossiers et d'argiles provenant apparemment du Sud (Hoggar).

Les intercalations carbonatées sont peu nombreuses et cantonnées au Nord-est du Sahara algérien.

L'Aptien: c'est un bon repère lithologique dans les sondages.

Il est représenté dans la grande partie du bas Sahara, par 20 / 30 mètre en moyenne, de dolomies alternant avec des lits d'anhydrite, d'argiles et de lignites (sédimentation lagunaire).

L'Albien: il est caractérisé par un remarquable retour de la sédimentation terrigène.

Cet étage regroupe la masse des sables et argiles comprise entre la barre aptienne et l'horizon argileux sus-jacent attribué au Cénomaniens.

On remarque que le changement de régime sédimentaire et l'arrivée en masse des sédiments détritiques s'est produit entre le Néocomien et le Barrémien et au cours de l'Albien, (Fabre, 1976).

Le Cénomaniens: il est formé par une alternance de bancs de dolomies, de calcaires dolomitiques, d'argiles et évaporites (anhydrite ou sel), son faciès varie:

Au Sud de Ouargla, les argiles et les évaporites dominant.

Au Nord, au contraire, les bancs de calcaire et de dolomies sont majoritaires.

De plus, l'épaisseur augmente du Sud vers le Nord (de 50 m dans le Tademaït à 350 m dans le bas Sahara).

La présence de nombreux banc d'évaporites et d'argiles rendent le Cénomaniens imperméable (Bel et Cuche, 1969), le Cénomaniens inférieur à moyen est argileux dans le Tinrhert et le bas Sahara, le Cénomaniens supérieur y est calcaire, (Busson, 1972).

Le Turonien: Il se présente sous trois faciès différents, du Sud au Nord:

Au Sud du parallèle d'El Goléa, il est calcaro-marneux, Entre El Goléa et Djamaa, il est essentiellement calcaire, Au Nord de Djamaâ, il est à nouveau calcaro-marneux. Son épaisseur moyenne varie entre 50 à 100 m.

Elle augmente cependant dans la région des chotts où elle dépasse les 300 m (Bel et Cuche, 1969).

Le Trias: Busson (1972) souligne la grande variabilité de faciès et d'épaisseur du Trias. Il est divisé en grandes unités lithologiques distinctes qui peuvent être: salifères, argilo-gréseuses ou carbonatées, l'épaisseur de ces différentes formations varie principalement là où s'intercalent des bancs salifères, l'épaisseur du Trias argilo-gréseux inférieur augmente vers le Nord-Ouest (150-180 m).

Le Néocomien: comprend dans le bas Sahara des argiles vertes et rouges avec de l'anhydrite en bancs massifs plus fréquents à la base.

Elles sont surmontées par une alternance de dolomies et d'argiles.

Le Barrémien: caractérisé par un épandage généralisé des formations détritiques du Crétacé inférieur jusque dans le bas Sahara, ces formations se présentent sous forme des grés fins ou grossiers et d'argiles provenant apparemment du Sud (Hoggar).

Les intercalations carbonatées sont peu nombreuses et cantonnées au Nord-est du Sahara algérien.

I.4. Climat Et Pluviométrie :

I.4.1. Température :

Les températures moyennes mensuelles (°C) de la période (2010-2020) 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 36.6°C et celle du mois le plus froid (Janvier) d'ordre 11.9°C.

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle (C°), période (2010-2020).

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Fév. | Mar | Avr. | Mai | Joi | Jiu | Aot |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Température (C°) | 31,1 | 24,3 | 17,1 | 12,9 | 11,9 | 13,9 | 18,3 | 23,8 | 28,3 | 33,4 | 36,6 | 35,4 |

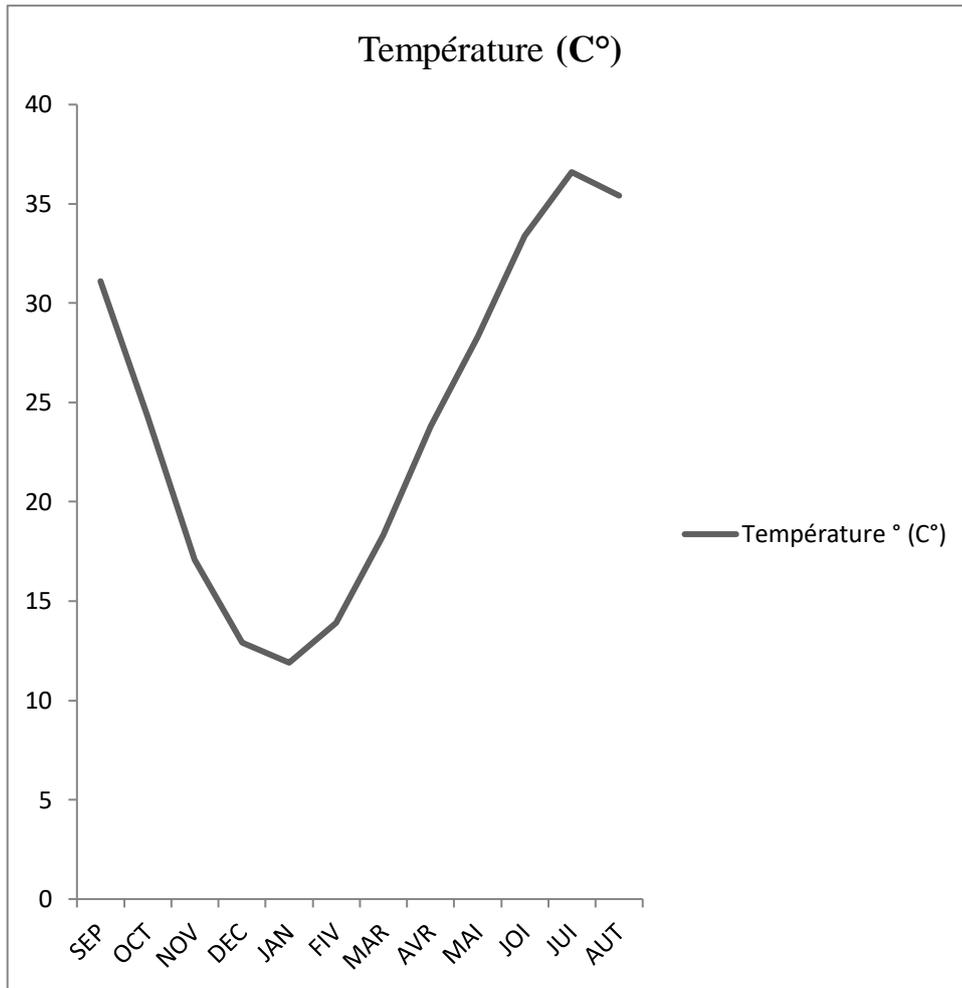


Figure 5: Histogramme de Température moyenne mensuelle (2010-2020).

I.4.2. Précipitations :

Les précipitations moyennes annuelles de la période (2010-2020) ont de l'ordre de 29.5 mm, janvier est le mois le plus pluvieux avec 0.40 mm, juillet sont les plus secs avec 0,20 millimètre.

Tableau 2 : Précipitation moyenne mensuelle (°c) période (2010-2020).

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Fév. | Mar | Avr. | Mai | Joi | Jui | Aot |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Précipitation (mm) | 4,6 | 3,6 | 2,5 | 3,6 | 1,8 | 2,7 | 5,4 | 1,6 | 2,6 | 0,6 | 0,3 | 0,2 |

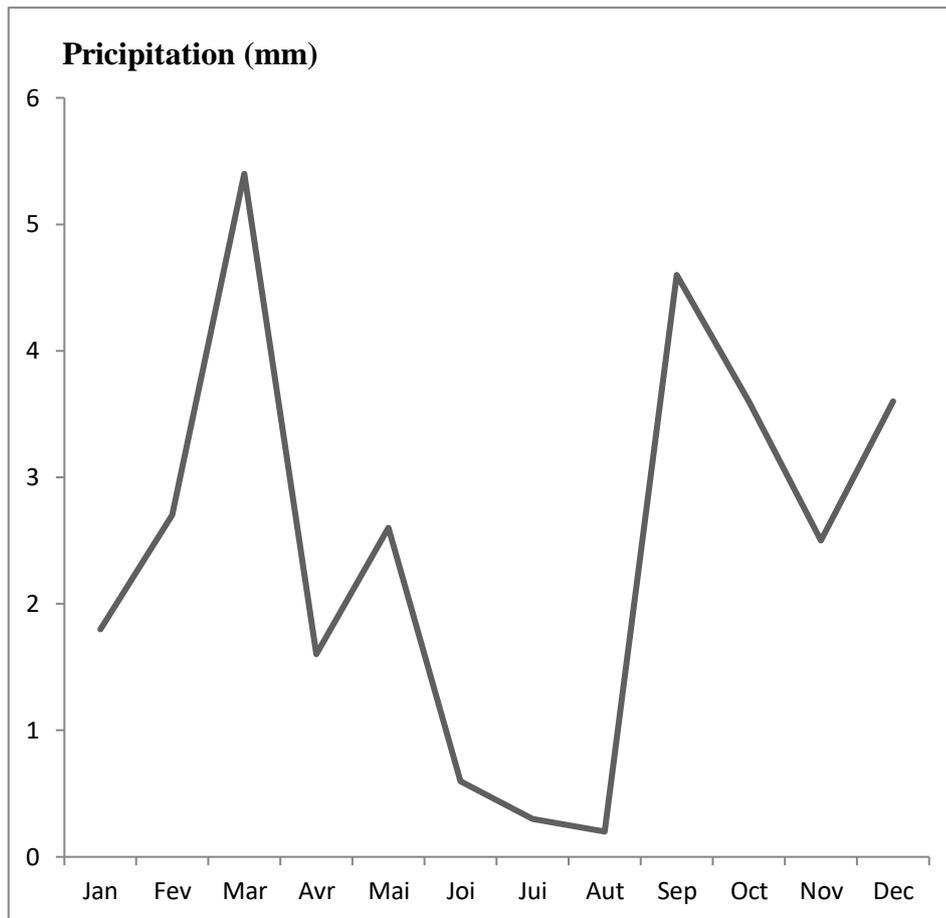


Figure 6 : La Courbe de Précipitation moyenne mensuelle (mm) (2010-2020).

I.4.3. Vitesse du vent :

Dans la région de Ouargla les Vents soufflent du Nord-est et du Sud-ouest, les vents les plus fréquents en hiver sont les vents de 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 fortes sur toute la période estivale (Avril) avec un maximum entre le mois d'Avril, Mai et juin.

Tableau 3 : La vitesse du vent moyen mensuel (m/s) (2010-2020).

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Fév. | Mar | Avr. | Mai | Joi | Jui | Aot |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|
| Le Vente (m/s) | 12,6 | 8,7 | 7,8 | 7,1 | 9,7 | 11,4 | 16,3 | 17,6 | 18,6 | 18 | 12 | 13,7 |

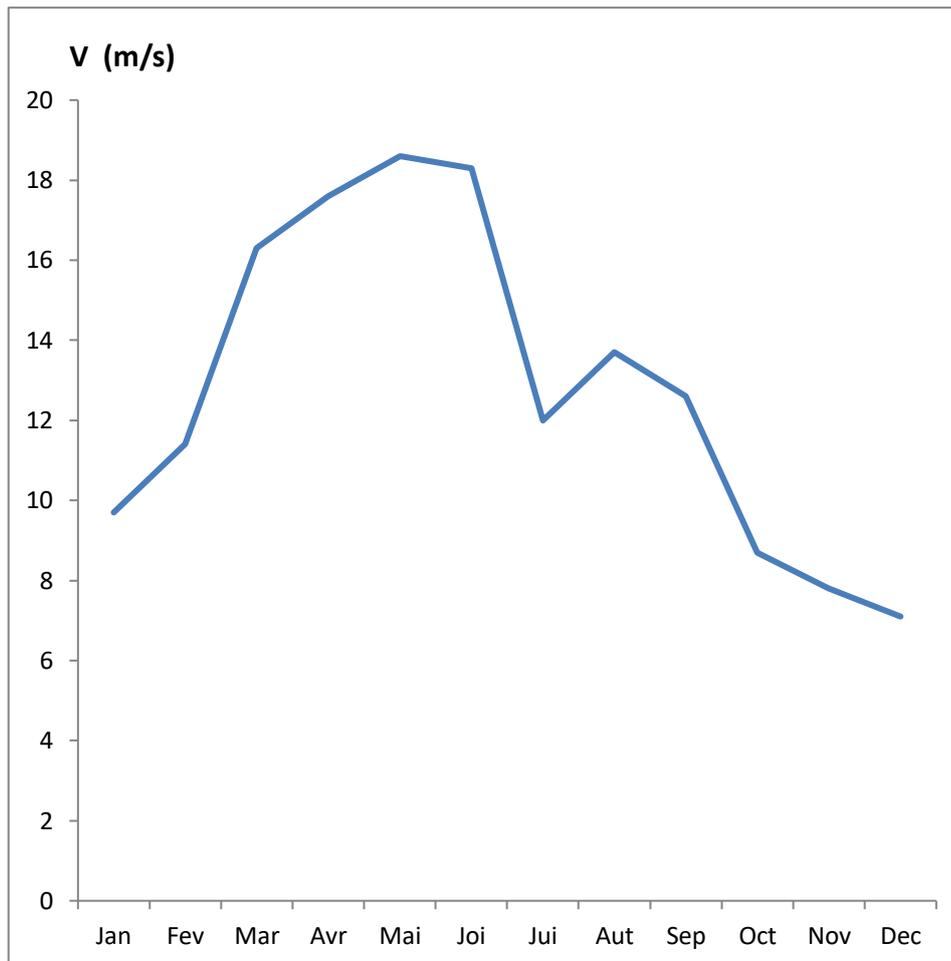


Figure 7 : La courbe de la vitesse du vent moyen mensuel (m/s) (2010-2020).

I.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.

Chapitre I Données Générale Sur La Cuvette De Ouargla

Tableau 4 : Durée moyenne mensuelle l'évaporation en mm de la période (2010-2020)

ANRH.

| Mois | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Fév. | Mar | Avr. | Mai | Joi | Jui | Aut |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Evaporation (mm) | 281 | 194 | 113 | 92 | 84 | 110 | 175 | 245 | 302 | 366 | 419 | 374 |

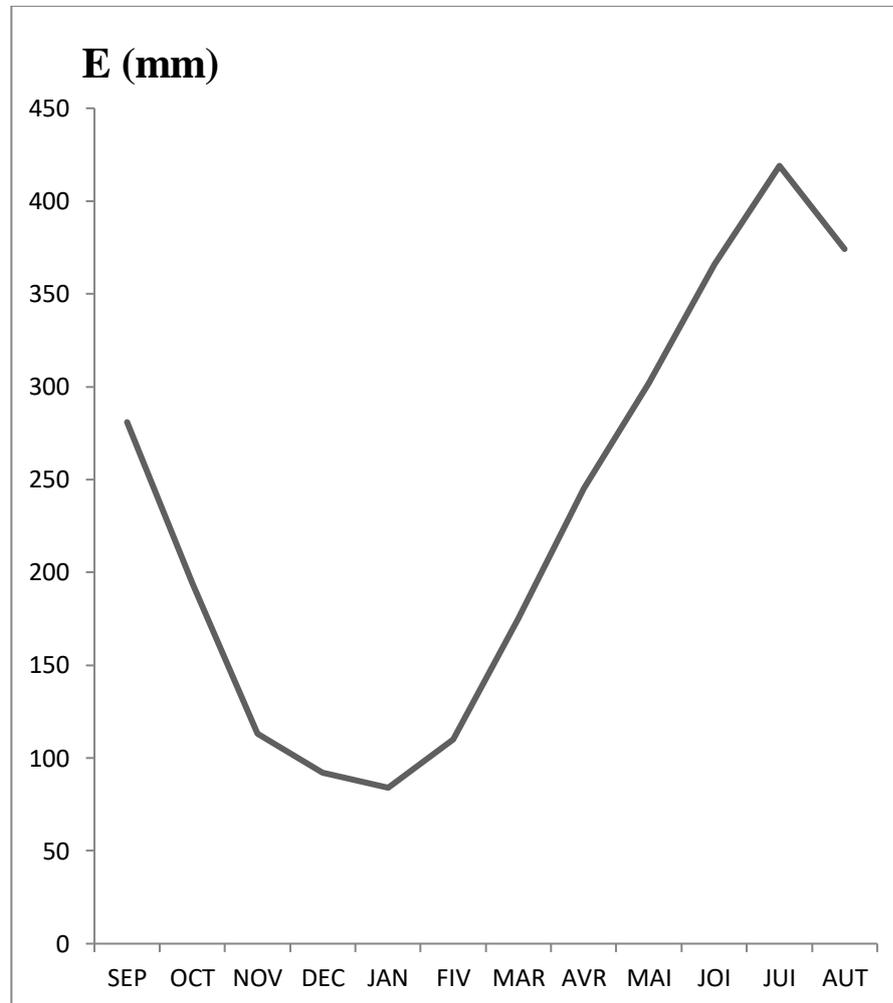


Figure 8 : Courbe d'évaporation en (mm) de la période (2010-2020).

I.5. Conclusion :

Dans ce chapitre j'ai expliqué la situation géographique de la région de Ouargla qui représenté la zone d'étude, elle situer à 800km au sud-est par rapport au capitale Alger les cordonnées sont les suivantes :

X : 710 000 ;

Y : 3 530 000 ;

X : 730 000 ;

Y : 3 600 000.

La superficie : 95 000 (hectare).

Ensuite, déduire les éléments géomorphologiques est les déférent couches géologiques de la zone, en autre étape, les statistiques climatiques pour la période de 2010 à 2020, ils présentées sous forme des courbe graphique a partir des basse des données statistiques de ANRH en 2020.

II. Introduction :

L'homme connaitre l'eau depuis l'antiquité et l'a découverte et exploitée en fonction de la nature de son activité à ces besoins quotidien dans les diverses activités qu'il exerce telles que boire, se laver et nettoyer, en même temps ils utilisent l'eau dans d'autres activités elles que l'agriculture, l'industrie et le tourisme.

Au 19^{ème} siècle, une époque d'ouverture au développement technologique et économique, une ville, pour devenir un terrain propice à la 'révolution industrielle' doit par conséquent se donner les moyens d'assurer l'approvisionnement en eau de nombreux points de consommation notamment constitués par les industries naissantes.

Ensuite, le raccordement des habitations aux réseaux d'eau potable voit donc la fin d'un grand nombre de contraintes de quantité.

La pression dans le réseau d'eau est un premier facteur d'augmentation des volumes d'eau disponibles.

Mais c'est surtout le changement des équipements consommateurs d'eau dans les habitations qui marquera le début. La consommation de grandes quantités d'eau devient un jeu d'enfant.

II.1. Etat Actuel Du Système D'alimentation En Eau Potable En Algérie:**A. Ressources En Eau Potable En Algérie:**

Le territoire algérien couvre une superficie de près de 2,4 millions de km², mais 90% de cette étendue correspondent à un désert où les précipitations sont quasi-nulles. Dans cette partie du territoire, les ressources en eau superficielles sont très faibles et limitées essentiellement à la partie du flanc septentrional de l'Atlas ;

Les ressources souterraines y sont par contre abondantes mais sont très faiblement renouvelables (nappes du Sahara septentrional).

Le potentiel des ressources en eau renouvelables est localisé dans le Nord de l'Algérie qui englobe les bassins tributaires de la Méditerranée et les bassins fermés des Hauts Plateaux.

La pluviométrie varie de 200 mm par an sur les Hauts Plateaux steppiques à 1600 mm par an sur les reliefs de l'Atlas Tellien en bordure de la Méditerranée.

En plus de cette variation Nord-Sud, on note également une augmentation de ces précipitations d'Ouest en Est.

Les potentialités en eau du pays sont estimées à un peu moins de 20 milliards de mètres cubes, dont 75% seulement sont renouvelables (60% pour les eaux de surface et 15% pour les eaux souterraines) (Conseil National Economique et Social, 2004).

Les ressources non renouvelables concernent les nappes du Sahara septentrional qui seraient exploitées comme un gisement et qui se traduit donc par un abatement continu du niveau de ces nappes.

Les ressources en eau dépendent du climat qui dans le cas de l'Algérie est aride à semi-aride.

Elles sont donc peu abondantes et correspondent globalement à 12.4 milliards de mètres cubes pour les eaux de surface et 2.8 milliards de mètres cubes.

Les ressources en eau superficielles décroissent du Nord au Sud, au fur et à mesure que croissent les ressources en eau souterraine (Conseil National Economique et Social, 2004).

Dans le Sud, quelques nappes phréatiques, souvent saumâtres, existent dans les lits d'oueds tels que les oueds Righ, M'zab et Saoura, mais l'essentiel du potentiel en eau se trouve dans les nappes du Sahara septentrional qui ont fait l'objet d'études en 1969-1971, (ERES UNESCO) et en 1981-1985 (ANRH, Projet RAB PNUD).

Le renouvellement de ces nappes fossiles ou semi-fossiles n'est assuré qu'à hauteur de 800 millions de mètres cubes environ.

Selon les dernières études citées ci-dessus, l'exploitation de ces nappes pourrait être portée à cinq milliards de m³ /an dont 56 % pour le continental intercalaire et 44 % pour le complexe terminal ainsi que l'indique le tableau ci-dessous:

Tableau 05 : Prélèvements possibles des eaux souterraines en région arides Algériennes

(DGAIH, ANRH, Groupement Beture et Carl Salzgitter, 1997)

| Wilaya | Prélèvements possibles (Hm ³ /an) | | |
|---------------|--|-------------------|---------------|
| | Continental intercalaire | Complexe Terminal | Totaux |
| Biskra | 24,6 | 9,3 | 33,9 |
| El Oued | 310,5 | 713,9 | 1024,4 |
| Ouargla | 507,0 | 1446,2 | 1953,2 |
| Ghardaia | 559,9 | - | 559,9 |
| Adrar | 1180,1 | - | 1180,1 |
| Tamanrasset | 184,8 | - | 184,8 |
| Totaux | 2766,9 | 2169,4 | 4936,3 |

B. Adduction D'eau Potable :

D'abord, l'adduction de l'eau potable c'est une opération très important, il alimente les réservoirs de stockage est les châteaux d'eau, il transférer l'eau, il dévie l'eau potable présente dans les puits a une certaine profondeur sous le niveau du sol vers les réservoirs de stockage qui situes en surface a l'aide de la pompe d'eau, cette derniere fonctionne au moyen d'un moteur électrique ,moteur thermique, ce dernier fournissant a la pompe l'énergie nécessaire.

Ensuite, le système d'adduction d'eau potable est complexe, pour sa mise en œuvre, il doit passer par la phase d'étude sous tous ses aspects technique, économique et juridique.

Quant aux prises d'eau, elles différent selon le lieu et la source de la bonne eau, dont certaines sont superficielles, comme les barrage et les plans d'eau, il y a ce qui est souterrain, par exemple les nappes phréatiques.

Par conséquent, la méthode et la technologie pour exploiter ces ressources et les transféras par des carneaux vers des réservoirs différent, après quoi elles seront distribuées de ces ressources. (Masmoudi, 2009).

c) Réservoirs De Stockages**•Château D'eau**

Le château d'eau, construction généralement impressionnante, a pour mission de stocker l'eau, c'est un élément très important du réseau de distribution. Lien indispensable entre le débit demandé par les abonnés et le débit fourni par la station de pompage.

Le château d'eau remplit une double fonction, le pompage et la distribution. L'eau est pompée des nappes phréatiques ou des stations de traitements par un gros moteur via un large tuyau. Cette eau aspirée remplit constamment le réservoir situé en hauteur (colline naturelle ou artificielle ou pas). Le château d'eau étant en hauteur, la pression de sortie de l'eau est constante et, selon le principe des vases communicants, alimente par des tuyaux plus fins, les différentes maisons de la région.

Tableau 06 les réservoirs de stockage dans la cuvette de Ouargla 2020..ADE

| Communes | Population total | Réservoirs de stockage |
|-------------------|------------------|------------------------|
| OUARGLA | 155601 | 21 |
| RUISSAT | 73647 | 5 |
| AIN BEIDA | 25095 | 1 |
| SIDI KHWOUILED | 16088 | 3 |
| H.BEN ABDALAH | 6652 | 2 |
| NGOUSA | 20613 | 6 |

▪Avantages du château d'eau**•Remplissage des cuves :**

Les pompes d'alimentation fonctionnent à pression et à débit constants, donc avec un bon rendement. La consommation en énergie est donc faible mais trop importante pour envisager une alimentation par une production d'électricité locale. Lorsque la capacité du château d'eau est assez importante, les pompes peuvent fonctionner uniquement en tarification "heures creuses".

Alimentations des usagers :

Quand on a une hauteur très importante qui permettra de donner une pression convenable (par exemple : pour un château d'eau de plus de 30 m de hauteur, elle provoque une pression de 3 bars minimum en entrée du réseau soit 1 bar pour 10m de hauteur) il n'est donc pas nécessaire de disposer de pompe de surpression pour la distribution, la gravité suffisante.

Le Plan Fiabilité

Le château d'eau apporte au réseau de distribution une grande sécurité, car il contient en général la consommation d'une journée moyenne. Il permet le maintien de la pression sur le réseau de distribution, tout en autorisant les interventions techniques sur la partie amont du réservoir. On a donc une bonne fiabilité.

Plan Coût De Fonctionnement :

Le coût d'entretien d'un réservoir est faible, qu'il soit au sol ou surélevé. C'est le coût des équipements électromécaniques qui est toujours prépondérant. Mais ce qui va éléments du château d'eau 19 l'installation de surpression, car elle est complexe d'installation et doit gérer plusieurs pompes de débits différents. Elle doit aussi disposer d'une alimentation énergétique de secours. Le système de pompage d'un château d'eau est simple et donc peu coûteux en maintenance et en entretien.

Les Eléments Du Château D'eau :

Il constitue essentiellement des éléments dans la figure suivants :

Les Eléments Du Château D'eau :

- ✓ Conduite de trop-plein.
- ✓ Conduite de distribution.
- ✓ Conduite de vidange.
- ✓ Conduite de by-pass.
- ✓ Conduite d'alimentation.

Il constitue essentiellement des éléments dans la figure suivants :

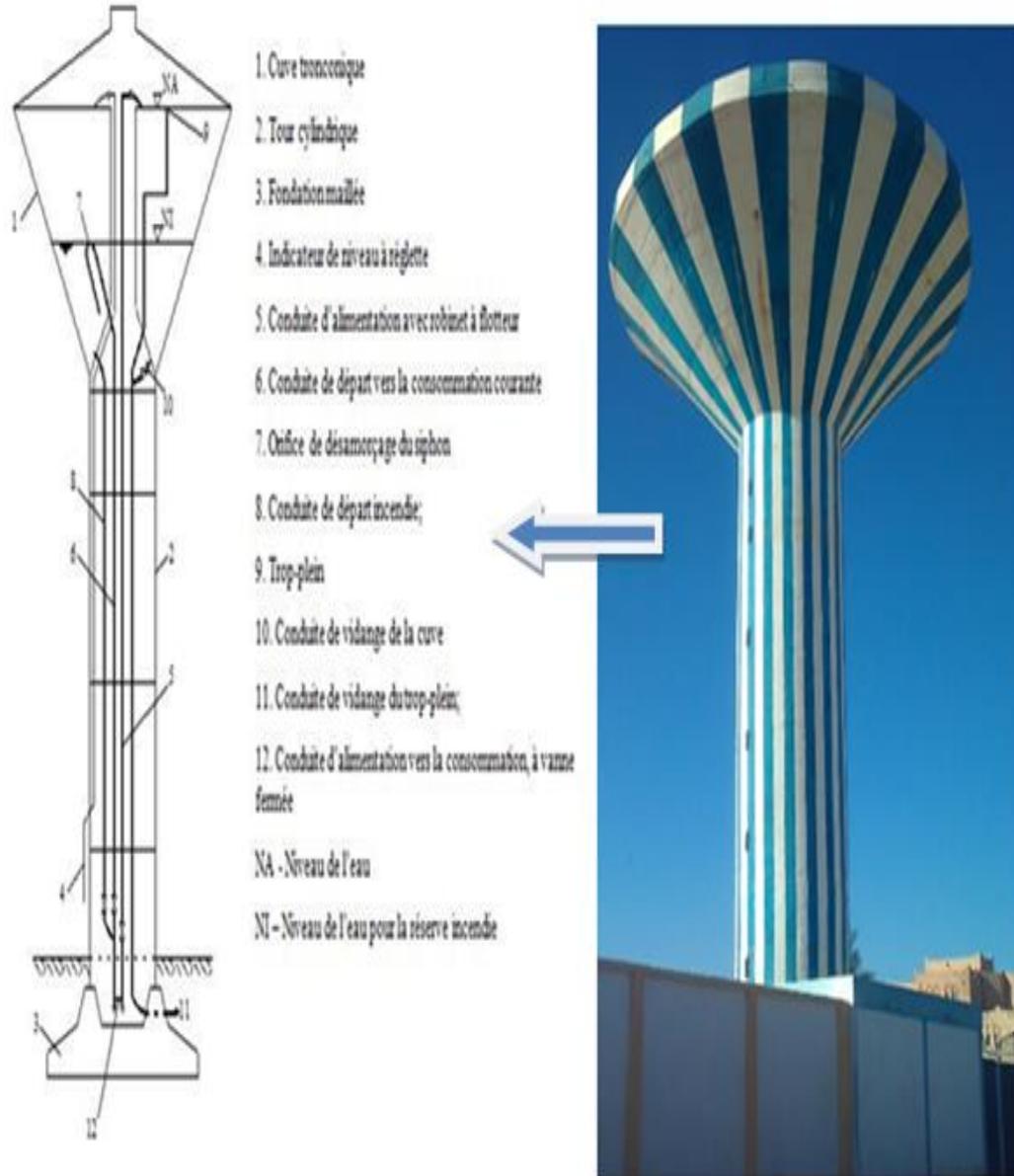


Figure 09 : Schémas détaillé et photo réelle du château d'eau.

II.2. Usagers D'eau Potable :

Les usagers de l'eau qui demande une eau potable sont les usagers domestiques, ils demandent certaines qualités est certaines quantité quotidien dans les normes Algériennes.

Estimation De La Population L'horizon De 2060 :

D'abord l'estimation de la population dans les six commune d'étude qui situer dans la ville de Ouargla, à partir des données brute de la population est le taux d'augmentation qui on été obtenue par ONS (Organisation National Des Statistiques).

Ensuite on utilise la relation d'estimation de la population pour estimer le nombre des résidents de l'horizonne de l'années 2060.

Enfin j'ai obtenue et présentés les résultats dans la figure suivante, il explique l'augmentation remarquable de la population dans la zone d'étude.

La Relation D'estimation Appliquée :

$$P_u = P_0 + (1 + T)^n$$

- ❖ P_n : Population estimé ;
- ❖ P_u : *population initial* ;
- ❖ n : nombre des années ;
- ❖ T: *le taux d'augmentation*.

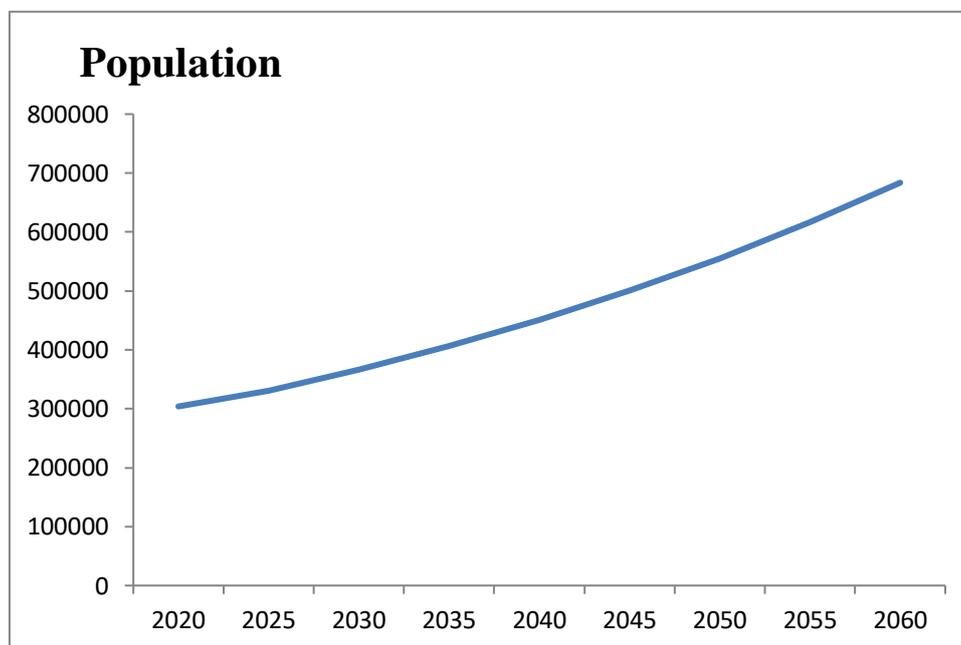


Figure 09: Courbe de la population estimer dans l'horizon de 2060.

II.2.1. Usagers Domestique :

Le nombre d'abonnés dans les six communes principales de la cuvette de Ouargla de 210 950 abonnés domestiques au cours de l'année 2020.

Il constaté que la plupart des abonnés domestiques ne sont pas dotés de compteurs et que leurs consommations en eau sont évaluées forfaitairement par l'exploitant.

Les résultats de la recherche est monté que le taux d'utilisation du comptage dans l'ensemble des commune concernées est relativement faible et que le problème de renouvellement du parc de compteurs est sérieusement posé.

On considère que le manque de comptage dans la plupart des habitations est du principalement à l'incapacité financière de l'exploitant (entreprise publique) de généraliser l'utilisation de cet instrument de mesure.

OUARGLA

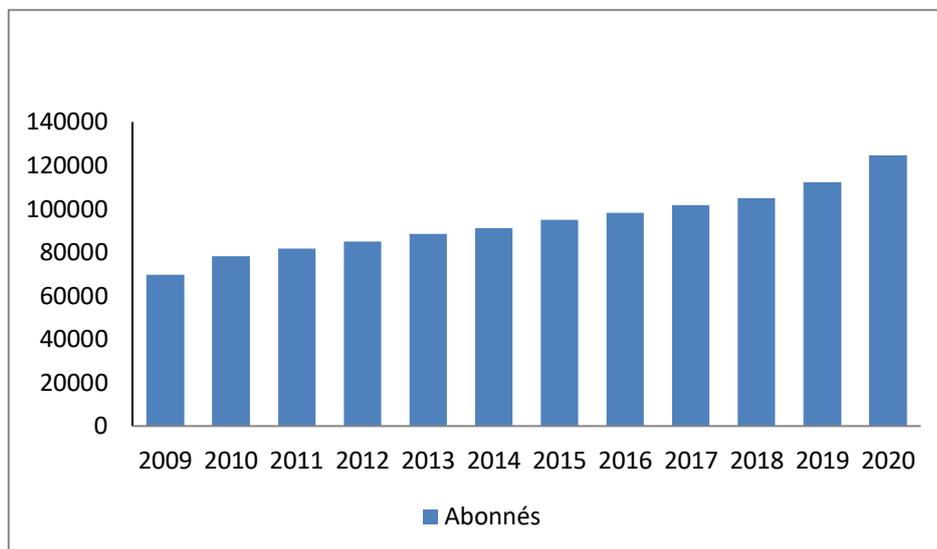


Figure 10 : évolutions des abonnés domestiques à Ouargla.

Ruissat

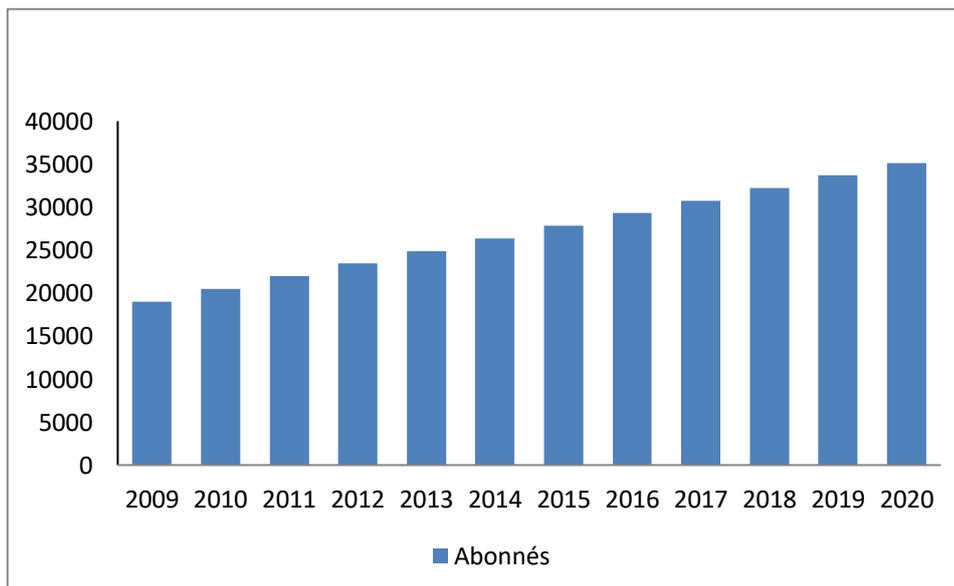


Figure 11 : évolutions des abonnés domestiques à Ruissat.

Ain Baida

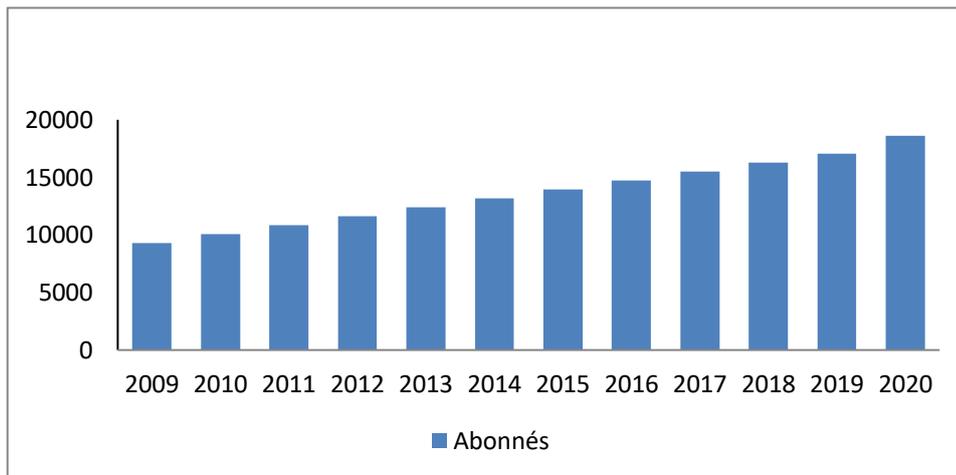


Figure 12 : évolutions des abonnés domestiques à Ain Baida.

Sidi Khouiled

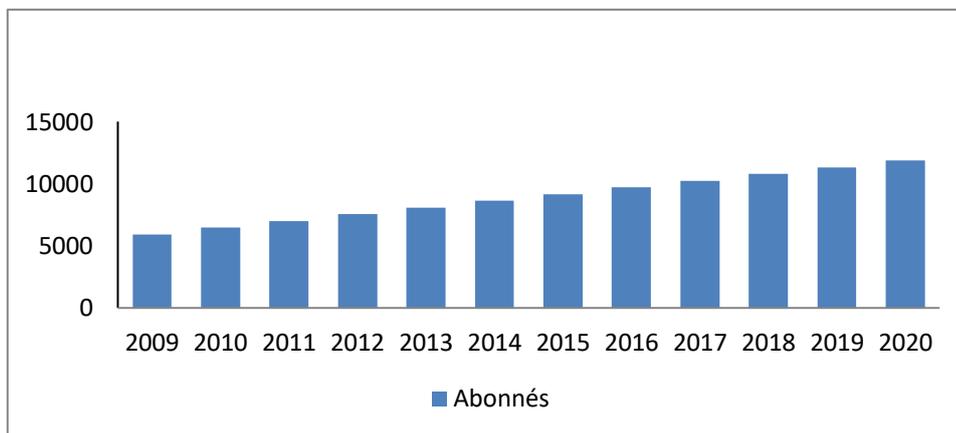


Figure 13 : évolutions des abonnés domestiques à Sidi Khouiled.

H, Ben Abdalah

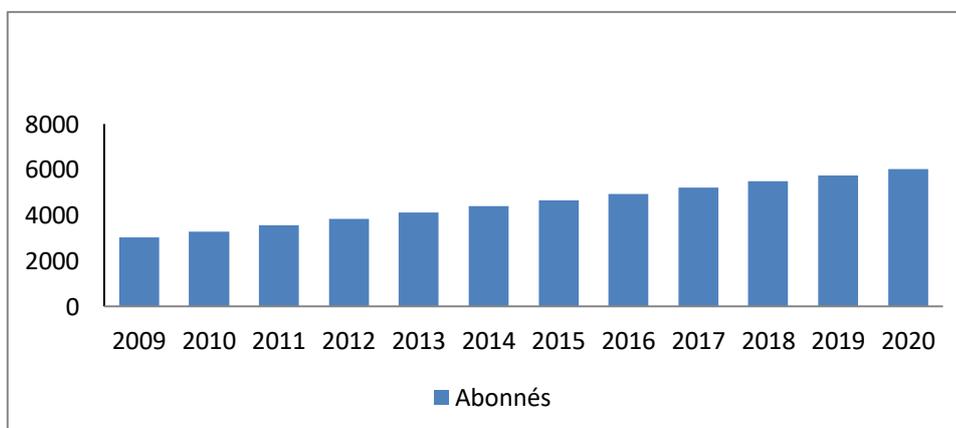
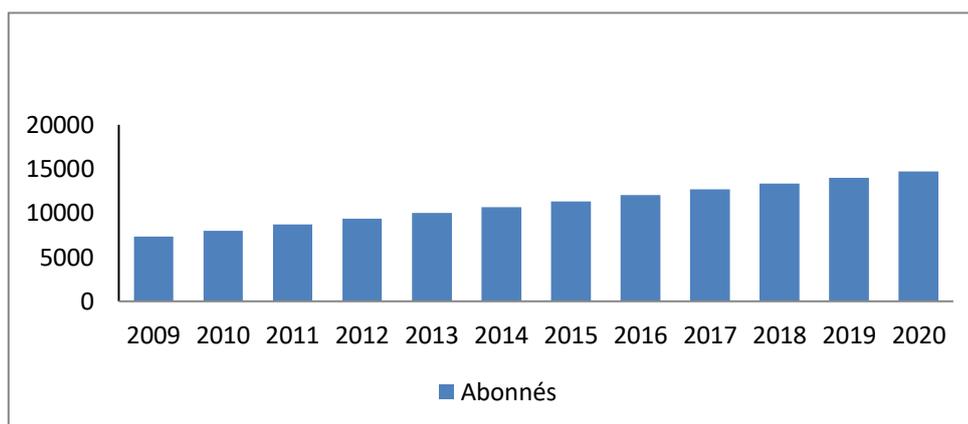


Figure 14 : évolutions des abonnés domestiques à H, Ben Abdalah

Ngousa



Figures 15 : évolutions des abonnés domestiques à Ngousa.

II.2.2. Usagers Commerciaux Et Publics :

Consommations des commerces et des établissements publics, la consommation commerciale et publique en eau dans la région d’Ouargla durant la période 2009-2020, de 1 146 465 m³ en 2009 et 2 191 095 m³ en 2020, cette augmentation correspond généralement à l’accroissement du nombre de branchements des abonnés.

Toutes fois, les valeurs de ces consommations doivent être prises avec précaution car elles résultent d’une quantification frappée d’incertitudes, notamment chez les abonnés non équipés de compteurs et des abonnés des six communes.

Ouargla.2020

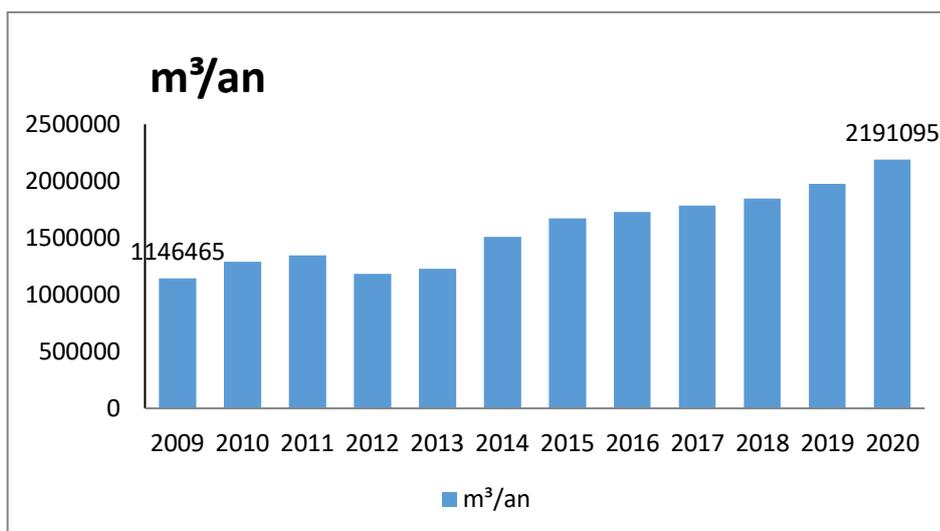


Figure 16 : la consommation annuelle commerciale, établissements public à Ouargla.2020

II.3. Consommations En Eau Potable :**II.3.1 Analyse Des Consommations Facturées :**

L'absence des compteurs d'eau chez la majorité des usagers a fait que la quantification des volumes réellement consommés est très délicate.

Toutefois, la facturation des consommations domestiques a permis d'évaluer les quantités d'eau consommées avec et sans compteurs.

Les volumes quantifiés à partir des comptages peuvent être considérés comme des données plus ou moins fiables.

Par contre, les volumes forfaitaires ne peuvent être pris en considération dans l'évaluation de la consommation en eau qu'à titre comparatif dans le but de démontrer les inconvénients de ce mode de quantification autant pour l'utilisateur que pour l'exploitant (Masmoudi et al., 2004 ; Masmoudi et al., 2005).

II.3.1.1 Consommation Domestique :

La consommation domestique en eau potable des villes de la cuvette de Ouargla en 2020 :

Ouargla, Ruissat, Ain Baida, Sidi Khouiled, H, Ben Abdalah et Ngousa a connu au cours de la dernière décennie des variations saisonnières et annuelles importantes.

Ces variations ne traduisent pas souvent l'évolution croissante du nombre de consommateurs et l'augmentation des besoins en eau des populations.

Les consommateurs dotés de compteurs d'eau ne représentent en moyenne que 45% de l'ensemble des abonnés de toute la région étudiée.

A cette contrainte s'ajoute le problème de la défectuosité de certains compteurs installés, même si on ne possède pas de statistiques sur leur nombre.

Le service des eaux différencie les volumes annuels consommés et facturés suivant la manière de leurs déterminations :

Volumes mesurés par le système de comptage mis en place et consommations forfaitaires selon le type d'habitation.

Les données relatives à la consommation en eau des habitants ont permis d'estimer les quantités soutirées, les variations annuelles et saisonnières ainsi que les prélèvements moyens individuels dans ces agglomérations.

A. Prélèvements Annuels Globaux :

Les volumes annuels de consommation en eau des habitants sont scindés en deux, suivant la manière de leurs déterminations.

Des quantités mesurées par le système de comptage mis en place :

Tableau 07 : Prélèvements Annuels globaux en eau potable dans la région de Ouargla (2009 à 2020).

| Consommations d'eau en (m³) | | | | | | |
|---|----------------|------------------|----------------------|-----------------------|---------------|--------------|
| Ouargla | Ruissat | Ain Baida | Sidi khouiled | H, Ben Abdalah | Ngousa | Année |
| 8843645 | 2417445 | 1181608 | 753110 | 382905 | 932180 | 2009 |
| 9944100 | 2603373 | 1280160 | 821563 | 417576 | 1017016 | 2010 |
| 10377678 | 2789301 | 1378585 | 890016 | 452501 | 1101725 | 2011 |
| 10799318 | 2975356 | 1477137 | 958469 | 487172 | 1186942 | 2012 |
| 11220069 | 3161284 | 1575689 | 1026922 | 521970 | 1271143 | 2013 |
| 11577701 | 3347212 | 1674114 | 1095375 | 556768 | 1355852 | 2014 |
| 12062333 | 3533267 | 1772666 | 1163701 | 591566 | 1440688 | 2015 |
| 12483592 | 3719195 | 1871218 | 1232154 | 626237 | 1525524 | 2016 |
| 12904470 | 3905123 | 1969770 | 1300607 | 661035 | 1610233 | 2017 |
| 13326110 | 4091178 | 2068195 | 1369060 | 695833 | 1694942 | 2018 |
| 14255496 | 4277106 | 2166747 | 1437513 | 730631 | 1779515 | 2019 |
| 15828010 | 4462780 | 2363470 | 1506220 | 765810 | 1864360 | 2020 |

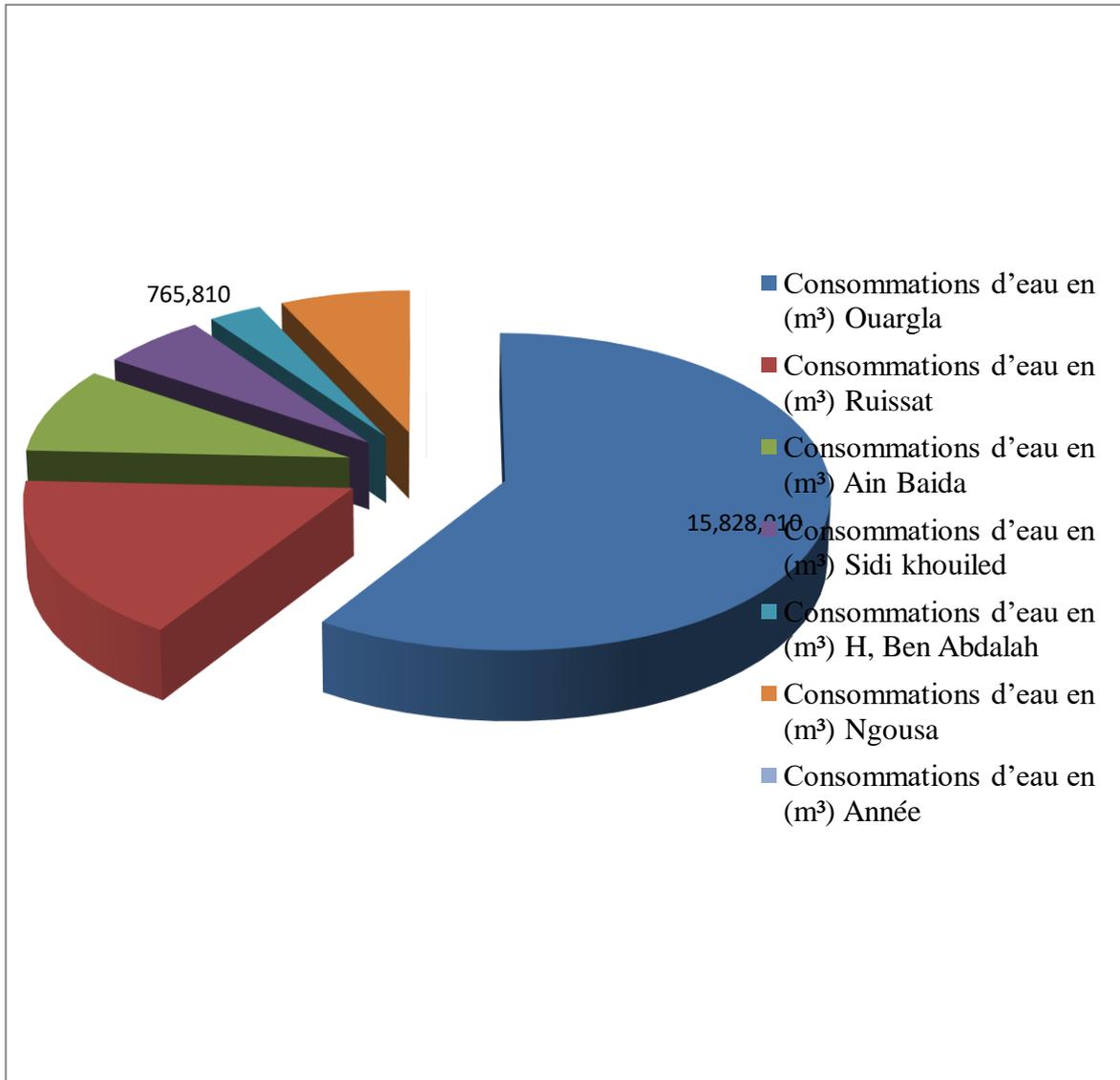


Figure 17 : Prélèvements Annuels globaux en eau potable dans la région de Ouargla (de 2009 à 2020).

II.B. Variation Saisonniers Des Prélèvements :

La consommation en eau potable est susceptible de connaître un certain nombre de variations temporelles. En plus des variations annuelles, déjà évoquées, on analysera à présent les variations saisonnières de la consommation en eau sur la base des données recueillies auprès du service des eaux de OUARGLA.

La consommation domestique au cours de la période de 2020 correspondant aux consommations avec compteurs montrent que la consommation dans cette région.

OUARGLA

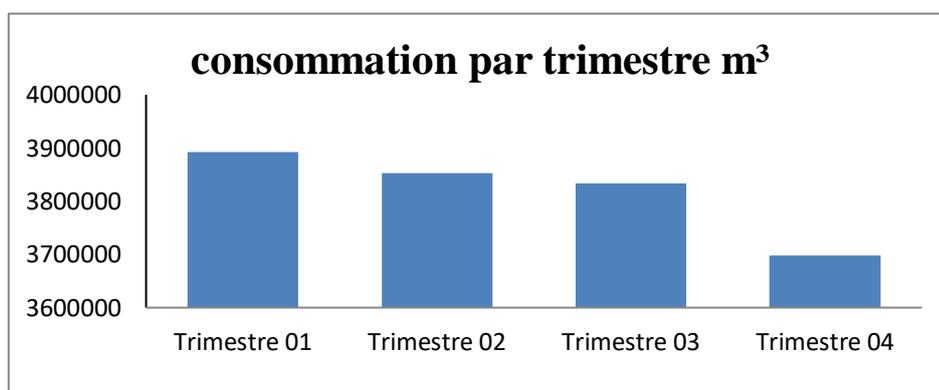


Figure 18 : évolutions de la consommation à OUARGLA.

Ruissat

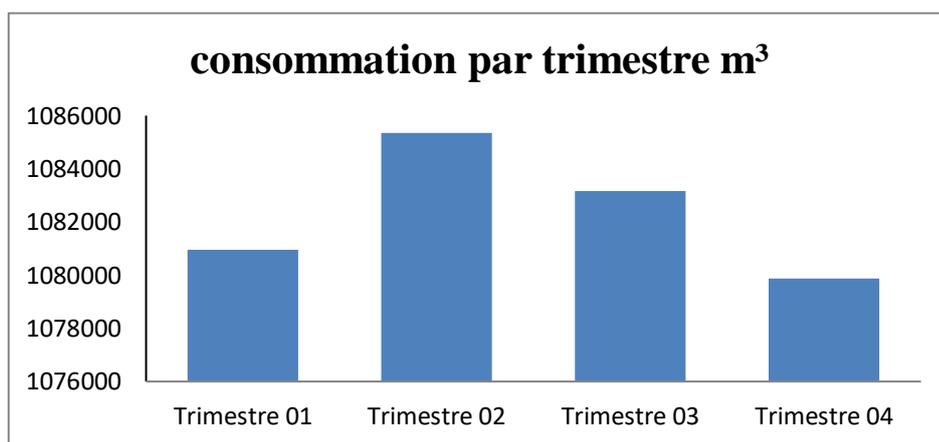


Figure 19 : évolutions de la consommation de Ruissat.

Ain Baida

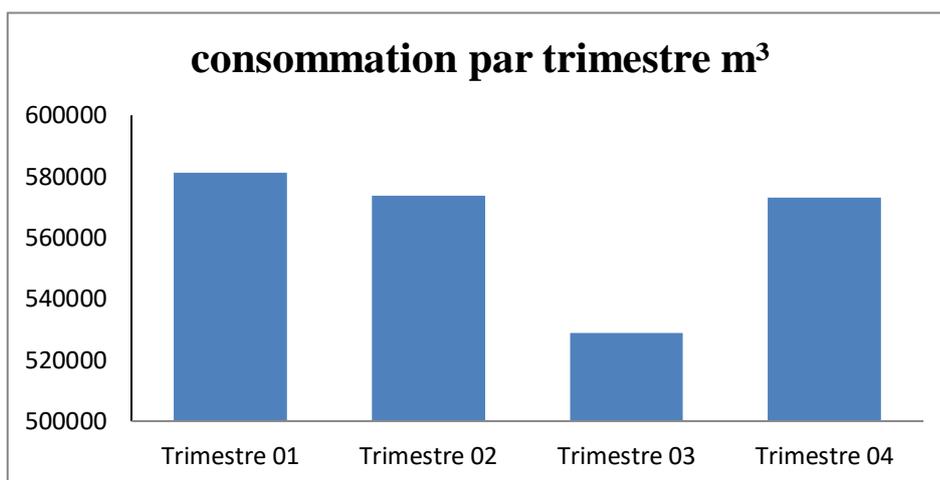


Figure 20 : évolutions de la consommation à Ain Baida.

Sidi khouiled

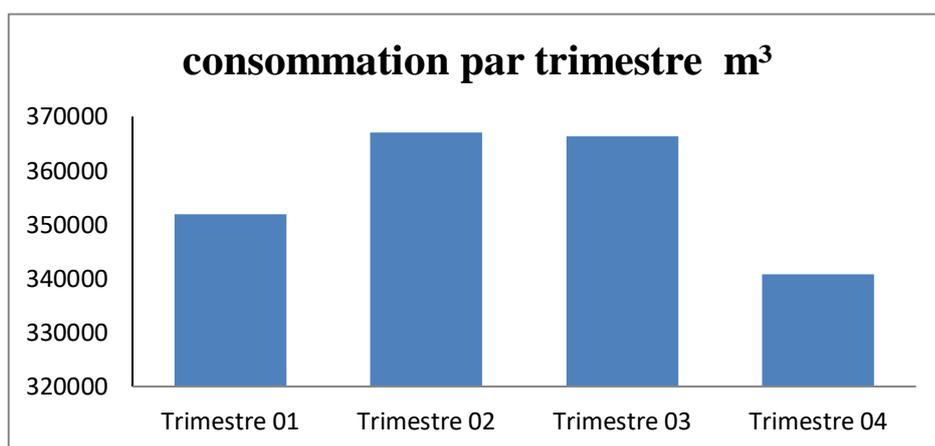


Figure 21 : évolutions de la consommation trimestrielle de Sidi khouiled.

H, Ben Abdalah

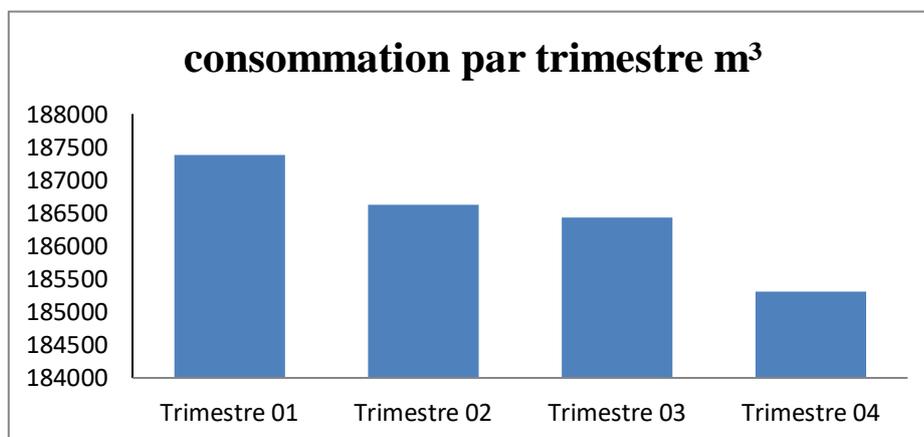


Figure 22 : évolutions de la consommation trimestrielle de H, Ben Abdalah.

Ngousa

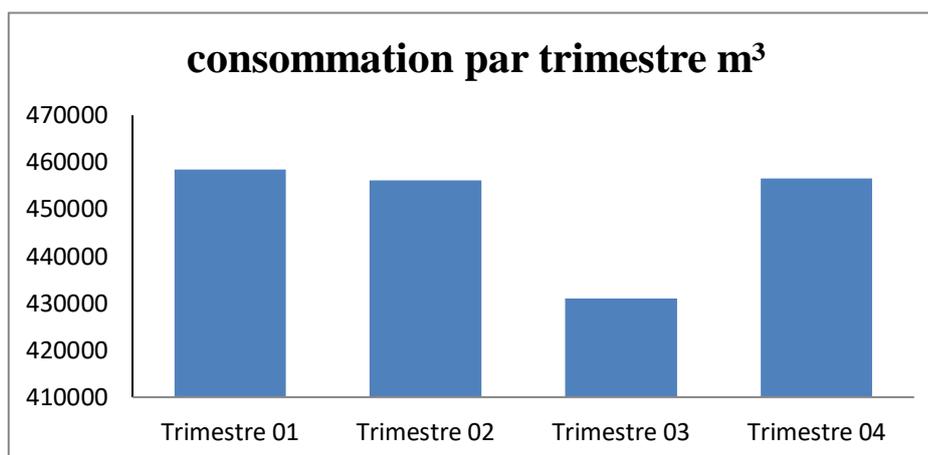


Figure 23 : évolutions de la consommation trimestrielle de Ngousa

II.3.1.2 Bilan Des Consommations Facturées En Eau Potable :

A. Consommation Total Facturées :

Tableau 07 : Bilan des consommations facturées de Ouargla ville.

| Commune | Consommation (m³) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ouargla | Domestiques | 12029670 | 12449785 | 12869535 | 13290015 | 14216750 | 15785155 |
| | Commerciale, établissements publique | 1669875 | 1727910 | 1786310 | 1844710 | 1973190 | 2191095 |
| | Industrielle | 116070 | 120085 | 133955 | 143080 | 2313370 | 123370 |
| | Total | 13815615 | 14297780 | 14789800 | 15277805 | 16313310 | 18099620 |

Tableau 08 : Bilan des consommations facturées de Ruissat commune.

| Commune | Consommation (m³) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ruissat | Domestiques | 3523710 | 3709130 | 3894550 | 4079970 | 4265390 | 4450810 |
| | Commerciale, établissements publique | 244185 | 257325 | 270465 | 283240 | 296015 | 308790 |
| | Industrielle | - | - | - | - | - | - |
| | Total | 3767895 | 3966455 | 4165015 | 4363210 | 4561405 | 4759600 |

Chapitre II**Diagnostic De La Distribution D'Eau Potable
Cuvette De Ouargla**

Tableau 09 : Bilan des consommations facturées de H, Ben Abdala commune.

| Commune | Consommation (m ³ /j) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| H, Ben Abdalah | Domestiques | 589840 | 624515 | 659190 | 693865 | 728540 | 763580 |
| | Commerciale, établissements publique | 40880 | 43070 | 45625 | 48180 | 50735 | 52925 |
| | Industrielle | - | - | - | - | - | - |
| | Total | 630720 | 667585 | 704815 | 742045 | 779275 | 816505 |

Tableau 10 : Bilan des consommations facturées de Sidi khouiled commune.

| Commune | Consommation (m ³ /) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sidi khouiled | Domestiques | 1160700 | 1228955 | 1297210 | 1365465 | 1433720 | 1501975 |
| | Commerciale, établissements publique | 80665 | 85410 | 90155 | 94900 | 99645 | 104390 |
| | Industrielle | - | - | - | - | - | - |
| | Total | 1241365 | 1314365 | 1387365 | 1460365 | 1533365 | 1606365 |

Tableau 11 : Bilan des consommations facturées de H, Ben Abdala commune.

| Commune | Consommation (m ³) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ngousa | Domestiques | 1429340 | 1521320 | 1605635 | 1690315 | 1701995 | 1859310 |
| | Commerciale, établissements publique | 99280 | 105485 | 111325 | 117165 | 118260 | 129210 |
| | Industrielle | - | - | - | - | - | - |
| | Total | 1528620 | 1626805 | 1716960 | 1807480 | 1820255 | 1988520 |

Tableau 12 : Bilan des consommations facturées de Ngousa commune

| Commune | Consommation (m ³) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| H, Ben Abdalah | Domestiques | 589840 | 624515 | 659190 | 693865 | 728540 | 763580 |
| | Commerciale, établissements publique | 40880 | 43070 | 45625 | 48180 | 50735 | 52925 |
| | Industrielle | - | - | - | - | - | - |
| | Total | 630720 | 667585 | 704815 | 742045 | 779275 | 816505 |

B. Extrapolation De La Consommation Avec Compteurs :

Extrapolation de la consommation avec compteurs est une étape importante de la consommation domestique a été évaluée forfaitairement par l'exploitant, ce qui constitue une démarche peu fiable et comporte trop d'incertitudes.

Cependant, on est conduit à mener une extrapolation des consommations facturées par compteurs à toute la population.

Il s'agit, concrètement de faire une extrapolation proportionnelle, des volumes consommés par les abonnés équipés de compteurs aux populations correspondantes entières.

Cette démarche peut être considérée comme une alternative pour une bonne exploitation des données fournies par le service des eaux.

Cette démarche a conduit aux résultats suivants :

Tableau 13 : Extrapolation de consommation avec compteurs de l'année 2019.ADE

| Année | Ville | Nombre d'abonnés domestique | | Consommation domestique facturés (m ³) | |
|-------|----------------|-----------------------------|--------|--|------------|
| | | Avec compteur | Total | Avec compteur | Extrapolée |
| 2019 | Ouargla | 112248 | 140142 | 14216750 | 22462465 |
| | Ruissat | 33678 | 70583 | 4265390 | 6739360 |
| | Ain Baida | 17061 | 23006 | 2160800 | 3435745 |
| | Sidi khouiled | 33678 | 70583 | 4265390 | 15659 |
| | H, Ben Abdalah | 17061 | 23006 | 2160800 | 2895180 |
| | Ngousa | 14013 | 19677 | 1701995 | 2297675 |
| Total | 6 | 227739 | 346997 | 28771125 | 37846084 |

Tableau 14: Extrapolation de consommation avec compteurs de l'année 2020.ADE

| Année | Ville | Nombre d'abonnés domestique | | Consommation domestique facturés (m³) | |
|-------|----------------|-----------------------------|--------|---------------------------------------|------------|
| | | Avec compteur | Total | Avec compteur | Extrapolée |
| 2020 | Ouargla | 124630 | 155601 | 15785155 | 25256175 |
| | Ruissat | 35140 | 73647 | 4450810 | 7121150 |
| | Ain Baida | 18610 | 25095 | 2357170 | 10268 |
| | Sidi khouiled | 11860 | 16088 | 1501975 | 2042540 |
| | H, Ben Abdalah | 6030 | 6652 | 763580 | 1038425 |
| | Ngousa | 14680 | 20613 | 1859310 | 6979 |
| Total | 6 | 210950 | 297696 | 26718000 | 35475537 |

4. Conclusions :

Cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance de la connaissance et de la maîtrise du fonctionnement des systèmes de distribution d'eau potable dans la région de Ouargla.

Dans un premier temps sur les mesures de consommations à partir d'un panel d'abonnés domestiques pour lesquels une évaluation de la demande en eau a été réalisée et extrapolée ensuite à l'ensemble de la population puis dans un second temps. Les résultats de cette étude donnent une base d'évaluation des besoins en eau domestique dans les agglomérations du sud-est Algérien à prendre en compte dans les aménagements futurs.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

III.1. Introduction :

Un travail de fond a été engagé à des niveaux nationaux et internationaux pour définir et proposer une base commune d'indicateurs utilisables par les exploitants.

Des normes sur le service à l'utilisateur ont été éditées par l'Association Française De Normalisation (AFNOR) et des analyses d'un éventail précis d'indicateurs de performance ont été établies par l'OFWAT (Office Of Water Service), Office chargé du contrôle des compagnies anglaises de distribution d'eau.

L'Allemagne, la Suisse, l'Espagne, la Malaisie et les Etats-Unis fournissent un travail normatif qui en partie alimente l'association internationale des distributeurs d'eau (IWSA), dont la mission sur ce thème est de faire converger vers une racine commune les expériences de tous les continents (Malandain, 1999).

Dans cette partie du travail entrepris, on a tenté d'élaborer un schéma ambitieux pour suivre l'évolution de l'état et du fonctionnement des systèmes de distribution d'eau potable et analyser leur fiabilité.

Ce schéma proposé pourra s'adapter avec les conditions relativement particulières dans lesquelles se présentent et fonctionnent les systèmes d'alimentation en eau potable en Algérie.

III.2. Présentation Des Critères De Performance Des Réseaux De Distribution :

III.2.1. Système D'eau Potable Et Performance Des Réseaux :

La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau potable est de délivrer de façon fiable une quantité d'eau suffisante et de bonne qualité aux usagers.

Cet acte demande à l'exploitant de gérer la ressource en eau (protection des captages, surveillance de la qualité ...), le réseau (état structurel, ...) et l'environnement dans lequel il opère son service.

En se plaçant sur la base du service rendu, point de vue qui se trouve être le plus évident de par la fonction du réseau (Bue et all., 1992 ; (Evins et all., 1990) ; (Le Gauffre et all, 1996).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Il est possible d'isoler trois critères de performance reflétant la qualité du système (Evins et all., 1990).

- La capacité du système de distribution à assurer un débit d'eau potable suffisant, à une pression adéquate.
- La sécurité de l'alimentation qui reflète l'aptitude du réseau de distribution à délivrer continuellement de l'eau telle que décrite précédemment.

L'efficacité du système d'eau potable, traduite par le niveau de fonctionnement et l'utilisation de la ressource en eau et de l'énergie. (Evins et all., 1990).

III.2.2. Quelques indicateurs de performance :

Les indicateurs de performance se définissent comme les caractéristiques fonctionnelles liées au comportement du réseau d'eau potable.

Les caractéristiques de performance sont les suivantes :

a) Casses Des Conduites :

Cet indicateur, exprimé en nombre ou en taux de Casses par kilomètre de conduite et par an, mesure autant un défaut structurel du réseau qu'un dysfonctionnement hydraulique et de qualité.

Une casse entraîne une réduction ou une interruption de la distribution provoquant un problème de capacité du réseau.

Cette situation peut se traduire essentiellement par des pertes d'eau mettant en cause l'efficacité du réseau entier.

Elle se traduit aussi par la détérioration de la qualité de l'eau (infiltration dans réseau d'eau potable de l'eau usée, de substances dangereuses), et peut conduire également à des problèmes de sécurités et de dysfonctionnement des structures à proximité (bâtiments, autres ouvrages enterrés).

Ce critère est lié fondamentalement au concept de l'état physique des conduites (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

b) Plaintes Des Usagers :

Les plaintes des usagers peuvent être classées en trois grandes catégories : manque d'eau et insuffisance de pression, dégradation de la qualité de l'eau, apparition de pollution.

Ces requêtes constituent des informations d'une grande importance pour l'exploitant.

Dans la mesure où elles reflètent le niveau de satisfaction des abonnés par rapport au service proposé.

Par ailleurs, en absence de données nécessaires pour l'analyse du comportement du réseau, les plaintes peuvent être associées dans la recherche et l'identification des zones de basse pression ainsi que les endroits où les conduites larguent des substances modifiant la couleur et le goût de l'eau. (Eisenbeis, 2004).

Des informations sur la répartition spatiale des différentes catégories de plaintes (manque d'eau et problèmes de qualité) peuvent permettre à l'exploitant d'identifier les zones problématiques de son réseau par rapport à la perception du service rendu à l'abonné (Eisenbeis, 2004).

c) Qualité De L'eau :

La qualité de l'eau, mesurée en terme de teneur en composants chimiques et biologiques est un indicateur que l'exploitant doit surveiller et mesurer obligatoirement. Lorsque les valeurs limites, ou seuils maximums admissibles sont dépassés le responsable de la distribution d'eau alerte les autorités et la population (Eisenbeis, 2004).

L'indicateur de la qualité de l'eau, mis à part sa traduction sanitaire, peut être aussi une source d'informations pour présumer de l'état interne des canalisations : une eau chargée en calcaire est incrustante et provoque des dépôts dans les conduites, une eau corrosive diminue la résistance mécanique des conduites.

Une eau riche en fer traduit une probable corrosion interne des conduites, corrosion qui peut induire des problèmes d'eau de couleur rouge (Eisenbeis, 2004).

d) Durée D'interruption :

Cet indicateur représente le niveau de sécurité d'un réseau. Il est évalué par l'estimation des distributions des temps d'intervention liés au type des travaux.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Les travaux peuvent être programmables (raccordement d'une conduite au réseau) ou non programmable (réparation d'une casse sur conduite).

Dans le cas d'une intervention non programmable, les abonnés seront alertés à la dernière minute qu'une coupure d'eau pourra durer jusqu'à quelques heures.

Cet indicateur, qui traduit des discontinuités de service, constitue une aide pour l'exploitant afin de se définir une stratégie de réhabilitation du réseau.

Un niveau important de cet indicateur sur certaines zones nécessite d'engager de grands travaux de fiabilisation du réseau.

III.3. Diagnostic Technique D'un Système D'eau Potable :

Le fonctionnement et le comportement d'un système soumis à des événements ou certains contraintes, et dégage un bilan sur l'état de santé de ce système.

Le diagnostic évalue la gestion technique de la ressource, la satisfaction des besoins des usagers et leurs exigences ainsi que la sécurité de l'alimentation en eau potable des abonnés.

Il permet de mieux connaître le système de distribution et de faire des choix quant aux correctives à prendre afin d'assurer une bonne fiabilité, d'améliorer l'état du système, d'assurer la sécurité des divers composants sensibles de ce système.

En outre, les réseaux sont constitués de plusieurs centaines voire plusieurs milliers de tronçons (Masmoudi, 2009).

Ces tronçons de conduites d'eau sont généralement enterrés et ils sont difficilement observables.

Devant ces évidences, qu'il faut toujours garder à l'esprit, se situe toute la difficulté du diagnostic de ces composants de l'infrastructure.

Complication générée par la taille du réseau, qui rend difficile de procéder à la vérification de l'état interne et externe de chaque conduite (Masmoudi, 2009).

III.3.1. Principes Fondamentaux D'un Diagnostic Technique :

La démarche proposée pour établir un diagnostic technique d'un système d'eau potable est basée sur l'évaluation du niveau de validation des fonctions générales que doit remplir ce système (Bremond et all., 2002).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Cependant, tout système d'alimentation en eau potable doit être en mesure d'assurer correctement un certain nombre de fonctions, appelées fonctions générales (Bremond et all., 2002).

III.3.1.2. Utilités Des Indicateurs Techniques :

Les indicateurs techniques ont pour objectif général de qualifier et d'apprécier l'état, le fonctionnement et le comportement des différents composants.

L'étude des indicateurs techniques permettra ainsi de caractériser le niveau de validation des grandes familles de fonctions que doit remplir le système d'alimentation en eau potable, et d'apprécier la qualité de gestion et de maintenance d'un ouvrage servant à effectuer un service public, ainsi que sa sécurité.

L'analyse de ces paramètres concernera d'une manière générale l'ensemble des caractéristiques relatives à l'état physique et fonctionnel du système d'eau potable.

Elle portera sur l'état des composants principaux du système : l'analyse de la vétusté, des défauts de conditions d'exploitation et ainsi que les lacunes d'entretien et de maintenance des équipements et des ouvrages. (Masmoudi, 2009)

III.3.2. Approches D'analyse :

Deux approches d'analyse peuvent se présenter dans une étude de fiabilité d'un système d'eau potable.

Une approche par fonction : les étapes principales de l'analyse seront les fonctions du système.

La seconde approche, proposée dans cette partie, peut être entreprise par rapport aux importantes filières constituant le système. Deux grandes filières peuvent apparaître dans cette analyse. Il s'agit bien de :

- Filière de la ressource.
- Filière de la distribution.

Le développement de la démarche d'analyse des secteurs de la ressource et de distribution a permis d'élaborer des grands schémas directeurs sur la base desquels l'étude de la fiabilité des systèmes d'eau potable peut être réalisée (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

III.3.3 Filière De La Ressource En Eau :

Tout d'abord, on procède à l'évaluation de connaissance de cette filière. Cette évaluation doit s'effectuer sur la base des documents existants, en appréciant la qualité des informations et la fiabilité des données. On vérifie la qualité de tenue et la régularité de mise à jour de ces documents (Masmoudi, 2009).

On doit s'assurer de la validité ainsi que le niveau de validation des points suivants :

- La satisfaction des besoins en eau potable est le point le plus important à accomplir.
- On s'assurera que les moyens de prélèvements en eau sont suffisants ;
- On doit s'assurer que la disponibilité de la ressource est adaptée aux besoins de prélèvements.
- Cela permet d'évaluer la pérennité de la ressource face à son exploitation et ainsi prévenir des risques de pénuries.
- On analyse l'état quantitatif de la ressource, pour mettre en évidence les risques de défaillances de la réserve en eau.

Les échanges entre la ressource en eau et le milieu extérieur liés essentiellement à l'activité de l'homme et aux conditions environnementales représentent une importante source de pollution.

Comme l'intégrité de la qualité de la ressource est primordiale pour l'alimentation en eau potable, on doit tenir compte des risques de dégradation de la qualité de l'eau, et considérer la vulnérabilité de l'approvisionnement en eau, en évaluant la qualité et le niveau de suivi de ces échanges dangereux (Masmoudi, 2009).

- Pour prévenir les risques de dysfonctionnements ou de défaillances.
- On examine l'état et le fonctionnement des ouvrages de prélèvement et de ses équipements.
- On évalue la qualité et le niveau d'exploitation de la ressource.
- On jugera la qualité de maintenance et de gestion effectuées par l'exploitant.
- On doit s'assurer de la qualité de protection de la station de pompage face aux contraintes d'exploitation et d'environnement.

Les prescriptions données sur la ressource afin de lutter contre les risques de pollution (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

III.3.3.1. Analyse Quantitative Et Qualitative De L'état De La

Ressource D'eau :

L'analyse quantitative est consacrée essentiellement à la quantification de la réserve en eau. Elle permet de localiser les défaillances qui sont généralement liées à un certain nombre d'événements.

Dans le cas des eaux de surface, les défaillances éventuelles de la ressource pourront être provoquées par un déficit des apports pluviométriques par rapport aux besoins, par suite à des travaux d'aménagement du territoire ou par une surexploitation de la ressource due aux prélèvements intensifs notamment des usagers agricoles et industriels (Masmoudi, 2009).

La mesure périodique des différentes grandeurs hydrométriques et hydrauliques caractérisant la ressource en eau de surface implique le niveau de connaissance de cette ressource (volumes disponibles, niveaux de la ressource, débits moyens annuels et débit d'étiage).

Les recommandations d'exploitation doivent être respectées : il faut que les volumes prélevés ainsi que la périodicité des prélèvements soient adaptés à la capacité et à la vitesse de variation des grandeurs de la ressource.

Dans le cas où la ressource est constituée de forages, l'analyse quantitative de cet ouvrage vise notamment l'évolution des côtes piézométriques des nappes.

On se basera sur les études hydrogéologiques disponibles ainsi que les mesures effectuées sur des ouvrages de reconnaissance pour la quantification des apports nets en eau et le volume total disponible (Masmoudi, 2009).

Le suivi de l'évolution de ces paramètres permet la vérification continue de la stabilité de la réserve en eau souterraine.

L'exploitant est appelé dans ces conditions de prévenir même les usagers et de prendre les mesures nécessaires pour poursuivre l'approvisionnement en eau des usagers.

Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) servent de référence ou de minimum exigible concernant les prescriptions sanitaires au niveau international. Ces recommandations sont reprises au niveau national et permettent d'élaborer les textes réglementaires que doivent respecter au minimum les états concernés (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Les textes ayant trait à la qualité de l'eau de consommation définissent des exigences de qualité sur de nombreux paramètres. Ces exigences correspondent aux valeurs limites, Concentrations Maximales Admissibles (CMA), ou aux valeurs de référence, Valeur Guide (VG) (Masmoudi, 2009).

Les paramètres de la qualité des eaux potables sont regroupés en six catégories :

- Paramètres organoleptiques.
- Paramètres physico-chimiques.
- Paramètres indésirables.
- Paramètres toxiques.
- Paramètres microbiologiques.
- Pesticides et produits apparentés.

La qualité de l'eau est soumise à des différentes variations sous l'effet des contraintes météorologiques, hydrogéologiques ou à cause de l'existence de pollutions d'origines agricoles, domestiques ou industrielles.

Le changement des caractéristiques de l'eau peut impliquer l'existence de risques pouvant porter préjudice à la santé des consommateurs ainsi que la dégradation des installations de captage (MASMOUDI, 2009).

Tableau 15 : Ressources Souterraines et quantité d'eau produite de déférente catégorie de l'année 2020. (BED SAIDAT, 2020)

| Ressources Souterraines De La Région De Ouargla en 2020 | | |
|--|-------------|----------------|
| Nombre de forage total | 932 | forage |
| Ressources mobilisables | 891 595 720 | m ³ |
| les forages AEP | 142 | forage |
| Volume d'eau Destiniez vers l'AEP | 88 542 430 | m ³ |
| Nombre de forage D'alimentation industriel | 31 | forage |
| Volume d'eau Destiniez vers l'AEI | 19 716 570 | m ³ |
| Nombre de forage D'Agriculture | 759 | forage |
| Volume d'eau Destiniez à l'Agriculture | 534 850 560 | m ³ |

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

III.3.3.2 Etat Et Fonctionnement Des Equipements :

Dans cette partie de l'analyse, on procède à la présentation des démarches à suivre pour entamer une procédure d'évaluation et de contrôle de l'état physique et du fonctionnement des ouvrages de prélèvement et des installations de la station de pompage.

Il sera, également, évoqué le déroulement des opérations d'entretien et de maintenance (Masmoudi, 2009).

a) Le Suivi De L'état Physique De L'ouvrage :

Les forages sont soumis au phénomène de vieillissement traduit généralement par la dégradation de la qualité bactériologique et des paramètres organoleptiques de l'eau produite ainsi qu'une baisse de la productivité de l'ouvrage de captage.

Une altération du massif filtrant ainsi que l'usure des crépines et du tubage peuvent être observées.

Le contrôle et le suivi de l'évolution de l'état général du forage exige la prise en charge des consignes techniques et recommandations suivantes:

- ✓ La disponibilité d'un certain nombre de documents propre à chaque forage, ces documents doivent constituer une source fiable de données et d'informations;
- ✓ Une fiche technique du forage comprenant essentiellement des coupes techniques de l'ouvrage ;
- ✓ Un dossier d'exécution de l'ouvrage comprenant l'ensemble des plans d'exécution du forage ;
- ✓ Une fiche de suivi où il est signalé tous les pannes, les accidents, le nombre de pompes remplacées ainsi que toutes les difficultés rencontrées avec les durées des réparations et les dates de déroulement de ces évènements ;
- ✓ Une fiche de production, contenant les résultats des essais de pompage (débit, vitesses critiques, niveau dynamique critique) ainsi que toutes les caractéristiques d'exploitation actualisées (débit horaire, niveaux dynamique et statique, débit spécifique) ;
- ✓ Une fiche technique de l'ensemble des points de captage ; (Masmoudi, 2009)

Le suivi quantitatif de la production du forage ainsi que de sa productivité implique la programmation d'un certain nombre d'opération de contrôle et de vérification.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Ces opérations peuvent être présentées comme suit :

Analyse de l'évolution de la durée de fonctionnement du pompage ;

- Cette analyse peut conduire à l'évolution de la capacité de production ;
- Analyse de l'évolution du débit spécifique du forage, qui représente le rapport entre le débit d'exploitation et le rabattement de la nappe.
- La détermination du rabattement se fera par la mesure des niveaux statique et dynamique, après la stabilisation du débit de pompage.
- Le suivi de la qualité des eaux captées peut être assuré par l'analyse des éléments suivants :
- Les analyses bactériologiques sont nécessaires dans la mesure où elles nous permettent de connaître le degré de vieillissement de l'ouvrage (Masmoudi, 2009).

b) La Qualité Physico-chimique Des Eaux Captées :

On suivra de très près l'évolution de la qualité de l'eau (couleur, turbidité, taux de MES) ainsi que la teneur en fer et en manganèse chaque fois qu'une modification importante est apportée au pompage (changement de pompe) ou au niveau de la nappe (sécheresse, création de barrages).

- Une coloration de l'eau peut signifier la présence de produits de corrosion.
- L'évolution de la température des eaux captées est un élément indicateur de la modification de l'origine de l'eau (Gauriau et all., 1996 ; Habibian, 1992).
- Le vieillissement ou la défaillance d'un forage pourra être confirmé à l'aide des signes précurseur.

c) Suivi De L'évolution De L'exploitation Du Forage :

L'évolution de l'exploitation d'un forage doit obligatoirement faire l'objet d'un suivi régulier.

L'efficacité de ces contrôles, effectués périodiquement sur ces ouvrages de captage, est démontrée dans les possibilités offertes pour pouvoir détecter facilement les défaillances les plus courantes qui reflètent, d'ailleurs, l'état de l'ouvrage.

Les observations faites sur le fonctionnement et sur l'évolution de l'exploitation du forage doivent être enregistrées par l'exploitant.

Les Documents de base permettent un bon suivi et une meilleure gestion d'un ouvrage de captage :

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

d) Cahier De Bord :

Dans cet ouvrage, l'exploitant doit enregistrer et archiver, en plus des données relatives au captage (débit, débit spécifique, niveaux statique et dynamique).

Toutes les données relatives à l'exploitation et au fonctionnement (index du compteur d'eau), temps de fonctionnement de la pompe, volume journalier produit, débit horaire moyen, index du compteur électrique, consommation électrique par unité de volume d'eau produit). (Masmoudi, 2009)

e) Cahier d'entretien :

Ce document doit être établi dès que l'exploitation de l'ouvrage concerné est entamée, il comporte les informations suivantes :

- ✓ Date et durée de réalisation de l'ouvrage,
- ✓ Coupe géologique réelle,
- ✓ Coupe technique de l'ouvrage,
- ✓ Technique de réalisation du forage
- ✓ Essais de pompage et travaux de développement effectués,
- ✓ Prescriptions techniques recommandées par l'hydrogéologue pour la protection du captage,
- ✓ Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau captée,
- ✓ Diagraphies réalisées,
- ✓ Noms et coordonnées de l'opérateur ayant réalisé l'ouvrage.

III.3.3.3 Sécurité Des Installations :

La sécurité des ouvrages de captage et leurs équipements sont pris en charge par l'exploitant grâce à la mise en œuvre d'un suivi permanent de l'évolution des comportements de ces installations par rapport à des contraintes d'exploitation et d'environnement.

Outre l'intérêt donné à la conception et à l'emplacement des ouvrages de prélèvement, les systèmes de secours adoptés doivent être testés et actualisés pour atteindre, dans un premier temps.

L'objectif d'une meilleure prévision des défaillances les plus courantes et surmonter les difficultés d'exploitation.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

Dans un second temps, programmer et hiérarchiser les opérations de renouvellement des équipements de captage pour assurer la fiabilité et la pertinence de l'ouvrage (Masmoudi, 2009).

a) Forage Et Equipements :

Les différents facteurs naturels d'exploitation et de confection se combinent pour générer le phénomène de vieillissement et la dégradation des forages ainsi que et leurs équipements.

Outre la multitude de facteurs naturels, le colmatage, la corrosion, la mauvaise pose ainsi qu'une exploitation dépassant le régime de renouvellement peuvent être les causes essentielles d'une dégradation rapide de l'ouvrage.

Le colmatage des forages se manifeste généralement par :

- ✓ L'entartrage de la crépine, des drains du forage
- ✓ Les dépôts calciques ou ferrugineux,
- ✓ L'action de la vitesse d'écoulement, la pression et l'aération,
- ✓ L'action de la fréquence élevée des démarrages du pompage,
- ✓ Un développement bactérien entraînant la précipitation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ à partir de Fe^{2+} présents dans les eaux (colmatage biologique).
- ✓ L'accumulation des argiles, limons, sables fins, due en général au mauvais choix de l'ouverture de la crépine et à un pompage excessif et incontrôlé du captage (colmatage mécanique).
- ✓ L'existence de filaments ou de flocons gélatineux dans l'eau captée.
- ✓ Les masses gélatineuses se développent et se déposent et obstruent les arrivées d'eau.

Ce phénomène est le résultat de crues, de la sécheresse, des aménagements hydrauliques modifiants les conditions du milieu ainsi que d'une surexploitation prolongée (colmatage bactérien).

Ces facteurs et conditions entraîneront la diminution des ouvertures de la crépine et par conséquent, la réduction de la productivité de l'ouvrage, la corrosion est la principale cause du vieillissement des forages (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

b) Défaillances liées à l'exploitation :

Elles sont dues soit à une exploitation excessive et incohérente par rapport à la capacité de production de l'ouvrage, soit à une exploitation inadaptée aux caractéristiques de l'ouvrage (non respecté des conditions de niveau dynamique).

Le premier cas entraîne une extension du cône de rabattement, le dénoyage de la crépine ou une augmentation de la vitesse de pompage. Le second entraîne un dénoyage et un colmatage.

La sécurité des forages sera accrue par la vérification ou la maîtrise des points suivants :

A L'Ouvrage :

- ✓ l'existence d'un dispositif anti-colmatage dans les forages à risque (aquifère sédimentaire fin) :
- ✓ Adéquation au terrain, ouvertures de la crépine.
- ✓ l'existence et la vérification de l'étanchéité de la cimentation du tubage pour éviter l'infiltration d'eaux polluées superficielles (bon état du presse-étoupe).
- ✓ la verticalité du forage
- ✓ la mise en place d'un massif de développement pour augmenter la filtration et diminuer le risque d'ensablement.
- ✓ la fréquence d'entretien et de maintenance de l'ouvrage : nettoyages de l'ouvrage (pompage pneumatique double colonne), sur-pompage, pompage saccadé, (traitement mécanique), traitement contre les dépôts à l'acide (calcaire) ou aux poly-phosphates (dé-colmatage des argiles, dissolution du fer), désinfection contre le développement biologique,
- ✓ les facteurs déclenchant des opérations d'entretien : dégradation de la qualité de l'eau (coloration, particules fines), diminution notable de la capacité de pompage.

A L'interaction Entre L'eau Et Le Matériau :

- La présence de traces notables de corrosion, d'entartrage ;
- La mise en évidence d'un développement bactérien (fer) ;
- La neutralité de la crépine et du tubage vis-à-vis de l'eau.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

c) L'exploitation De L'ouvrage :

L'existence d'un dispositif d'alerte en cas de risque de dénoyage de la crépine ou du dépassement du rabattement autorisé et du débit critique de pompage.

Le contrôle du débit de prélèvement et de la vitesse d'entrée de l'eau dans la crépine :

- ✓ Il faut s'assurer du non dépassement du débit critique ;
- ✓ La pertinence du type et de la localisation du point de prélèvement, pour s'assurer qu'il est bien adapté au terrain et/ou à la ressource (Masmoudi, 2009).

d) Pompes Et Station De Pompage :

La sécurité des pompes et de la station de pompage doit être assurée notamment par l'existence d'une redondance des équipements principaux.

Les points et les composants soumis aux contrôles et aux vérifications sécuritaires sont

- ✓ La puissance des transformateurs et leur aptitude à assurer la fourniture régulière de l'électricité ;
- ✓ Les groupes électrogènes présentent l'unique autre alternative d'alimentation électrique des stations de pompage ;
- ✓ Les contrôles se font sur la base des informations contenues dans les documents suivants :
 - Plan d'implantation du groupe ;
 - Schémas électriques à jour ;
 - Fiche d'essais du groupe ;
 - Contrat de maintenance et de garantie ;
 - Fiches techniques de l'appareil ;
 - Fiches d'entretien et de suivi du groupe.

Un système de protection contre les échauffements du moteur grâce à dispositif de limitation du nombre de démarrages Et fixant le nombre de démarrages horaires pour chaque type de pompe.

De plus, ce phénomène contribue au vieillissement et à la fragilisation des conduites.

A cet effet, la sécurité des installations de pompage et d'adduction d'eau doit être assurée par la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures et de protections. Parmi ces protections indispensables que l'exploitant doit envisager, on peut citer.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

e) Protections Contre Les Coups De Béliet :

Le mouvement oscillatoire de l'eau observé pendant la production du phénomène de coup de bélier se caractérise par l'apparition de deux grandes contraintes infligées aux conduites et aux installations de pompage (Masmoudi, 2009) :

- ✓ Une surpression, pouvant provoquer l'éclatement ou l'éventration de la conduite de refoulement ;
- ✓ Une dépression, au cours de laquelle, il peut se produire l'effet de collapsus dans la conduite.
- ✓ De plus si la dépression créée se situe à proximité de la station de pompage, on peut craindre une cavitation, entraînant un risque de détérioration des installations de pompage. (Masmoudi, 2009).

Les quatre grands types de protection anti-bélier disponibles sont:

- ✓ Pompe en turbine, aspiration auxiliaire, pompe en charge ;
- ✓ Cheminée d'équilibre ;
- ✓ Volant d'inertie ;
- ✓ Appareils à compression d'air (ballon anti-bélier).

Pour les protections du type pompe en charge, en turbine, aspiration auxiliaire, on contrôle l'état de la tuyauterie et des divers équipements hydrauliques associés.

On doit assurer également le bon fonctionnement des équipements du système de protection (Masmoudi, 2009).

f) Protections Contre Les Coups De Clapet :

Un coup de clapet peut contribuer à la détérioration des équipements de pompage et de mesure.

Lors d'un arrêt brusque de la pompe et au cours de l'apparition du coup de bélier, le phénomène du coup de clapet peut surgir causant la dégradation du clapet même et des autres installations hydrauliques.

Les types spécifiques de clapet sont recommandés dans les endroits à risque, tels que le clapet Hydro-stop. (Masmoudi, 2009)

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

g) Protections Contre Les Poches D'air :

L'existence de points hauts dans la conduite à la formation de cantonnements d'air qu'il est impératif de l'évacuer.

Ces cantonnements, par leur évolution constituent les poches d'air et impose à l'exploitant de procéder à la mise en place de ventouses sur tous les points hauts du réseau. En effet, la formation de poches d'air être très préjudiciable à la continuité de l'écoulement de l'eau dans les conduites, notamment à l'endroit des coudes.

De plus, la circulation d'air dans les conduites peut provoquer des phénomènes de cavitation au niveau des pompes et les détériorer.

Le passage de la poche d'air provoque une variation brutale de pression, entraînant la création d'un coup de bélier (Masmoudi, 2009).

III.3.3.4 Vulnérabilité De La Ressource :

Nombreux sont les facteurs vulnérables qui peuvent affecter la ressource en eau. Ces facteurs peuvent, d'une part, altérer la qualité des eaux produites et d'autre part conduire à un tarissement de la réserve en eau.

Devant ces risques de dégradation qui entourent la ressource en eau, tout d'abord, par rapport à l'environnement et puis par rapport aux différentes contraintes liées à l'exploitation, l'exploitant doit mettre en évidence tous les indices qui permettent d'évaluer l'aptitude de la ressource à assurer sa protection face notamment, à l'infiltration d'une pollution et sa capacité à l'effacer.

Ces indices doivent montrer également les risques de dégradation de la qualité de l'eau et de tarissement de la réserve en eau qui pèsent lourdement sur la ressource.

(Quelle que soit le type de la ressource ?)

Il est fortement recommandé que le régime d'exploitation et les disponibilités de cette ressource soient systématiquement analysés afin de prévenir de toute surexploitation de celle-ci.

Ces analyses permettront d'évaluer la pérennité de l'approvisionnement en eau et la capacité de la ressource à satisfaire la demande en eau potable (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

▪ Captages D'eau Souterraine :

Dans la quasi-totalité de la région étudiée, le captage des eaux souterraines destinées à l'approvisionnement en eau potable des populations se fait généralement à l'aide de forages.

D'autres ouvrages, tels que les systèmes de captage des sources sont très rarement rencontrés dans les prélèvements des eaux souterraines, notamment celles des nappes peu profondes et des nappes alluviales (Masmoudi, 2009).

III.3.3.5 Sécurité De L'approvisionnement En Eau

La sécurité de l'approvisionnement en eau potable est mesurée par son indice Sr qui permet d'évaluer le niveau de la sécurité de la situation actuelle.

Cette évaluation se base sur la possibilité de l'existence de ressources de secours fiables et suffisantes ainsi que des plans de secours actualisés pour faire face à une situation de crise. Cet indice met en évidence le nombre de ressources alternatives pouvant être utilisées lors d'une crise grave dans le champ captant principal (Masmoudi, 2009).

Dans le cas d'une pollution accidentelle de la ressource principale, l'exploitant procédera soit au changement de la ressource, soit à sa dilution avec une ressource saine, soit à l'élimination de la pollution par un traitement adéquat.

Dans tous les cas de figure, pour veiller à la continuité de l'approvisionnement, les points suivants doivent faire l'objet d'analyse et de vérification :

- ✓ L'isolation de la pollution et la maîtrise du dysfonctionnement ;
- ✓ La mise en place d'un système de secours pour assurer la continuité du service (Masmoudi, 2009).

III.3.3.6 Redondance Des Installations De Pompes Et De Gestion

La redondance des pompes permet de prolonger la durée de vie de celles-ci. L'exploitant est appelé, chaque semaine à effectuer des permutations des pompes de telle sorte à obtenir une rotation du fonctionnement.

Cette opération de permutation peut se faire à la main sur la base d'une décision impliquant directement l'exploitant.

En outre, la permutation automatique est préférée, elle présente le double avantage de conduire à une meilleure répartition des temps de fonctionnement pour chaque groupe de pompes et permet d'avoir de meilleures conditions de sécurité.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

De fonctionnement en cas de défaillance d'une pompe, en en démarrant automatiquement une autre (Masmoudi, 2009).

III.3.3.7 Dispositifs anti-intrusions

Toutes les ouvertures dans les ouvrages de captage telles que, les orifices d'aération, les fenêtres.

Les conduites en communication avec le milieu extérieur doivent être protégées contre les pénétrations et les intrusions d'animaux, d'insectes et de larves.

Un système de grilles doit être prévu pour lutter contre ces introductions en utilisant des grilles inoxydables fines et moyennes devant résister à tous les facteurs de dégradation et aux contraintes exercées (Masmoudi, 2009).

III.3.3.8 Plans De Secours

En fonction de l'ampleur de certaines conditions accidentelles, voire chronique, l'exploitant aura à choisir les moyens matériels à mettre en œuvre parmi une large gamme de réflexions et de démarches.

Il convient donc d'adapter la réaction à la situation.

Par ailleurs, les plans de secours sont à élaborer et sont périodiquement mis à jour et les opérations visées pourront être de plusieurs natures:

Schéma de sécurité et organisation du personnel.

On pourra aller au-delà d'un simple document proposant un schéma de secours à une véritable notice d'organisation de secours qu'il convient d'établir et de mettre à jour.

Cela suppose l'élaboration d'une liste hiérarchisée des personnes susceptibles d'être contactées en cas de pollution accidentelle, D'accident sur les stations de pompage et les forages ainsi que les pénuries d'eau.

Informations en cas de gravité du dysfonctionnement, Les informations à communiquer concerneront, Les causes de pollution et les conséquences sur la qualité de la distribution, conséquences sur les usagers, Les risques sanitaires et les actions à engagées, les nouvelles modalités de distribution (Masmoudi, 2009).

III.3.3.9 Vétusté Et Qualité D'entretien Des Equipements

A partir des défaillances rencontrées sur le site et de leur fréquence d'occurrence, et au regard de la vétusté des équipements, on fera un commentaire sur la vulnérabilité de

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

la station de pompage, ses points faibles et sa fiabilité globale pour assurer une gestion et un approvisionnement en eau sûrs et de bonne qualité (Masmoudi, 2009).

III.3.4. Filière de distribution d'eau potable

Les réseaux de distribution sont constitués de plusieurs centaines voire, plusieurs milliers de conduites.

Ces conduites sont enterrées et ne sont pas facilement observables. Devant ces évidences, qu'il est nécessaire de garder à l'esprit, se situe toute la difficulté de l'analyse de ces composants de l'infrastructure.

A cet effet, les difficultés souvent rencontrées sont générées d'une part, par l'importance de la taille du réseau qui rend difficile d'opérer sur chaque conduite une activité de surveillance et de contrôle de son état interne et externe (Masmoudi, 2009).

III.3.4.1. Etat Général Du Réseau De Distribution

L'état du réseau d'eau potable est défini à partir de ses caractéristiques, de l'examen de l'état physique des installations, de la qualité des conditions d'exploitation et de celle de l'eau distribuée.

La quantification des pertes et des fuites sur le réseau est considérée comme un moyen efficace pour évaluer le comportement et l'état physique des infrastructures.

L'observation de dégradation de la qualité organoleptique (couleur, turbidité, saveur), physico-chimique et bactériologique de l'eau, de la chute anormale des pressions, d'incidents entraînant des interruptions de service peut servir comme un témoin de vieillissement des équipements (Masmoudi, 2009).

a) Evaluation Des Indices Linéaires De Pertes Et Du Rendement Net :

Pour déterminer les pertes, on procède à une quantification du débit nocturne.

Pour cela on utilise les débitmètres nécessaires à la détermination des débits mis en jeu.

On mettra des compteurs généraux aux points stratégiques du réseau et au niveau des réservoirs de stockage et on doit s'assurer de la fiabilité des débitmètres et de leur bon étalonnage.

La mise en place de compteurs à l'amont et l'aval d'un réservoir permet de mettre en évidence des dysfonctionnements du réservoir (déversement par le trop-plein, manque d'étanchéité) (Masmoudi, 2009).

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

b) Paramètres Physico-chimiques :

L'apparition de zones anaérobies par absence ou manque d'oxygène implique l'existence d'un développement microbologique, une corrosion importante ou des temps de séjour trop longs.

Elle montre les lacunes et l'insuffisance d'oxygénation, notamment en début du réseau. Ces zones apparaissent aussi dans les dépôts des canalisations, les plus touchées étant celles des extrémités du réseau où les vitesses sont très faibles ($V < 0.2$ m/s) et où on a un double sens d'écoulement.

L'apparition des éléments indésirables en concentration importantes provient notamment des facteurs suivants :

- ✓ La détérioration et l'usure des revêtements intérieurs canalisations à cause de l'érosion interne sous l'effet des vitesses d'écoulement trop élevées ($V > 1.5$ m/s).
- ✓ La corrosion interne de la conduite provoquée par la présence d'une eau peu minéralisée ou agressive. (Masmoudi, 2009)

Cette agressivité de l'eau transportée favorise le relargage d'éléments métalliques.

Pour les petites conduites dont le diamètre est inférieur à 150 mm, on recommande de procéder à une analyse de la turbidité et de la matière en suspension (M.E.S).

Cette procédure consiste à prélever des échantillons d'eau, après un lavage de la conduite, au moyen d'un soutirage à fort débit (environ 60 m³ /h) sur les poteaux et les bouches d'incendie (Masmoudi, 2009).

c) Paramètres Bactériologiques :

- ✓ La présence significative de matières organiques dans l'eau,
- ✓ L'absence de désinfectant,
- ✓ L'importance du temps de séjour de l'eau dans le réseau,
- ✓ L'admission dans le réseau de micro-organismes depuis le milieu extérieur.

III.3.4.2. Ouvrages Et Equipements De Distribution :

Une série de vérifications et d'observations doit se faire sur les ouvrages de distribution ainsi que sur leurs équipements.

On observera l'état physique et sanitaire de l'ensemble des installations et on analysera la qualité de suivi et de maintenance de ces ouvrages.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

L'analyse touchera également l'état des dispositifs anti-intrusion (animaux et personnes) et la qualité des matériaux afin d'évaluer le niveau de sécurité vis-à-vis des dangers de dégradations de la qualité de l'eau et de l'ouvrage.

On évaluera également la vulnérabilité de l'ouvrage par rapport aux contraintes d'exploitation (Masmoudi, 2009).

A) Etat Des Ouvrages :

On veille à la régularité et à la continuité de l'entretien et de la maintenance des ouvrages et à la mise à jour des fiches de suivi et d'entretiens de chaque ouvrage.

On doit s'assurer de la bonne tenue de :

- ✓ L'état de fonctionnement des dispositifs de gestion ;
- ✓ L'état général de la robinetterie et de la tuyauterie ;
- ✓ L'efficacité de la régulation de température dans le réservoir ;
- ✓ L'état du système de fermeture efficace (cadenas, code, serrure renforcée, alarme anti-intrusion).

B) Suivi Et Sécurité Des Branchements Individuels :

Les branchements individuels sont considérés comme le maillon faible d'un réseau de distribution.

L'exploitant doit engager, suivant un cahier de bord, des opérations d'intervention pour vérifier le niveau de ces branchements.

Il doit s'assurer de l'existence des dispositifs contre les retours d'eau afin d'évaluer le niveau de sécurité vis-à-vis des dangers de dégradations de la qualité de l'eau dans le réseau. (Masmoudi, 2009)

C) Caractéristiques Générales De L'ouvrage :

Les ouvrages constituant le système de distribution d'eau peuvent être caractérisés par :

- ✓ La localisation géographique ;
- ✓ Le nombre de réservoirs avec les côtes du radier de trop plein, les niveaux sécurité bas et haut, la hauteur de marnage maximum et la capacité de stockage ;
- ✓ Le plan d'occupation du sol ;
- ✓ L'âge et la durée de vie ;
- ✓ Plan des installations électromécaniques, le plan de génie civil et l'accessibilité.

Chapitre III Schéma D'analyse D'un Système D'alimentation En Eau Potable

III.4.Conclusion :

Dans ce chapitre de le schéma général de commun le système d'AEP est analyser le fonctionnement du réseau est expliqué les déférents termes qu'il a en relations trais important, en autre façonne on a fait une présentation des critères de performance des réseaux de distribution, ensuite dans le même terme la performance des réseaux, on autre une analyse quantitative et qualitative de l'état de la ressource d'eau comme par exemple la qualité physico-chimique des eaux captées est des autre terme qui a une relation avec la performance, l'exécution du réseau.

Enfin, conclue que pour réalise un réseau d'AEP nous obliger de connaitre tous les donnes de basse comme exemple les besoin en eau de notre zone et tous les caractéristiques du terrain ce fait pare l'analyse est le diagnostic, ils sont pour calcules est trouvé tous ces donnes on a obligera de organisera une équipe technique qui spécialisé dans le domaine de l'hydraulique.

Conclusion General

L'étude de la fiabilité de système d'AEP dans la région de Ouargla à l'état actuelle pare la recherche bibliographique et de terrain dans services en charge de la gestion et du suivie, ainsi que des bureaux d'études spécialisés dans le domaine de l'hydraulique, ou j'ai collecté tous les informations brutes dont j'ai besoin pour calculer et analyser les données et atteindre les résultats.

Aussi, dans ce domaine, nous sommes tenus de sensibiliser à la nécessité de préservera cette précieuse ressource à travers les médias et divers moyens matériels et moral.

Enfin j'ai conclu que le réseau d'AEP est fonctionner, on peut dire régulièrement, Il réponde également aux besoins quotidiens aux exigences des déférents catégories, mais avec l'augmentation de la population, la demande en eau potable augmente, il est nécessaire d'améliorera et de renouvèlera les enceins réseaux.

ملخص:

تعتبر إدارة الموارد المائية والتحكم فيها من الأهداف الرئيسية للتنمية في الجزائر.

من هذا المفهوم يمكن أن تساهم دراسة الوضعية الحالية لنظام توزيع المياه الصالحة للشرب في التنمية بمنطقة ورقلة والبلديات الستة التابعة لها محل الدراسة. تحديد الإعطاب والتسريبات وإحصاؤها من أجل حساب وتقدير كميات الضائعة خلال عملية النقل أو التوزيع عبر مختلف النقاط المتواجدة في شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب.

إن نقص العدادات والتوزيع المتقطع للماء الصالح يصعب مهمة تحديد وحساب الكميات الضائعة من هذا المورد الثمين، من جهة أخرى فإن تحليل فعالية النظام يستلزم معرفة كل مؤشرات الأداء الفنية. أخيرا سنحاول صياغة التوصيات اللازمة لإيجاد حل تشغيل أفضل بناء على تشخيص نظام التوزيع لمنطقة ورقلة .

Résumé :

La gestion de l'eau considérée en Algérie comme un objectif prioritaire du développement du pays.

La réduction des pertes d'eau dans les réseaux de distribution peut contribuer à la préservation d'une ressource rare.

Le faible nombre de compteur et la distribution intermittente rendent difficile la quantification des fuites.

En outre, une analyse d'évaluation et d'analyse de la fiabilité des systèmes de distribution basée sur la connaissance des paramètres et indicateurs techniques de performance.

Enfin, nous essayerons ainsi de formuler les recommandations nécessaires pour trouver une meilleure solution de fonctionnement à partir de diagnostic de systèmes de distribution d'eau potable qu'on en va se étudier et analyser dans ma mémoire de fin d'étude.

Abstract:

The water management in Algeria was always considered as a priority objective for a development of the country.

The water losses decrease on the supply system can help, preserve such a precious resource.

The lack number of measuring devices and the intermittent supply make it difficult to quantify the leaking water.

The analysis method and evaluation of the reliability distribution systems based on the knowledge of parameters, technical indicators of the performance.

Finally, we will try to formulate the necessary recommendation to find a better operating solution based on the diagnosis of the distribution system.

Les mots clés :

Région, Diagnostique, Eau Potable, Alimentation, Ressource Hydrique, Géologie, Climat, Vent, Réservoir, Algérie.

Key words:

Region, Diagnostic, Potable Water, Supply, Water Resource, Geology, Climate, Wind, Tank, Algeria.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- ❖ ADE 2020 : Algérienne Des Eaux.
- ❖ ANRH (2004, 2020) : Inventaire Des Forages Et Enquête Sur Les Débits Extraits De La Wilaya De Ouargla. Agence Nationale Des Ressources Hydriques. Ouargla, Algérie.
- ❖ Bonard & Gardel, 2004 : Etude D'assainissement Des Eaux Résiduelles, Pluviales Et D'irrigation. Mesures Complémentaires De Lutte Contre La Remontée De La Nappe Phréatique. Missionon, Rapport Final, 110p.
- ❖ Dadamoussa, (2007) : Les Effets Induits Des Différents Programmes De Développement Agricole Sur La Préservation De L'écosystème Saharien - Cas De La Région De Ouargla -
- ❖ Busson. G. (1970) : Le Mésozoïque Saharien. 2ème Partie : Essai De Synthèse Des Données Caractérisation - Contraintes Et Propositions D'aménagement. 137p.
- ❖ Bellaoueur, (2008) : Etude Hydrogéologique Des Eaux Souterraines De La Région De Ouargla Soumise A La Remontée Des Eaux De La Nappe Phréatique Et Perspectives De Solutions Palliatives (Sahara Nord-est Septentrional - Algérie) .Mémoire De Majes Ter, Université De Batna., 147p.
- ❖ SONATRACH et SCHLUMBERGER (1990) : Géologie De L'Algérie. Centre De Recherche Et Développement Et Division Petroleum Engineering Et Développement, 93p.
- ❖ OSS (2003) : Système Aquifère Du Sahara Septentrional. Observatoire Du Sahara Et Du Sahel.
- ❖ UNESCO. (1972). Projet Eress, Etude Des Ressources En Eau Du Sahara Septentrional. Rapport Sur Les Résultats Du Projet, Unesco, Paris. 100 P.
- ❖ Kettab, A. (2002): « Water Resources: Realities, Perspectives, Strategies, Stakes And Vision, 4th International Symposium On Water, Palais Des Festivals, Cannes, France.
- ❖ Limane Ahmed, (2016) : Etude Géochimique Des Nappes Du Complexe Terminal (Ct) Dans La Cuvette De Ouargla.
- ❖ Rachid Masmoudi, 2009, Etude De La Fiabilité Des Systèmes De Distribution D'eau Potable En Zones Arides Cas De La Région De Biskra.