



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

N° d'enregistrement
/...../...../.....

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الري والهندسة المدنية

Département Hydraulique et Génie Civile

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: ST

Filière: Hydraulique

Spécialité: Hydraulique Urbaine

Thème

**EXPLOITATION ET GESTION DES EAUX SOUTERRAINES
(CAS DE GHARDAÏA)**

Déposé le : 17/06/2021

Par

Daoudi Harzallah & Ben mazouz Yahia

Par le jury composé de :

Boubli Salim	Univ Ghardaia	Evaluateur
Amieur Rokkia	Univ Ghardaia	Evaluateur
Moukhtaria Cady	Univ Ghardaia	Encadreur

Année universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENT

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce travail. En second lieu, Nous voudrions présenter nos remerciements à notre encadreur « MOKHTARIA CADY » Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.

Je vous adresse mes plus vifs remerciements également à l'examineur pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail. Nous remercions tous les enseignants du département Hydraulique Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DAUDI HARZALLAH & BEN MAZOUZ YAHIA

DEDICACE

الى روح ابي وامى الذى يزداد الشوق لهم مع الحياة توقدا طيب
الله ثراهم و رحمهم واسكنهم فسيح جناته الى سندي من بعد والدي
"أعمامى" و "اخوالى" و "اخوتى" و "اخواتى" الذين يشد بهم
الازر إلى كل العائلة الكريمة الى جميع الاصدقاء والزلاء الذين
ساعدوني في مشوارى الدراسى الى كل من علمنا حرفا اهدي لهم
تحياتى جميعا.

Harzallah

**Je dédie ce travail à mon père, ma mère et tous
ceux qui ont contribué à mes encouragements, en
particulier mon père, qui a été mon soutien dans
des circonstances difficiles.**

Yahia

TABLE DE MATIERE

Remerciement	
Dédicase	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Table de matiere	
Resumé	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Etat de l'art

I.1 Introduction :.....	5
I.2 Les études précédents.....	5
I.3 Études internationalles sur les modes alternatifs d'utilisation des eaux souterraines :	8
I.3.1Technologie de contrôle du la météo en Chine :	8
I.3.2Utilisation de la technologie dans le traitement des eaux usées en Belgique et en Inde :	9
I.3.3Utiliser des boules d'ombrage pour empêcher l'évaporation de l'eau potable en Amérique : ...	9
I.4 Conclusion :	10

Chapitre II : Terminologies

II.1 Intraduction :	11
II.2 Origine de l'eau :	11
II.2.1 Cycle de l'eau :	11
II.2.2 Les eaux superficielles	12
II.2.3 Les eaux souterraines	12

Table de matiere

II.3	Origines des eaux souterraines :	13
II.3.1	Eaux météoriques :	13
II.3.2	Eaux juvéniles :	13
II.3.3	Eaux connées :	14
II.4	Différents types d'eau souterraine :	14
II.5	Qualité des eaux souterraines :	14
II.5.1	Qualité organoleptique :	14
II.5.1.1	Odeur et saveur :	14
II.5.1.2	Couleur :	15
II.5.2	Qualité physico-chimique :	15
II.5.2.1	Température(T) :	15
II.5.2.2	Dureté ou titre hydrotimétrique (TH) :	15
II.5.2.3	Turbidité :	16
II.6	Définition de l'eau potable :	16
II.6.1	Caractères organoleptiques d'eau potable :	16
II.6.1.1	La couleur :	16
II.6.1.2	L'odeur :	16
II.6.1.3	Le goût :	16
II.6.1.4	La turbidité :	17
II.7	Usage de l'eau	17
II.8	Croissance démographique et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :	17
II.9	Le développement industriel et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :	17
II.10	Le développement agricole et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :	18
II.11	Conclusion :	18

Chapitre III : Présentation de zone d'étude

III.1	Carte situation de la ville Ghardaia	19
III.1.1	Introduction	19

Table de matiere

III.1.2 Situation géographique :.....	20
III.1.3 Les éléments de Climat :.....	20
III.1.3.1 Pluviométrie :.....	20
III.1.3.2 Température.....	20
III.1.3.3 La précipitation :.....	21
III.1.3.4 Evaporation :.....	22
III.1.4 Géologie de la région :.....	22
III.1.4.1 Albien :.....	23
III.1.4.2 Turonien :.....	23
III.1.4.3 Quaternaire :.....	23
III.1.5 Hydrogéologique de la region.....	24
III.1.5.1 Le système aquifère de Sahara septentrional (SASS) :.....	24
III.1.5.2 Le Continental Intercalaire (CI) :.....	25
III.1.5.3 Limites et structure du CI :.....	25
III.1.5.4 Piézométrie et alimentation du CI :.....	25
III.1.5.5 Structure du ci dans la région ghardaia :.....	25
III.1.5.6 Complexe terminal :.....	26
III.1.5.7 Alimentations écoulement :.....	27
III.2 Conclusion :.....	28

Chapitre IV : Exploitations des eaux souterraines et les problèmes rencontrés

IV.1 Besoins en eau de la ville de Ghardaïa :.....	29
IV.1.1 Introduction :.....	29
IV.1.2 Evolution de la population :.....	29
IV.1.3 Evolution des besoins en eau potable :.....	31
IV.1.4 Besoins domestique :.....	31
IV.1.5 Demande en eau :.....	32
IV.1.6 Majoration des besoins au futur :.....	32

Table de matiere

IV.1.7	Besoins sectoriels :	33
IV.1.8	Variation de la consommation journalière :	37
IV.1.8.1	Coefficient d'irrégularité journalière maximum :	37
IV.1.8.2	Coefficient d'irrégularité minimum journalier :	37
IV.1.8.2.1	Consommation maximale journalière :	37
IV.1.8.2.2	Consommation minimale journalière :	37
IV.1.8.3	Coefficient d'irrégularité maximale horaire (Kmax h) :	38
IV.1.8.4	Coefficient d'irrégularité minimal horaire (Kmix h) :	39
IV.1.8.4.1	Détermination des débits horaires :	39
IV.1.8.4.2	Débit moyen horaire :	39
IV.1.8.4.3	Débit maximum horaire :	39
IV.1.8.4.4	Débit maximum horaire :	40
IV.1.9	Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :	40
IV.2	Moyens ou structures de mobilisation des ressources en eaux souterraines :	45
IV.2.1	Les Puits :	45
IV.2.2	Puits de surface :	45
IV.2.3	Les puits de forage	45
IV.3	Répartition et Nombre de forage de ghardaia :	46
IV.4	Exploitation et usage :	46
IV.4.1	Puits tubulaires	48
IV.4.2	Foggara	49

Table de matiere

IV.5	Les problèmes rencontrés par les eaux souterraines	50
IV.5.1	La pollution.....	50
IV.5.1.1	Définition	50
IV.5.2	Sources de pollution	50
IV.5.2.1	La pollution ponctuelle	50
IV.5.2.2	La pollution urbaine.....	50
IV.5.2.3	La Pollution industrielle.....	51
IV.5.2.4	La pollution diffuse	52
IV.5.2.5	La pollution agricole.....	52
IV.5.2.6	La pollution atmosphérique	52
IV.6	Contamination des eaux souterraines	53
IV.7	Conclusion	53

Chapitre V : Les mécanismes de gestion rationnelle des eaux souterraines

V.1	Introduction :	54
V.2	les eaux usées et traitement à usage agricole.....	54
V.3	Les méthodes d'irrigation non économes en eau :	55
V.4	Le système d'information sur l'eau (SIE).....	56
	V.4.1 Objectifs du système d'information sur la gestion de l'eau	56
V.5	Propositions :	57
V.6	Conclusion	59
	Conclusion générale	60

Références

LISTE DES TABLEAUX

Table III-1 : l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (2007 -2017)	22
Table IV-2 : Répartition de la population à l'horizon d'étude	30
Table IV-3 : Répartition de la dotation de la zone (1) à l'horizon d'étude	32
Table IV-4 : Besoins domestiques	33
Table IV-5: Besoins scolaires	33
Table IV-6 : Besoins sanitaires	34
Table IV-7 : besoins sportifs.....	34
Table IV-8 : besoins commerciaux	35
Table IV-9 : Besoins socioculturelles	35
Table IV-10 Récapitulatif de la consommation moyenne journalière	36
Table IV-11 : calcule de la consommation maximale et minimale journalière	38
Table IV-12 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants	38
Table IV-13 : β_{min} en fonction du nombre d'habitants	39
Table IV-14 : répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants	41
Table IV-15 : variation des débits horaires de la zone (1).....	43
Table IV-16: Inventaire des forages albiens selon l'état de l'exploitation.....	46
Table IV-17 : Evolution du volume d'exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage (ANRH,2016).....	47

LISTE DES FIGURES

Figure I-1: Pollinisation des nuages	8
Figure I-2 : des boules d'ombrage pour empêcher l'évaporation de l'eau potable en Amérique ...	10
Figure II-1 : Cycle de l'eau dans la nature	11
Figure III-1 la wilaya de ghardaia (Ben hamadi. R-Moulay Omar H).....	19
Figure III-2 : Températures moyennes mensuelles (2009.2019).....	21
Figure III-3 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles	21
Figure III-4 : L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa.....	22
Figure III-5 : carte géologique de la région de ghardaia (ANRH 2010)	23
Figure III-6 Coupe hydrogéologie NE-SW du bassin SASS (ERESS, 1972)	24
Figure IV-1 : Accroissement de la population de la zone (1) : (2021-2053).....	30
Figure IV-2 : Histogramme de consommation totale	44
Figure IV-3 : tracé de la courbe intégrale	44
Figure IV-4 : les forages albiens exploitées dans la wilaya ghardaia (atlas de ghardaia 2004)	47
Figure IV-5 : Evolution de l'exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage du 2005 au 2016	48
Figure IV-6 : Schéma d'une coupe longitudinale d'une foggara d'irrigation de la palmeraie Est de Ghardaïa (Schéma Remini, 2018)	49
Figure IV-7 : Schéma synoptique du réseau de foggaras pour l'irrigation de la palmeraie Est de Ghardaïa (Schéma Remini, 2018)	49
Figure IV-8 : Les pollutions par l'urbanisme	51
Figure IV-9 : Les pollutions produites par l'industrie	51
Figure V-10 : Vue aérienne d'une station	54

LISTE DES ABREVIATIONS

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

ADE : Algérienne Des Eaux

AEP : ALEMANTATION EN EAU POTABLE

°C : Degrés Celsius

CI : Continental Intercalaire

CT : Complexe Terminal

DSA : Direction des Services Agricole

h : Heur

hab : habitant

Km : kilomètre

L'APFA : Accès au Propriété Foncier Agricole

m : mètre

mm : Millimètre

pH : Potentiel d'Hydrogène

SASS : Système Aquifère du Sahara Septentrionale

STEP station d'épuration

SIE : Le système d'information sur l'eau

T : Température

TH : Titre Hydrotimétrique

Introduction Générale

Introduction Générale

Ces derniers temps, la question des ressources en eau a été au centre des préoccupations de nombreux chercheurs.

Ces derniers dans divers domaines, l'eau comme un des éléments les plus importants de la vie, Non seulement cela, mais cette question est devenu l'un des éléments les plus importants dont les pays dépendent pour élaborer leurs divers plans et stratégies de développement (Agricole, industriel, énergie, service et tourisme ... etc.), et il aurait donc été naturel de prêter attention à ces pays s'efforceront de développer et de préserver leurs ressources en eau d'une manière qui répond aux besoins nécessaires.

Cependant, la réalisation du développement souhaité dépend sur une grande partie des ressources d'eau, ces dernières sont variées d'une région à l'autre en raison des facteurs naturels et climatiques irréguliers dont les répercussions ont été adoptées par ces pays pour la possibilité d'exploiter toutes les ressources en eau disponibles, qu'elles soient traditionnelles ou non modernes, conformément aux caractéristiques naturels et climatiques disponibles.

Le recours aux ressources en eau non conventionnelles est considéré comme une exception qui est imposée principalement par des facteurs non conventionnels.

La disponibilité des ressources en eau traditionnelles, car cette dernière est facile à extraire et son moindre coût. Les pays cherchent à subvenir à leurs besoins en eau à partir de ces ressources, c'est-à-dire à dépendre des ressources dont ils disposent. Eaux de surface et souterraines.

Cependant, on constate qu'à cet égard, tous les pays ne peuvent pas dépendre des ressources en eau. Superficielles, en particulier compte tenu de la présence d'un grand nombre d'entre elles dans des lieux géographiques dominés par des caractéristiques climatiques qui varient entre aridité et semi-aridité, comme c'est le cas en Algérie et dans la plupart des pays arabes, par conséquent, il se caractérise par son manque de précipitations, en plus de l'augmentation des taux d'évaporation causée par la température élevée de la terre et de l'atmosphère.

Ces dernières années la sécheresse dans ces pays ont été témoins. Cela ne permettra pas à ses habitants de dépendre des ressources en eau de surface, en raison des facteurs susmentionnés.

L'impacts négatifs sur les quantités d'eau de surface disponibles, qui, le cas échéant, ne couvrent pas la demande agricole de l'eau, que ce soit à des fins domestiques ou à des fins agricoles et industrielles face à cette situation, tous ces pays doivent aspirer à subvenir à leurs besoins en eau grâce à la ressource, l'autre ressource en eau traditionnelle, représentée dans les ressources en eau souterraine, est la dernière que nous allons essayer à travers cette la recherche met en lumière le système juridique qui la régit dans le cadre du respect des exigences de développement durable souhaité à travers les plans et stratégies adoptés par les différents acteurs, que ce soit au niveau national ou international.

Les ressources en eau souterraines sont considérées comme l'une des ressources naturelles les plus importantes de tous les pays et l'un des piliers importants qui ces pays dépendent d'eux pour préparer leurs programmes de développement actuels et futurs, a cause des besoins des réserves d'eau souterraines de la garantie pour la mise en œuvre de ces programmes, de sorte qu'il est devenu évident à l'heure actuelle.

Problématique :

De la, plusieurs questions viennent tout de suite à l'esprit se posent sont :

- Quelle est la quantité d'eau souterraine est disponible ?
- Quelles sont les méthodes d'exploitation rationnelle des ressources en eaux souterrains ?
- Quel est l'effet de l'exploitation accrue des eaux souterraines ?
- Quels sont les mécanismes, méthodes et plans pour une bonne gestion de la conservation des eaux souterraines ?

Objectifs de l'étude

Dans cette étude est de savoir comment conserver les ressources souterraines et leur exploitation rationnelle, et quelles sont les méthodes alternatives qui peuvent être utilisées pour éviter l'utilisation excessive des eaux souterraines, et quelles sont les solutions pour une bonne gestion et préservation des eaux souterraines pour les générations futures.

En Parlant de rôle stratégique que jouent les ressources en eau souterraines dans le cadre d'un développement global.

Cette dernière vise principalement à répondre aux besoins des sociétés actuelles. La part des générations futures est un souci actuel, de préserver cette eau souterraine et de l'utiliser de manière rationnelle, ainsi que de la gérer conformément à ce qui est stipulé dans les lois et les dispositions de sa conservation.

La méthodologie :

- L'étape de la recherche de la bibliothèque et de démontage, à travers laquelle nous avons déterminé le domaine d'études.
- L'étape de la collection des données, elle se fait en contactant les différents services et administrations publiques compétents.
- L'étape de discussion et d'analyse, elle consiste à analyser les données recueillies auprès des différents départements, notes de fin d'études et rapports.

Obstacles de recherche :

- Manque d'études sur la question de la consommation et de la gestion des eaux souterraines.
- Certains départements réservent les données.

A travers toutes ces étapes que nous avons entreprises afin de définir le champ de notre étude, nous aborderons dans cette étude le détail des chapitres suivants :

Structure de travail :

Notre travail est composé des cinq chapitres suivants :

- Chapitre I : Etat de l'art
- Chapitre II : Présentation de cas d'étude
- Chapitre III : Terminologies (Généralités sur les eaux souterraines)

- Chapitre IV : Exploitations des eaux souterraines et les problèmes rencontrés
- Chapitre V : les mécanismes de gestion rationnelle des eaux souterraines

Chapitre I : Etat de
l'art

I.1 Introduction :

À la lumière des évolutions en cours, nous constatons que l'eau est le nerf principal divers secteurs et domaines, comme le bien-être du consommateur et les taux de croissance économique sont liés à la consommation d'eau, c'est pourquoi nous nous efforçons toujours d'étudier et de rechercher des moyens efficaces de gérer et de conserver l'eau souterraine.

Il faut sortir du problème de la rareté, de la sécheresse et des effets résultant de la mauvaise utilisation et de la consommation de l'eau qui conduisent à sa pollution et sa détérioration. On retrouve ici plusieurs études anciennes et récentes liées à l'objet de notre étude.

I.2 Les études précédents :

I.2.1 La première étude :

Intitulée La gestion intégrée de l'eau comme outil de développement local durable, le cas du bassin hydrographique du désert nord, recherche présentée par étudiante **Mohsen Zoubeida**, pour obtenir un doctorat en sciences économiques, spécialisation études économiques, Université de Ouargla, année **2013**, où elle s'appuyait sur la méthode analytique et historique, et la problématique de l'étude était : Peut une gestion intégrée ?

Pour que l'eau souterraines soit un outil de développement local durable, et quel est l'impact de cet outil sur la réalisation du développement du bassin hydrographique du Sahara ? Où nous avons abordé la réalité de l'eaux souterraines dans le désert en termes de ressources et de consommation. [1]

I.2.2 La deuxième étude :

Intitulée L'économie des ressources en eau dans le secteur agricole dans le monde arabe, une étude en Algérie, recherche présentée par étudiant **Adel Kouda**, pour obtenir un doctorat en sciences économiques spécialisé en analyse économique, Université de Biskra, année études de premier cycle 2017/2018, où la problématique de l'étude était : dans quelle mesure l'économie des ressources en eau dans l'agriculture arabe et en Algérie est-elle atteinte ? [1]

Dans son quatrième chapitre, qui s'intitule « L'économie des ressources en eau dans l'agriculture algérienne », il traite des ressources en eau et ses usages en Algérie, ainsi que les politiques de l'eau et le cadre institutionnel en Algérie. [1]

I.2.3 La troisième étude :

Réalisée par l'étudiante **Dekma Abdelali**, un mémoire soumis pour l'obtention d'un master en préparation des milieux naturels (eau et préparation) l'Université de Constantine 2009/2010.

Gestion des eaux souterraines dans la ville de Touggourt, quant à son troisième chapitre, trouve une rationalisation de la consommation d'eau dans la même zone.

I.2.4 Quatrième étude :

Etude du sur investissement par le chercheur **Didoh Ali 2017** Mémoire sur la sécurité de l'eau et la stratégie de l'eau en Algérie première édition Berlin Allemagne Centre Démocratique Arabe l'étude parle d'investissements industriels et agricoles excessifs qui ont réduit le stock d'eau et ainsi provoqué une diminution des eaux souterraines et des eaux de vallée , et cela a conduit à une sorte de déséquilibre environnemental en raison de la pollution causée par certaines usines et déchets, et la diminution du volume d'eau rejetée dans les vallées en raison de la mise en place de barrages sur celles-ci.

I.2.5 Cinquième étude :

Etude sur la sécurité en eau du chercheur **Al-Habitri 2017** Mémoire intitulé Sécurité des ressources en eau en Algérie revue Réalité et Avenir des études de recherche et développement la sécurité en eau vise à protéger les ressources en eau disponibles des menaces extérieures et à assurer la pérennité de ces ressources et la liberté de les utiliser en fonction des priorités et des exigences nationales, en plus de la capacité de développer ces ressources en eau, conformément aux futurs besoins en eau renouvelable (**Al-Habetri 2017**).

La vision de certains experts comprend que le concept de sécurité de l'eau doit être conforme aux indicateurs du bilan hydrique, ce qui signifie le processus d'équilibrage du volume total des ressources en eau traditionnelles et non conventionnelles dans un certain laps de temps et le total volume des besoins en eau nécessaire pour répondre aux différents besoins au cours d'une même période. le bilan hydrique se décline dans trois cas :

- L'état du bilan hydrique : La demande en eau correspond au volume fourni
- L'état d'abondance de l'eau : où le volume d'eau est supérieur aux besoins
- Le cas du déficit hydrique : Le volume des ressources est inférieur au volume requis pour les besoins nécessaires, et il y a ceux qui le connaissent comme liant deux variables, à savoir la sécurité et l'eau, c'est-à-dire qu'avec la présence et l'abondance de l'eau, il est une cause de sécurité et de stabilité. [23]

Elle était aussi définie comme entretenir et utiliser au mieux les ressources en eau, ne pas les polluer, rationaliser leur utilisation pour la consommation, l'irrigation et l'industrie, et s'efforcer de rechercher et développer de nouvelles sources d'eau.

Ces études étaient liées au sujet de notre étude, et nous constatons que les résultats de la plupart de ces études sont représentés dans :

- Considérer les eaux souterraines comme une marchandise économique qui n'est pas gratuite, et donc le gaspillage d'eau ou ne pas rationaliser son utilisation conduira à des dommages à l'environnement.
- Les eaux souterraines sont l'une des conditions de base pour le développement économique, agricole et industriel.
- La nécessité de rationaliser les ressources en eaux souterraines par des dispositifs de rationalisation modernes dans les logements et les équipements publics.
- Développer des projets d'irrigation et mettre en œuvre de nouveaux projets tels que le dessalement de l'eau à des fins agricoles, le traitement des eaux usées et l'utilisation pour l'arrosage des cultures agricoles.
- L'utilisation des techniques modernes d'irrigation (irrigation par aspersion, irrigation goutte à goutte...) par les agriculteurs et l'abandon des méthodes traditionnelles consommatrices d'eau.

I.3 Études internationales sur les modes alternatifs d'utilisation des eaux souterraines :

Utiliser les technologies modernes pour la gestion et la sécurité des ressources en eau (expériences mondiales), et face à la surexploitation des eaux souterraines, L'attention de certains pays s'est portée sur les technologies modernes et divers moyens technologiques avancés, grâce à l'innovation des dispositifs, équipement de contrôle météorologique, traitement des eaux usées pures avec les dernières technologies et autres méthodes utilisées par les pays. Faire face au risque de sécurité financière et atteindre, renforcer la sécurité financière et sa durabilité.

Nous mentionnons les applications de la technologie moderne pour améliorer la sécurité des eaux souterraines :

I.3.1 Technologie de contrôle du la météo en Chine :

La Chine utilisera une technologie de modification du temps (y compris l'ensemencement des nuages pour induire des précipitations pendant les périodes de sécheresse et réduire le froid, ainsi qu'une fonction pour contrôler le temps avant des événements internationaux prestigieux, tels que les Jeux Olympiques en Inde). [24]

Pékin en 2008, et il y a un rapport publié au début de l'année dernière qui explique l'objectif principal de la Chine d'utiliser les technologies de contrôle météorologique, afin d'atteindre des niveaux de précipitations supplémentaires élevés d'ici 2020.



Figure I-1: Pollinisation des nuages

I.3.2 Utilisation de la technologie dans le traitement des eaux usées en Belgique et en Inde :

Une équipe de scientifiques d'une université belge a inventé une machine qui transforme les eaux usées en eau potable pure et en engrais en utilisant l'énergie solaire, une technologie peut être appliquée dans les zones rurales et les pays en développement, car il est plus rationnel d'utiliser l'énergie peut être appliquée dans les zones non raccordées à l'électricité. [24]

Une autre méthode de traitement des eaux usées est la (biotechnologie) ou ce qu'on appelle la biotechnologie, qui est définie comme la science qui traite des méthodes d'utilisation des biosystèmes pour produire un produit ou un service utile, car la biotechnologie fournit un moyen important pour les agriculteurs des pays en développement et arides en recyclant les eaux usées et en les traitant.

I.3.3 Utiliser des boules d'ombrage pour empêcher l'évaporation de l'eau potable en Amérique :

Étant donné que Ghardaïa est une zone chaude et qu'il y a beaucoup d'évaporation d'eau, cette méthode peut être utilisée, les boules d'ombre, comme on les appelle, sont efficaces et peu coûteuses, alors que la valeur de l'ensemble du projet n'a pas dépassé 35 millions de dollars, notant que couvrir le réservoir par des moyens traditionnels aurait coûté 300 millions de dollars au ministère.

La durée de conservation de ces granulés de plastique s'étend sur environ 10 ans, après quoi ils sont recyclés et réutilisés, car l'utilisation de la technologie des boules d'ombre a commencé en 2008 à Los Angeles pour recouvrir le réservoir Ivano de 400 000 boules noires, d'après le ministère de l'Eau. Découvert des niveaux élevés de cassant, qui est cancérigène. Il se forme lorsque le bromure et le chlore réagissent avec la lumière du soleil dans l'eau, et le bromure est naturellement présent dans les eaux souterraines. Alors que le chlore est utilisé pour tuer les bactéries, la lumière du soleil est l'élément qui témoigne de ce mélange. [25]

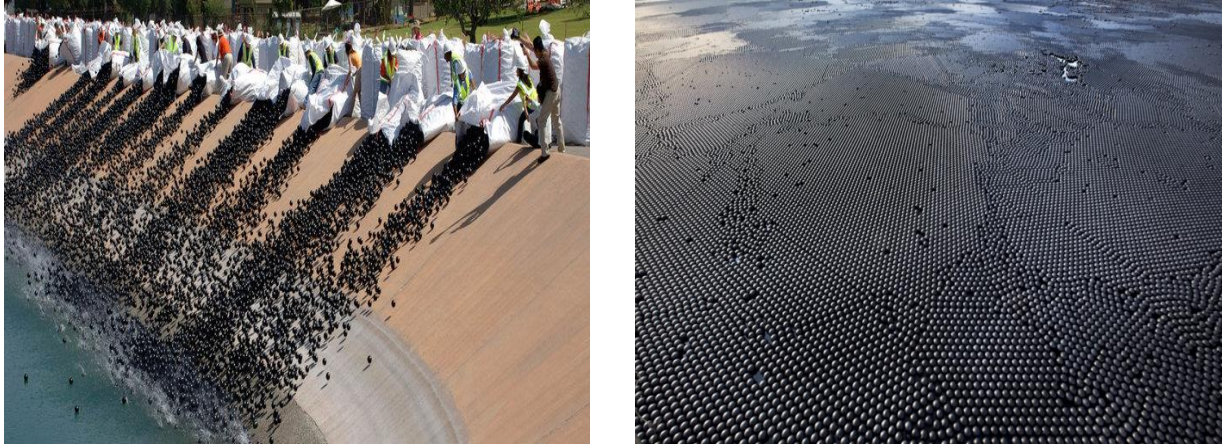


Figure I-2 : des boules d'ombrage pour empêcher l'évaporation de l'eau potable en Amérique

I.4 Conclusion :

À la lumière de ces études qui nous ont aidés dans nos recherches et études, qui traitent principalement des ressources en eaux souterraines et des défis auxquels elles sont confrontées, au premier rang d'entre elles figure la croissance démographique qui se traduit par une augmentation de la demande en eau en plus des phénomènes climatiques, notamment la chaleur en été et dans le désert. Conduisant à une exploitation irrationnelle et excessive des eaux souterraines en particulier.



Chapitre II :
Terminologies

II.1 Intraduction :

L'eau est un corps, incolore, inodore, et insipide de formule H_2O . C'est la seule molécule présente sur terre sous trois états : solide, liquide et gazeux. Elle se trouve en général dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés uniques. L'eau est un solvant efficace pour beaucoup de corps solides c'est pour cette raison qu'elle est souvent désignée de « solvant universel ». L'eau que l'on trouve sur terre est rarement pure. Les chimistes utilisent de l'eau distillée pour leurs solutions, mais cette eau n'étant pure qu'à 99 %, il s'agit techniquement d'une solution aqueuse [8][9].

II.2 Origine de l'eau :

II.2.1 Cycle de l'eau :

Sur Terre, la quantité d'eau est immense. On la trouve dans les mers, lacs et rivières, mais aussi dans les glaciers en montagne, et même dans l'air. A chaque fois, elle se présente sous une forme différente. L'eau de la mer par exemple est liquide. Dans les montagnes, ou sur la banquise, elle est solide. Lorsqu'elle s'évapore, elle devient gazeuse. Et finalement, c'est depuis toujours que l'eau poursuit le même chemin, en passant par ces trois états : solide, liquide et gazeux.

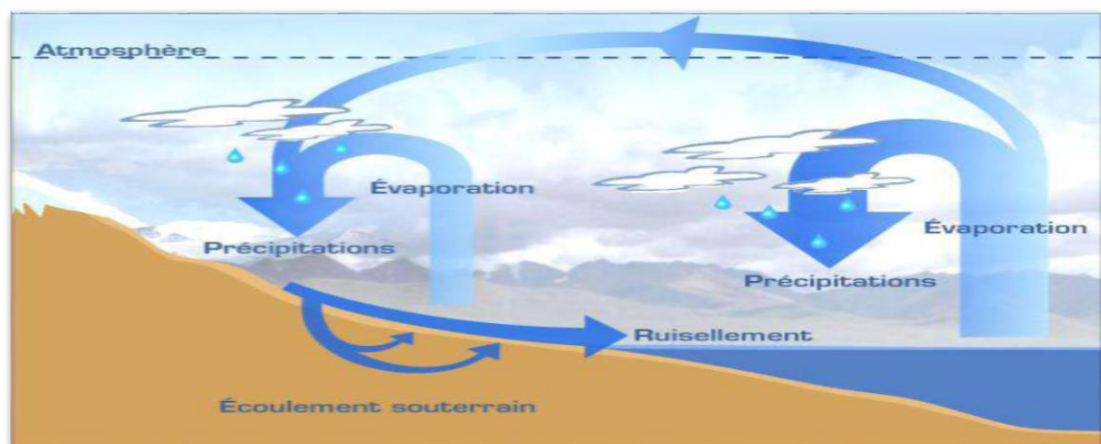


Figure II-1 : Cycle de l'eau dans la nature

II.2.2 Les eaux superficielles

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine soit les eaux de ruissellement, soit les nappes profondes. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable, elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé.

Cette ressource est facilement accessible mais malheureusement fragile et vulnérable à la pollution ce qui la rendant souvent impropre à l'utilisation en l'absence d'un traitement préalable.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous [10][11][12].

II.2.3 Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont des réserves de l'eau qui se localisent dans les profondeurs de la terre et dans les zones saturées leur provenance viennent de l'infiltration et de la percolation des eaux de surfaces dans le sol et elles sont stockées par l'aquifère et des nappes, la composition chimique des eaux souterraine vient de la nature des aquifères traversés par l'eau à travers l'infiltration, lorsque l'eau circule sous-sol s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau.

Les eaux souterraines répondent naturellement aux normes de potabilité mais parfois, elles peuvent contenir des éléments à des concentrations dépassant largement les normes de potabilité, et pour cela elles doivent être traitées avant la distribution pour la consommation, les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux valaient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute. Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ci-dessous.

- Turbidité faible, les eaux bénéficient d'une infiltration naturelle dans le sol.
- Contamination bactérienne faible, le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.
- Température constante. Les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère.
- Indice de couleur faible, les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, sources de couleur.
- Débit constant, contrairement à celui des eaux de rivières, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.
- Dureté souvent élevée, les eaux peuvent être en contact avec la formation rocheuse les métaux bivalents (Mg^{2+} , Ca^{2+} , etc.), responsables de la dureté.
- Concentration élevée de fer et de manganèse, ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous. [13]

II.3 Origines des eaux souterraines :

II.3.1 Eaux météoriques :

La plupart des eaux souterraines ont une origine météorique, c'est-à-dire proviennent des précipitations (pluies, neige) et de leur infiltration dans le sous-sol. Dans les aquifères de grande taille, l'eau peut provenir de périodes où le climat était différent et peut donc servir d'indicateur de paléoclimats. [14]

II.3.2 Eaux juvéniles :

Ces eaux sont libérées directement par des processus magmatiques en profondeur. Elles sont difficilement distinguables des eaux situées en profondeur. Les processus magmatiques peuvent relâcher en plus de l'eau, des composés gazeux (CO_2 par exemple) [14]

II.3.3 Eaux connées :

Les eaux que l'on trouve en profondeur dans la croûte terrestre (à partir de 1 à 2 km) sont dérivées des réservoirs d'eaux météoriques qui ont réagi avec les roches environnantes. Souvent ces eaux sont relativement salées. Les eaux connées peuvent contribuer à l'hydrologie de formations géologiques, ou bien rester piégées dans des roches dont la perméabilité est très faible et dont toute l'eau n'a pas été expulsée. Souvent cette eau est présente depuis la formation de la roche. [14]

II.4 Différents types d'eau souterraine :

Sous l'aspect hydrogéologique, une roche contient de l'eau sous différentes formes : [14]

- Eau de constitution entrant dans la structure cristalline des minéraux (le gypse par exemple a pour formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ;
- Eau adsorbée à la surface des minéraux par des interactions électrostatiques ;
- Eau non-libre située dans les pores fermés et inclusions fluides ;
- Eau libre circulant dans les pores et les fissures.

II.5 Qualité des eaux souterraines :

II.5.1 Qualité organoleptique :

Les propriétés organoleptiques de l'eau font référence à la sensation, bonne ou mauvaise, que le consommateur peut ressentir en buvant de l'eau. Les paramètres organoleptiques sont ceux que le consommateur perçoit immédiatement : la couleur, l'odeur ou la saveur.

II.5.1.1 Odeur et saveur :

L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler.

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.

Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer.[15]

II.5.1.2 Couleur :

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut : Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface). Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages, ...etc. Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures). [15]

II.5.2 Qualité physico-chimique :

II.5.2.1 Température(T) :

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. [15]

II.5.2.2 Dureté ou titre hydrotimétrique (TH) :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français.

II.5.2.3 Turbidité :

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent, c'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles, on mesure la turbidité en unités de turbidité Néphélométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre, cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau.

II.6 Définition de l'eau potable :

L'eau potable est l'eau consommée par la personne sans craindre de danger pour la santé et cette eau est soumise aux exigences de l'organisation mondiale de la santé, la température de l'eau pour la consommation doit être comprise entre 20 et 25 C°. Elle doit être incolore et inodore, ainsi que ses propriétés physiques et chimiques, ainsi que sa qualité bactériologique qui ne nuit pas à la santé [16].

II.6.1 Caractères organoleptiques d'eau potable :

II.6.1.1 La couleur :

Les matières organiques colorées du sol humus sont généralement à l'origine d'une coloration de l'eau potable. Il est fortement affecté par la présence de minéraux tels que le fer, sous forme d'impuretés naturelles ou de matériaux de corrosion. Les restes de l'industrie qui sont jetés dans la nature entraînent une coloration et une pollution de l'eau, ce qui laisse présager un danger.

II.6.1.2 L'odeur :

Elle est causée par la présence des produits chimiques ou des sous-produits du traitement de l'eau (chloration, etc.) ou par la décomposition de matières organiques.

II.6.1.3 Le goût :

Le goût peut être défini comme étant l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche [16]. le goût de l'eau varie d'une région à l'autre en raison des différentes concentrations de minéraux contenus dans l'eau.

II.6.1.4 La turbidité :

Les matériaux en suspension causent de la turbidité de l'eau, notamment du limon, de l'argile, des matières organiques, etc. le degré de turbidité est mesuré par l'abondance de ces particules, après traitement de l'eau, cette turbidité disparaît [16].

II.7 Usage de l'eau

L'eau est une substance indispensable à la pérennité de tous les êtres vivants ayant besoin de leur ration quotidienne d'eau.

L'eau est également une ressource essentielle au développement des sociétés humaines qui se sont implantées bord des cours d'eau. Grâce à ses propriétés exceptionnelles, l'eau est en effet nécessaire à toutes les activités humaines. Ses usages se sont d'ailleurs intensifiés et les volumes d'eau utilisés par l'homme ont décuplé depuis le début du XXe siècle [17][18].

II.8 Croissance démographique et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :

La croissance démographique est en tête de la liste des facteurs contribuant à l'augmentation de la pression sur les ressources en eaux souterraines, car une augmentation de la population entraînerait une augmentation de la demande pour ces ressources pour divers usages, en plus de l'augmentation inévitable de la quantité d'eau destinée à la consommation humaine cela devrait s'accompagner d'une plus grande augmentation dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie et de l'énergie afin d'assurer la production alimentaire ,L'industrie et l'énergie sont en phase avec l'augmentation de la croissance démographique, ce qui peut avoir des conséquences et désastreux pour les quantités disponibles de ressources en eaux souterraines.

II.9 Le développement industriel et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :

Les ressources en eau font partie intégrante de nombreux processus industriels et des augmentations en résulteront les activités économiques entraînent une forte demande en eau pour les usages industriels, le terme « l'eau est désignée ».

Virtuelle « (ou ce qu'on appelle " l'eau cachée ") est la quantité d'eau utilisée pour produire un produit ou fournir un service certain, par conséquent, des milliards de tonnes de produits alimentaires et autres sont commercialisés dans le monde faire en sorte que les pays contribuent involontairement au commerce des ressources en eau.

II.10 Le développement agricole et son impact sur l'équilibre des ressources en eaux souterraines :

Cela aura des conséquences désastreuses sur la quantité disponible de ressources en eau , qui vient au-dessus du bassin désertique du nord dans ce contexte, vous déclarez l'une des études est qu'au cours des deux dernières décennies, l'agriculture a connu une grande expansion dans les zones irriguées en raison des conditions laxistes d'extraction des eaux souterraines, et la plupart des agriculteurs dépassent les taux de pompage Autorisé, forage de puits sans permis, incapacité des institutions à mettre en œuvre la réglementation et à prendre les mesures nécessaires pour arrêter ces irrégularités, en conséquence de tout cela, la superficie des terres cultivées irriguées a augmenté.

II.11 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé certains des termes qui nous concernent dans notre sujet, qui est lié à l'eau souterraine et à son exploitation, y compris l'eau potable, l'eau d'irrigation, les types d'eau souterraine et l'étendue de sa consommation. ,et son impact sur le développement en tous les champs.



Chapitre III : Présentation
de zone d'étude

III.1 situation géographique de la wilaya de Ghardaia :

III.1.1 Introduction :

La wilaya de Ghardaia est située au nord du Sahara algérien, la ville de Ghardaia s'étend à 600 km au sud d'Alger, sa superficie totale est estimée à 86560 km², son extension du nord au sud est de 450 km, et d'est en ouest de 200 à 250 km, il s'élève à 486 m au dessus du niveau de la mer. [2]

Dans ce chapitre, nous tenterons de faire une définition générale des propriétés Climatique, géographique, agricole, et la diversité des ressources en eau ... ce qui nous aidera à avoir une image claire de Ghardaia.

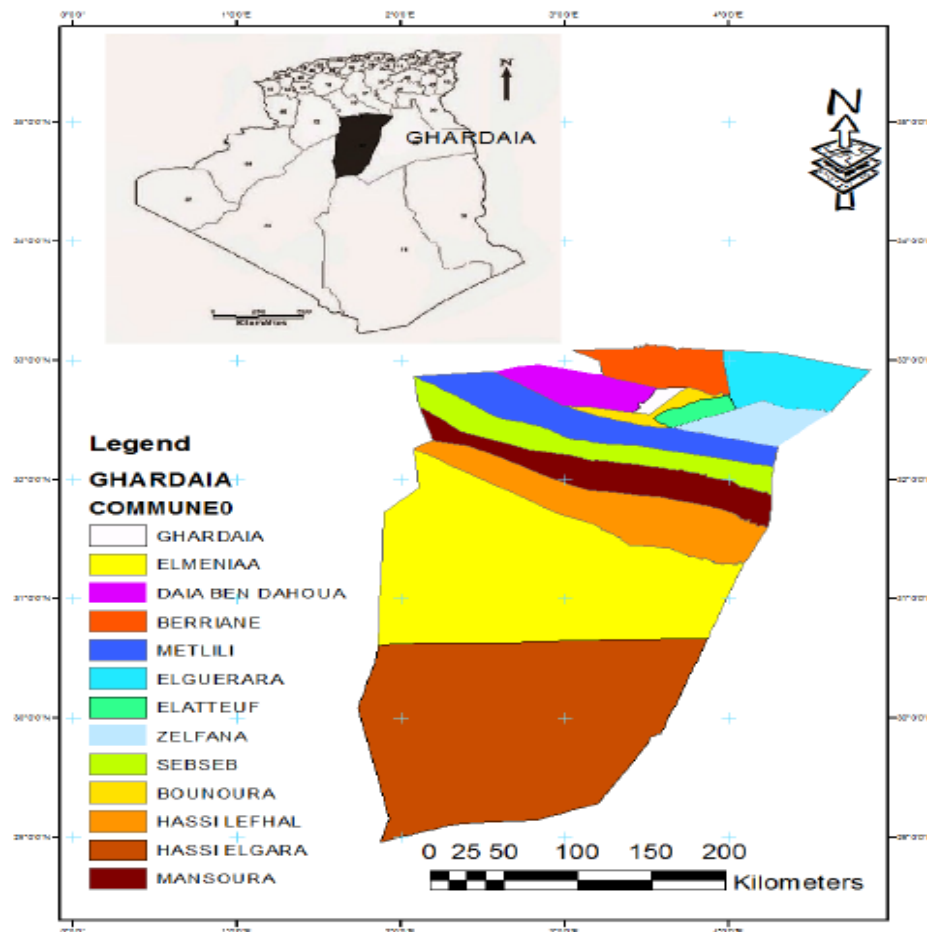


Figure III-1 la wilaya de ghardaia[2]

III.1.2 Situation géographique :

La Wilaya de Ghardaïa est limitée : [2]

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 km)
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa(300km)
- Au l'Est par la Wilaya d'Ouargla(200km)
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1470 km)
- Au Sud-Ouest par la Wilaya d'Adrar(400km)
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad(350km)

III.1.3 Les éléments de Climat :

La région de Ghardaïa est caractérisée par un climat aride saharien, mais la présence d'une végétation abondante peut modifier localement les conditions climatiques.

III.1.3.1 Pluviométrie :

A Ghardaïa, Les précipitations sont très faibles et irrégulières, elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée moyenne de quinze jours (15 jours/an). (Atlas de Ghardaïa, 2004)

III.1.3.2 Température

Elle est très différente entre le jour et la nuit, l'été et l'hiver. La période chaude commence au mois de Mai jusqu'au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 36,3 °C, et la température maximale de cette période est 46 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 12,2 °C, et la température minimale de cette même période est 2,5 °C, et les différentes températures moyennes sont représentées dans la Figure III-2 [3]

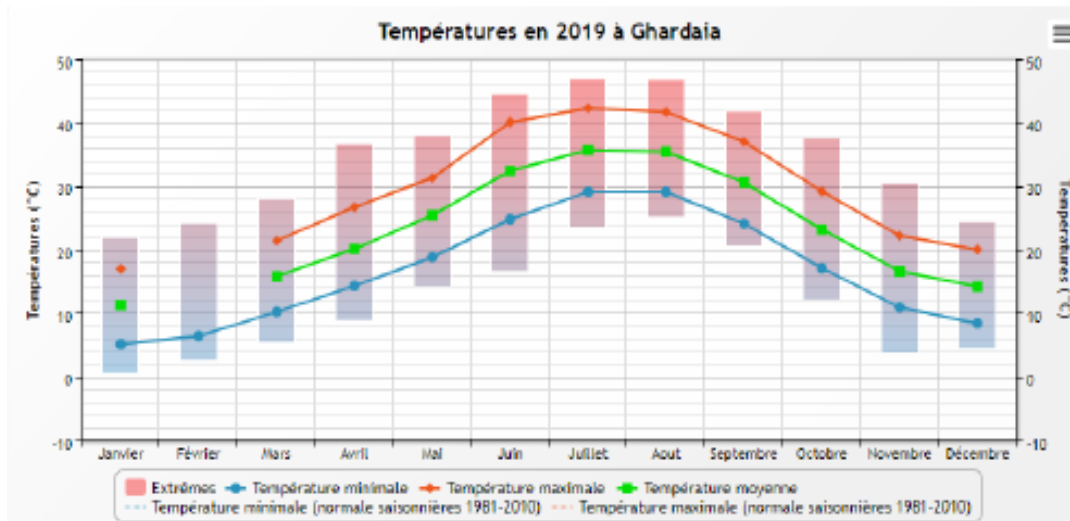


Figure III-2 : Températures moyennes mensuelles (2009-2019)

III.1.3.3 La précipitation :

La précipitation entre dans le bilan hydrogéologique et pour estimer la réserve d'eau dans la nappe superficielle et le régime des cours d'eau dans le bassin. Elles sont exprimées généralement en hauteur d'eau précipitée par unité de surface horizontale (mm). [3]

Les précipitations moyennes mensuelles sont en générale faibles caractérisant les climats arides. Les valeurs maximales son enregistrées au mois de Mars (42 mm) et Octobre (14mm), et la valeur le plus moins a été enregistrées au mois de juillet (1mm), la valeur nulle au mois de Juin. Ce qui explique la sécheresse de la région étudiée.

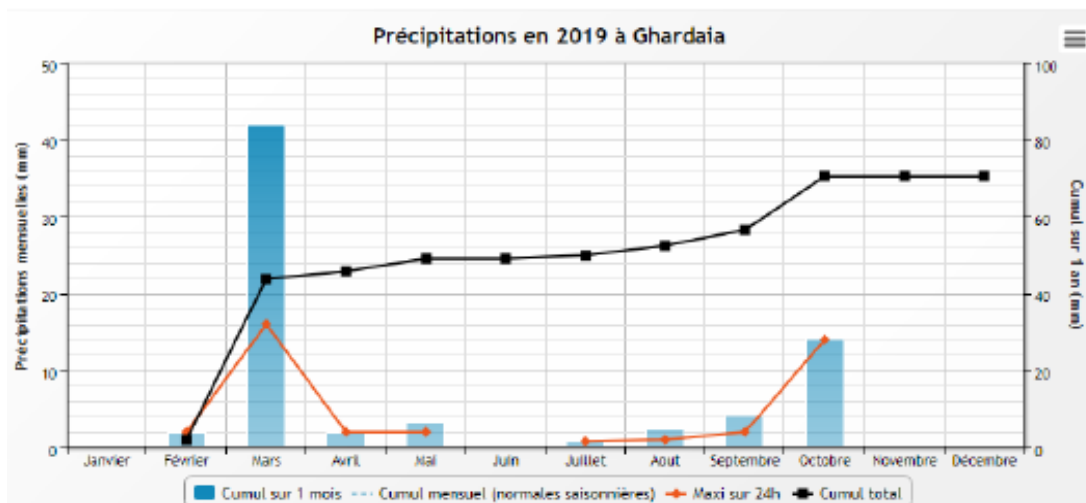


Figure III-3 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles

III.1.3.4 Evaporation :

L'évaporation mesurée sous abri par l'évaporomètre de piche est de l'ordre de 3110 mm/an. À savoir 35 fois plus grande que la pluviométrie, avec un maximum au mois de juillet de l'ordre de 372 mm et un minimum de 95 mm obtenue au mois de Janvier (Fig.08). Ces valeurs élevées sont reliées à la forte température et aux vents violents. [3]

Table III-1 : l'évaporation moyenne mensuelle de Ghardaïa (2007 -2017)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evap (mm)	95	118	168	228	281	342	372	346	254	166	117	146

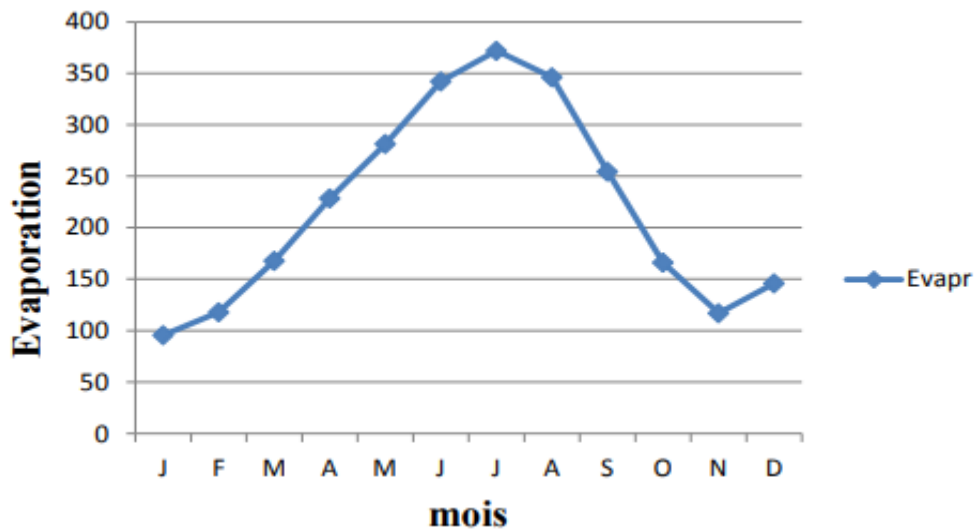


Figure III-4 : L'évaporation mensuelle de la région de Ghardaïa

III.1.4 Géologie de la région :

La forme géologique général de la région se compose de : les ergs (massifs de dunes). Les Regs, (plaines caillouteuses). La majorité des sols sont pierreux.

Nous pouvons distinguer les différents types du sol de cette région dans la figure (II-5).

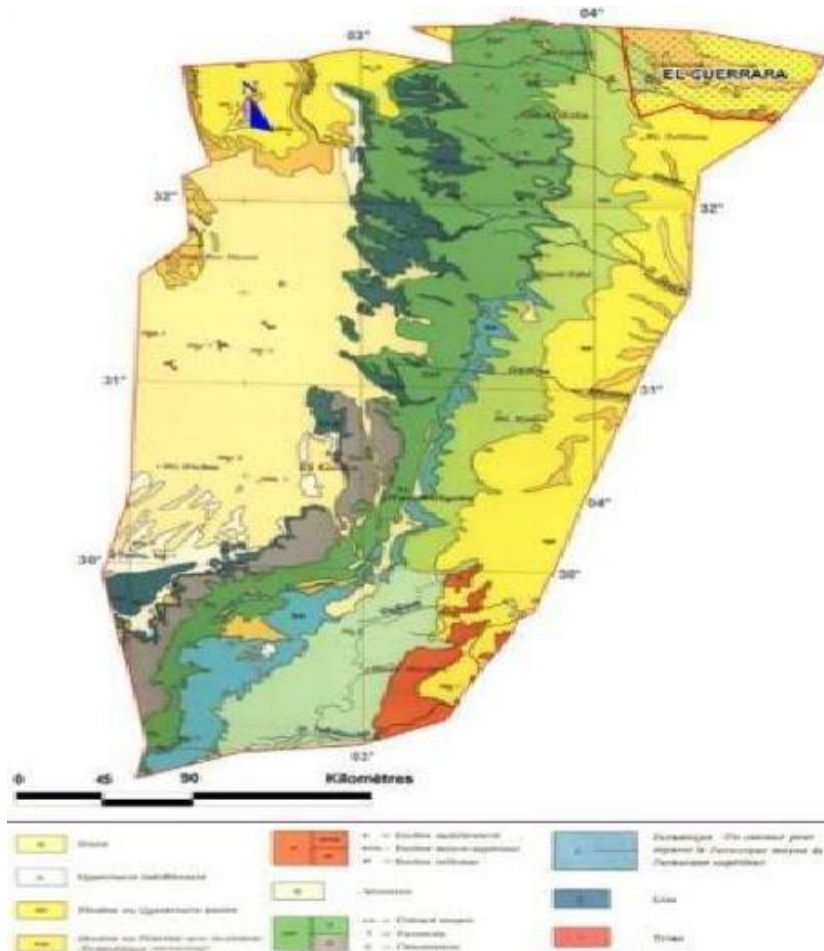


Figure III-5 : carte géologique de la région de ghardaia (ANRH 2010)

III.1.4.1 Albien :

Dépôt continental argilo-détritique d'une épaisseur qui peut atteindre plus 400 mètres, composé de sable et grès à passage d'argile multicolore sableuse. Il renferme une importante réserve d'eau souterraine. [4]

III.1.4.2 Turonien :

Dépôt carbonaté de 120 mètres d'épaisseur, formé essentiellement de calcaire gris dolomitique massif. [4]

III.1.4.3 Quaternaire :

Ces formations sédimentaires spécifiquement sahariennes sont des alluvions quaternaires fluviales qui ne se trouvent pas exclusivement dans les vallées de

ruissellement mais elles remplissent aussi de grandes aires déprimées dans les chaînes plissées de l'atlas saharein. [5]

III.1.5 Hydrogéologique de la région

III.1.5.1 Le système aquifère de Sahara septentrional (SASS) :

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) s'étend sur une vaste zone dont les limites sont situées en Algérie, en Tunisie et en Lybie. Ce bassin renferme une série des couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). Le domaine du SASS couvre une superficie d'environ 1 000 000 km² dont 70 % se trouve en Algérie, 24 % en Lybie et 6 % en Tunisie et s'étend du Nord au Sud, depuis l'Atlas Saharien jusqu'aux affleurements de Tidikelt et du rebord méridional de Tihert et d'Ouest en Est depuis la vallée de Guire-Saoura jusqu'au graben de Hun en Lybie. Ce bassin se subdivise en trois : deux sous-bassins du Grand Erg occidental et de Grand Erg oriental qui sont des cuvettes à écoulement endoréique aboutissant dans des dépressions fermées (chotts et sebkhas) et le plateau de la hamada El Hamra. Nous rappelons ci-dessous les définitions des aquifères du « CI » et du « CT » [6]

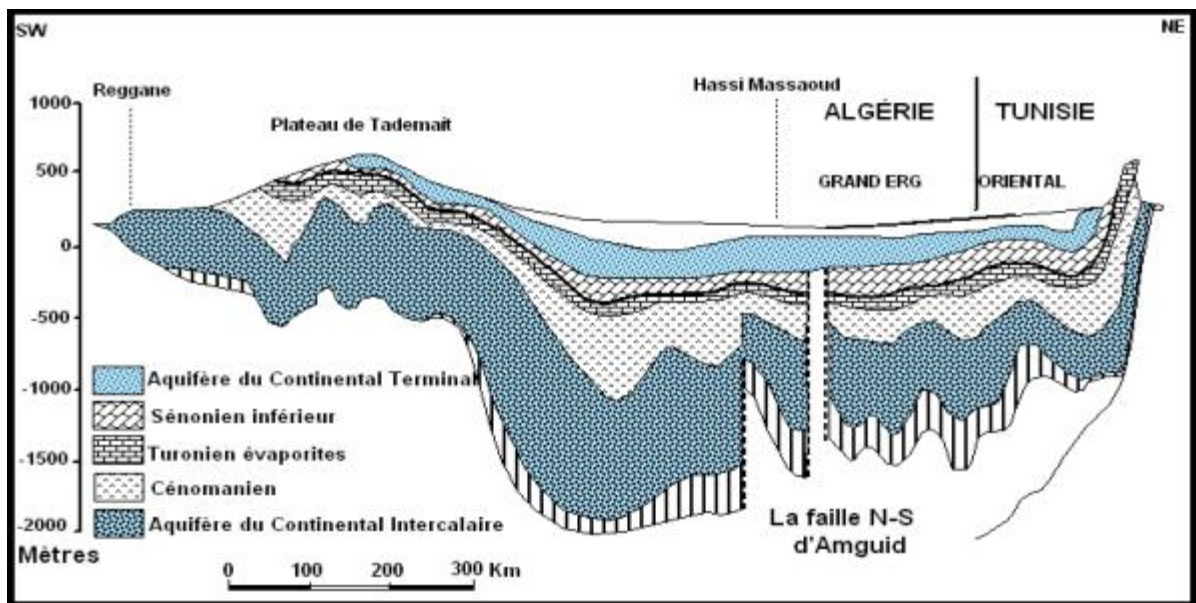


Figure III-6 Coupe hydrogéologique NE-SW du bassin SASS (ERESS, 1972)

III.1.5.2 Le Continental Intercalaire (CI) :

Le Continental Intercalaire est défini comme l'aquifère le plus étendu du bassin, ses extensions déterminent également les limites qui ont été attribuées au domaine du SASS.

Majoritairement, il comprend toutes les formations sablo-gréseuses et argilo-sableuses du Crétacé inférieur. Les épaisses séries argilo-évaporitiques du Cénomaniens constituent un toit imperméable de l'aquifère. [5]

III.1.5.3 Limites et structure du CI :

La dorsale du M'zab, orientée approximativement Nord-Sud, divise le domaine du CI en deux sous-bassins hydrogéologiques : le bassin oriental et le bassin occidental. L'ensemble couvre une surface de 1100.000 de km², et une épaisseur moyenne de 358mètres La partie Sud du réservoir du CI est largement affectée par les accidents Nord-Sud d'Amguid El Biod qui se prolonge du socle primaire d'El Hoggar. [6]

III.1.5.4 Piézométrie et alimentation du CI :

L'examen de la carte piézométrique de la nappe du CI, établie par l'OSS (2003), révèle que les écoulements des eaux de la nappe en provenance de l'Atlas saharien, se trouvaient scinder au niveau l'axe de la dorsale du ghardaia, en deux directions privilégiées ; un écoulement vers le Sud et le Sud-Ouest, régions de Tidikelt, Touat et Adrar. L'autre direction vers le Nord-Est, vers la zone des chotts et vers la nappe de la zone côtière de la Tunisie.

Malgré sa situation en zone aride, on admet que le CI est directement alimenté par l'infiltration des eaux de ruissellement sur les zones périphériques d'affleurement, dans les piedmonts de l'Atlas saharien et les rebords Sud des plateaux de Tidikelt et Tiniher.

L'alimentation du CI s'effectue aussi indirectement dans le grand erg occidental, à travers les dunes de sables. [6]

III.1.5.5 Structure du ci dans la région ghardaia :

Le continental intercalaire dans la région du M'zab est composé de sables fins et de grès jaunâtres à gris à intercalations d'argiles. Cette masse grés-sableuse est aquifère, dont l'Albien est l'étage qui est capté et exploité avec succès par plusieurs forages dans tout le territoire de la

wilaya de Ghardaïa. La profondeur du toit de l'aquifère varie selon la région, il est entre 80 et 150 mètres au sud de la wilaya dans la région d'El Meniaa, par contre à l'Est le toit n'est atteint qu'à partir de la profondeur de 650 à 700 mètres (région de Zelfana et Guerrara).

Dans la vallée du M'zab le toit de l'aquifère albien est atteint à la cote de 290 à 300 mètres. L'ensemble des forages exploitants l'aquifère dans la vallée ont une profondeur moyenne de 500 mètres.

L'hydrodynamisme de la nappe varie selon l'altitude de la zone d'une part et l'épaisseur des formations sus-jacentes formant le toit de cette dernière d'autre part.

La nappe est artésienne jaillissante admettant des pressions en tête des ouvrages de captage variant entre 0,5 à 4 bars dans les régions Sud et Est du territoire de la wilaya. Par contre à l'Ouest et au nord la nappe est exploitée par pompage.

III.1.5.6 Complexe terminal :

Le complexe terminal couvre une superficie de 665.000 km², il regroupe plusieurs aquifères à formation géologiques différentes, d'âge Turonien, Sénonien, Eocène et Mio-pliocène. Interconnectés entre eux, l'ensemble forme un même système hydraulique. Ces limites d'affleurement sont :

- Au Nord, dans le sillon des chotts algéro-tunisiens.
- A l'Est, le long du flanc oriental du Dahar et du J. Nafusa en Tunisie,
- Au Sud, sur les plateaux de Tinrhert et de Tademaït,
- Al'Ouest, sur la dorsale du M'zab (calcaires du Turonien), considérée comme une zone d'alimentation du CT. Etant la limite de la nappe du CT est située plus à l'Est de la région du M'zab, cette dernière n'est pas captée avec succès dans la région de Ghardaïa. De ce fait, nous n'aborderons en détail que la nappe du CI. [6]

III.1.5.7 Alimentations écoulement :

Pour la nappe complexe Terminal, le remplissage le plus important du réservoir s'est fait essentiellement pendant les périodes pluvieuses du Quaternaire. Actuellement la recharge de la nappe se continue à travers des quantités d'eaux non négligeables :

- Soit par infiltration du ruissellement des Oueds descendant des massifs montagneux. Ces derniers traversent les formations perméables affleurantes, notamment au pied de l'Atlas saharien, du M'zab et du Dahar.
- Soit par infiltrations des pluies exceptionnelles dans les sables du grand Erg oriental reposant en partie sur des horizons perméables du Complexe Terminal. [7]

Aquifère albein la région de Ghardaïa :

Celle-ci est une nappe chaude, elle constitue par conséquent le plus important réservoir géothermique dans le Sahara algérien.

La nappe du Continental Intercalaire du Sahara septentrional, d'une façon générale, les formations sableuses et résog-argileuses allant du Barrémien jusqu'à l'Albien. Néanmoins, dans la wilaya de Ghardaïa, seule la couche aquifère argilo-gréseuse d'âge Albien est atteinte et exploitée avec succès.

Selon la région et la pente de la couche, l'Albien est capté à une profondeur de 160 à 1000 mètres en allant de l'Ouest vers l'Est de la wilaya.

Le toit de l'aquifère est moins profond il varie entre 60 et 150 m dans les zones sud-ouest exemple (Hassi-fhal et El-Menia) ce qui explique le nombre important des forages dans ces zones notamment à usage agricoles. Cependant la profondeur du toit est plus élevée dans les zones nord est Guerrara et Zelfana elle varie entre 650 et 700 m ce qui explique le nombre modéré des forages albiens dans ces régions. Dans les communes entourant le chef-lieu, comme Metlili, Daya, Bonoura, Atteuf, Berriane, Sebseb et Mansoura la variation des profondeurs du toit est de 250 à 320 m. Localement, l'écoulement général des eaux se fait d'Ouest en Est.

L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime, provient directement des eaux de pluie au piémont Sud de l'Atlas Saharien en faveur de l'accident Sud-Atlasique.

III.2 Conclusion :

Le climat dominant est ce de Sahara qui est caractérisé par des hivers courts et rigoureux et des étés longs et chauds, les températures sont extrêmement élevées peuvent dépassées 40° en été.

La région de Ghardaïa fait partie de système aquifère de Sahara septentrional (SASS), les principales ressources en eau dans la région sont d'origine souterraine. Elles sont stockées dans deux types d'aquifères : les aquifères superficiels qui sont abrités dans le calcaire dusénonien carbonaté, calcaire fissurés duturonien et dans les alluvions des vallées des oueds de la région, alimentée directement par les eaux des pluies, ainsi que les fréquents écoulements des oueds, et l'aquifère profonde souvent captif du continentale intercalaire, qui est composé de sable, grés et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région elle est captée à une profondeur allant de 80 à 1000 m, par des forages à différents usages ; l'irrigation, l'industrie et l'AEp.

Chapitre IV : Exploitation
des eaux souterraines et les
problemes rencontrés

IV.1 Besoins en eau de la ville de Ghardaïa :

IV.1.1 Introduction :

L'évolution des besoins en eau d'une région est intimement liée à l'évolution de la population de cette dernière, il nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur, cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur.

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, du niveau de vie de la population, ...), elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre.

IV.1.2 Evolution de la population :

D'après le recensement de l'année 2021, le nombre total des habitants de la région ciblée par l'étude s'élèverait à 133024 habitants. Les prévisions seront établies pour l'horizon 2053.

Cependant, nous pouvons estimer la population future par l'application de la formule des intérêts composés :

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

Avec :

P_n : population future prise à l'horizon 2053 (hab.).

P_0 : population de l'année de référence 2021 (hab.).

t : taux d'accroissement annuel de la population, d'après l'O.N.S ce taux est pris égal à 1,7 % dans cette région.

n : nombres d'années séparant l'année de référence d'horizon considéré.

Dans notre cas :

$$P_0 = 133024 \text{ hab.}$$

$$t = 1,7 \%$$

$$n = 32 \text{ ans [2021 - 2053]}$$

Alors l'évolution de la population sera comme suite :

Table IV-2 : Répartition de la population à l'horizon d'étude

Années	Taux d'accroissement	Population
2021	–	133024
2023	1.7	137585
2038	1.7	177168
2053	1.7	228140

On constate que la population de la zone d'étude sera de 228140 habitants à l'horizon 2053.

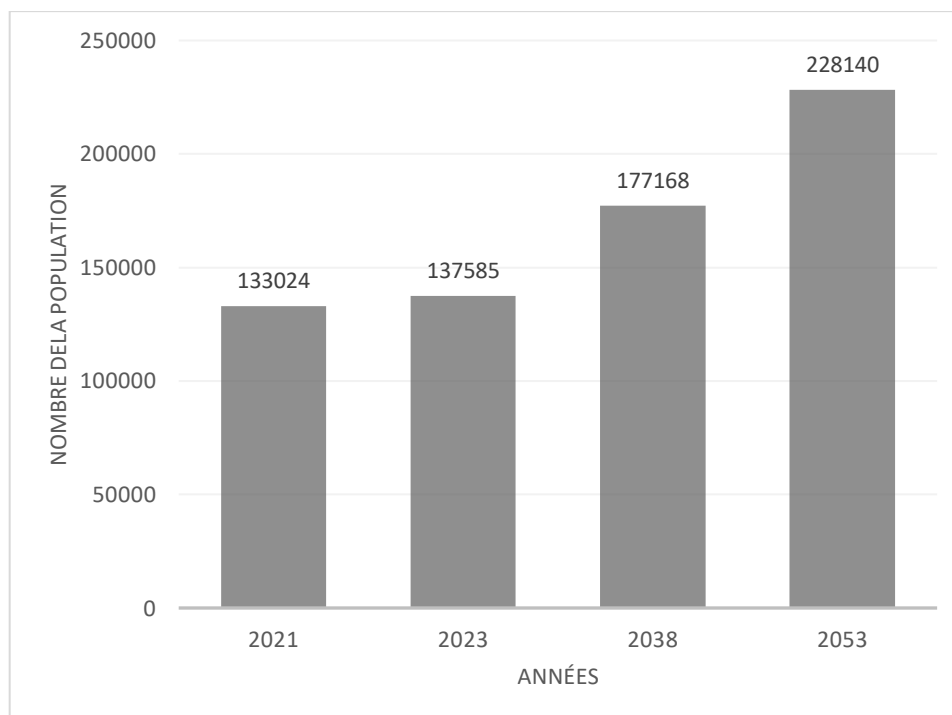


Figure IV-1 : Accroissement de la population de zone d'étude: (2021-2053)

IV.1.3 Evolution des besoins en eau potable :

Il paraît intéressant de commencer d'abord par définir quelques notions clés concernant l'évolution des besoins en eau potable. En effet on distingue :

- Le besoin unitaire : au niveau d'un usage particulier, qui est la quantité d'eau nécessaire pour une certaine utilisation, par exemple pour une douche, ou pour un cycle de machine à laver.
- Le besoin global par jour : pour un usager, qui est la somme des besoins unitaires résultant de l'utilisation qu'il a faite de l'eau.
- La demande : qui est la quantité d'eau à prélever dans le milieu naturel à chaque instant pour faire face à la couverture des différents besoins, compte tenu des pertes du prélèvement à l'utilisation.

Il est à noter aussi que le besoin en eau est circonstanciel, il se rapproche du minimum technique, si l'eau est rare ou chère et s'en écarte beaucoup si l'eau est peu coûteuse ou gratuite. Il ne faut donc pas s'étonner de la grande fluctuation des besoins élémentaires établis par divers auteurs dans différents pays.

Des divers besoins spécifiques, on citera les suivants :

IV.1.4 Besoins domestique :

On entend par besoins domestiques, l'utilisation de l'eau pour la boisson, la préparation des repas, la propreté, le lavage de la vaisselle et du linge, les douches, l'arrosage des jardins familiaux ...etc.

Les besoins en eau domestique dépendent essentiellement du développement des installations sanitaires et des habitudes de la population.

Mais actuellement pour le calcul des besoins domestiques futur de la zone d'étude , la consommation journalière pour chaque habitant à différents horizons est donnée dans le tableau ci-dessous, ces dotations sont fournies par L'ADE.

Table IV-3 : Répartition de la dotation de zone d'étude à l'horizon d'étude

Horizon	Population / hab	Dotation l/j/hab
2021	133024	180
2023	137585	180
2038	177168	200
2053	228140	220

IV.1.5 Demande en eau :

La demande en eau varie de plus en plus au cours de la journée et peut atteindre une valeur supérieure au double voir triple de la moyenne journalière, cette variation n'a aucun effet sur les besoins évalués en volume, bien qu'elle doive dicter les paramètres de dimensionnement des conduites du réseau de distribution et des ouvrages de stockage.

La consommation moyenne journalière est obtenue par la formule :

$$Q_{\text{moyj}} = q_i \times N_i \text{ (m}^3 \text{ / j)} \quad \text{IV-2}$$

Avec :

Q_{moyj} : consommation moyenne journalière (m³/j).

q_i : dotation journalière (l/j/hab).

N_i : nombre de consommateurs. (hab).

IV.1.6 Majoration des besoins au futur :

Les fuites d'eau sur le réseau sont parfois importantes, elles se produisent en grande partie sur les branchements particuliers. Pour un réseau ancien elles peuvent atteindre jusqu'à 30% environ de débit total, ces fuites dépendent de l'état du réseau. Elles sont évaluées principalement par une mesure nocturne du débit (c à d là où les robinets sont fermes). Actuellement en Algérie

les fuites sont estimées à 10 % de la consommation moyenne journalière, les tableaux suivants représentent les besoins pour différents équipements :

Table IV-4 : Besoins domestiques

Horizon	Population (hab)	Dotation (l/j/hab)	Besoins (m ³ /j)	Majoration Fuites 10 % (m ³ /j)	Besoins Totaux (m ³ /j)
2021	133024	180	23944	2394.40	26338.40
2023	137585	180	24765	2476.50	27241.50
2038	177168	200	35433	3543.30	38976.30
2053	228140	220	50190	5019.00	55209.00

IV.1.7 Besoins sectoriels :

Table IV-5: Besoins scolaires

Equipements	Effectifs (Élèves)	Dotation (l/j/élève)	Q _{moyj} (m ³ /j)
5 Ecoles primaires+4 CEM+3 Lycées	7354	20	827.08
2 Résidences universitaires + 3 facultés universitaires	10188	30	1055.64
5 centres de formations	1619	5	8.095
Total			1890.81

Table IV-6 : Besoins sanitaires

Equipements	Effectifs	Dotation (l/j/unité)	Q _{moyj} (m ³ /j)
1 Hôpital	518 lits	300	155.40
5 polycliniques	250 patients	20	5
11 Salle de soins	550 patients	20	11
Total			171.40

Table IV-7 : besoins sportifs

Equipements	Effectifs (Personnes)	Dotation (l/j/hap)	Q _{moyj} (m ³ /j)
2 stades	200	50	10
20 aires de jeux	2200	50	110
1 bassin de natation	100	300	30
2 Salle de sport	200	50	10
Total			260

Table IV-8 : besoins commerciaux

Equipements	Effectifs (Unité)	Dotation (l/j/hab)	Q _{moyj} (m ³ /j)
1 Marché de gros	20072 m ²	5	100.36
4 Marché de détail	107905 m ²	5	539.52
3 hôtels	241 lits	200	48.20
Total			639.88

Table IV-9 : Besoins socioculturelles

Equipements	Effectifs (Personnes)	Dotation (l/j/hab)	Q _{moyj} (m ³ /j)
4 maisons de jeune	1200	20	24
1 auberge	100	30	3
5 bibliothèques	250	10	2.5
30 mosquées	13125	50	656.25
Total			685.75

Table IV-10 Récapitulatif de la consommation moyenne journalière

Besoins	Q_{moyj} (m ³ /j)
Domestiques (m ³ /j)	55209
Scolaires (m ³ /j)	1890.81
Sanitaires (m ³ /j)	171.4
Sportif (m ³ /j)	260
Socioculturelles (m ³ /j)	687.25
Commerciaux (m ³ /j)	639.88
Total	58858.3 4

Les besoins moyens journaliers de la zone d'étude sont estimés à 58858.34 m³/j.

IV.1.8 Variation de la consommation journalière :

Suivant les jours de l'année, le débit consommé est plus grand ou plus petit que la valeur moyenne calculée, ceci est dû aux différents climats et coutumes.

Il s'agit donc de calculer les débits de consommation journaliers maximums et minimums.

IV.1.8.1 Coefficient d'irrégularité journalière maximum :

Le coefficient d'irrégularité journalière maximum ($K_{max.j}$) qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages peut être obtenu par le rapport de la consommation maximale journalière à la consommation moyenne journalière.

Ce coefficient nous permet de savoir de combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

IV.1.8.2 Coefficient d'irrégularité minimum journalier :

Il est défini comme étant le rapport de la consommation minimale journalière et la consommation moyenne journalière.

Il nous indique de combien de fois la consommation minimale journalière est inférieure à la consommation moyenne journalière.

IV.1.8.2.1 Consommation maximale journalière :

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année où la consommation est maximale.

IV.1.8.2.2 Consommation minimale journalière :

Le débit minimum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année où la consommation est minimale.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Table IV-11 : calcul de la consommation maximale et minimale journalière

La zone	$Q_{\text{moy j}}$ (m ³ /j)	$K_{\text{min j}}$	$Q_{\text{min j}}$ (m ³ /j)	$K_{\text{max j}}$	$Q_{\text{max j}}$ (m ³ /j)
(1)	58858.34	0.8	47086.67	1.2	70630

IV.1.8.3 Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{\text{max h}}$) :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie.

D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{max} et β_{max} ; tel que :

$$K_{\text{max}} = \alpha_{\text{max}} \times \beta_{\text{max}}$$

IV-3

Avec :

α_{max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend $\alpha_{\text{max}} = 1,5$

β_{max} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Le tableau IV-11 donne Sa variation en fonction du nombre d'habitants :

Table IV-12 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,1

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 228141 hab, donc $\beta_{\text{max}} = 1,1$, d'où la valeur de K_{maxh} sera égale à : 1.65

IV.1.8.4 Coefficient d'irrégularité minimal horaire (K_{minh}) :

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\text{minh}} = \alpha_{\text{min}} \times \beta_{\text{min}} \quad \text{IV-4}$$

Avec :

α_{min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de 0,4 à 0,6. Pour notre cas on prend $\alpha_{\text{min}} = 0,4$.

β_{min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau 22 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Table IV-13 : β_{min} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,63	0,7

Pour notre cas on prend $\beta_{\text{min}} = 0,7$, d'où la valeur de K_{minh} sera égale à : 0.28

IV.1.8.4.1 Détermination des débits horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

IV.1.8.4.2 Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par : $Q_{\text{moyh}} = 2942.91 \text{ m}^3/\text{h}$.

IV.1.8.4.3 Débit maximum horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\text{maxh}} = K_{\text{maxh}} \times Q_{\text{moyh}} \quad \text{IV-5}$$

Avec :

Q_{moyh} : débit moyen horaire en m^3/h . K_{maxh} : coefficient d'irrégularité maximale horaire.

Donc : $Q_{\text{maxh}} = 4855.81 \text{ m}^3/\text{h}$.

IV.1.8.4 Débit maximum horaire :

Elle correspond à l'heure la moins chargée des 24h, cette consommation s'observe pendant les heures creuses. Elle est calculée comme suit :

$$K_{\text{minh}} = k_{\text{minh}} \times Q_{\text{moyh}} \quad \text{IV-6}$$

Avec :

Q_{moyh} : débit moyen horaire en m^3/h . K_{minh} : coefficient d'irrégularité minimale horaire.

Donc : $Q_{\text{minh}} = 824 \text{ m}^3/\text{h}$

IV.1.9 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau : IV-14

Table IV-14 : répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures (h)	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Remarque :

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas ont choisie la répartition variant plus de 100000 hab, dont la partition est indiquée dans le tableau : IV-14

Table IV-15 : variation des débits horaires de la zone d'étude

Heures	Consommation totale $Q_{\max j} = 70630 \text{ (m}^3\text{/j)}$		Courbe de la consommation Cumulée (intégrale)	
	%	M ³ /h	%	M ³ /h
0-1	3.35	2366.11	3.35	2366.11
1-2	3.25	2295.48	6.6	4661.59
2-3	3.30	2330.79	9.9	6992.38
3-4	3.20	2260.16	13.1	9252.54
4-5	3.25	2295.48	16.35	11548.01
5-6	3.40	2401.42	19.75	13949.43
6-7	3.85	2719.26	23.6	16668.69
7-8	4.45	3143.04	28.05	19811.72
8-9	5.20	3672.76	33.25	23484.48
9-10	5.50	3884.65	38.75	27369.13
10-11	4.85	3425.56	43.6	30794.69
11-12	4.60	3248.98	48.2	34043.67
12-13	4.60	3248.98	52.8	37292.65
13-14	4.55	3213.67	57.35	40506.31
14-15	4.75	3354.93	62.1	43861.24
15-16	4.70	3319.61	66.8	47180.85
16-17	4.65	3284.30	71.45	50465.14
17-18	4.35	3072.41	75.8	53537.55
18-19	4.40	3107.72	80.2	56645.27
19-20	4.30	3037.09	84.5	59682.36
20-21	4.30	3037.09	88.8	62719.45
21-22	3.75	2648.63	92.55	65368.07
22-23	3.75	2648.63	96.3	68016.70
23-24	3.70	2613.31	100	70630.00
total	100			70630.00

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de la consommation

Totale et celui de la courbe intégrale (voir Fig N° IV-2, IV-3).

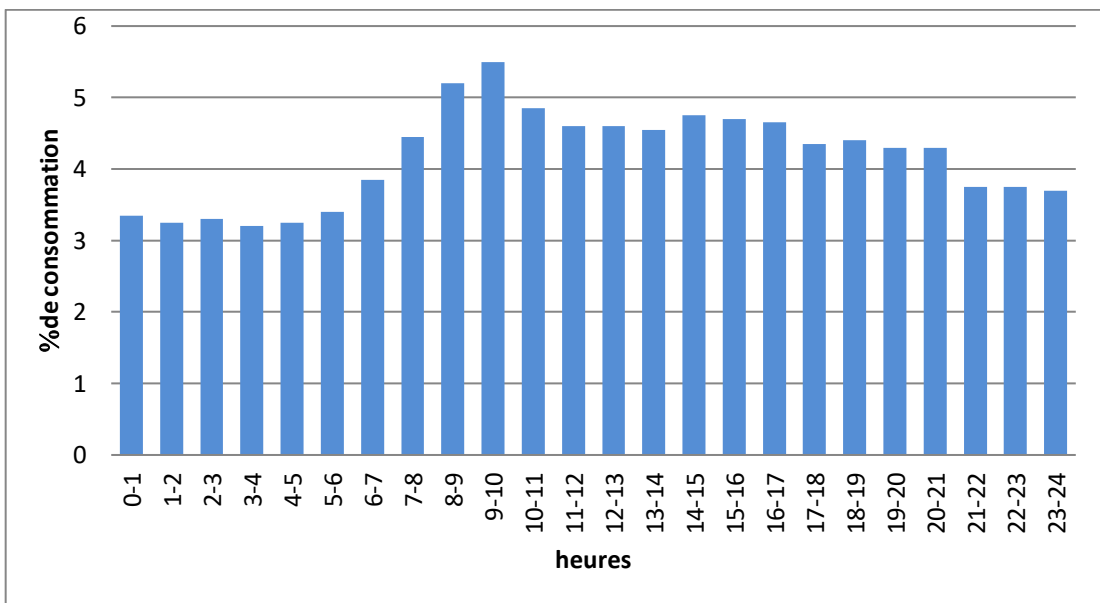


Figure IV-2 : Histogramme de consommation totale

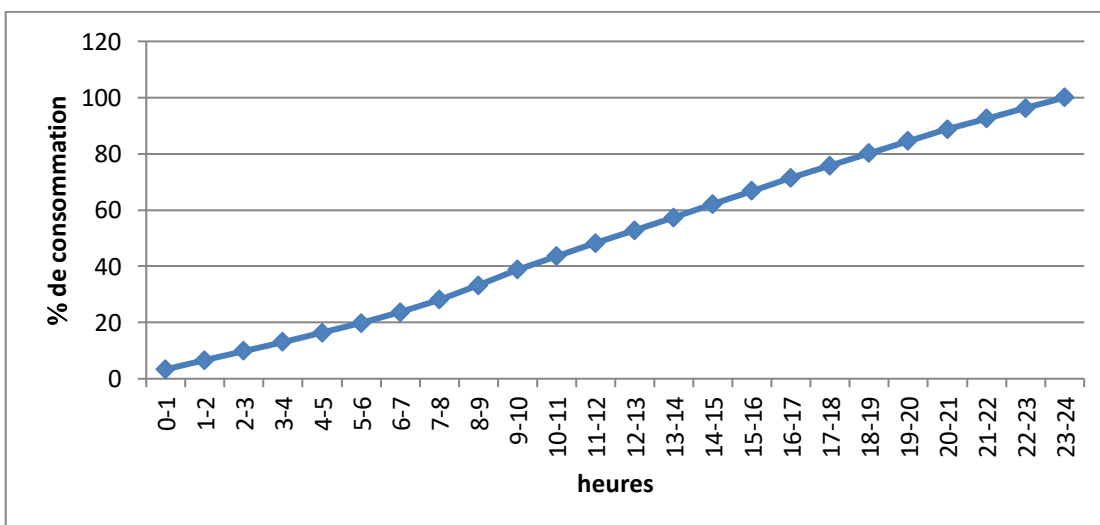


Figure IV-3 : tracé de la courbe intégrale

IV.2 Moyens ou structures de mobilisation des ressources en eaux souterraines :

Après avoir découvert les ressources en eau souterraine et déterminé les couches porteuses concernées, test la dernière étape Représenté dans la façon de l'extraire, qui ne se matériali sera que par la mise en œuvre de moyens ou de structures.

Obtention des ressources en eaux souterraines représentées dans :

IV.2.1 Les Puits :

Ce sont des ouvertures créées par l'intervention humaine au niveau de la croûte terrestre pour relier la surface de la terre et l'aquifère, grâce à lui, il est possible de mobiliser et d'exploiter les ressources en eau souterraines, ces dernières qui a connu la demande croissante pour qu'il réponde aux besoins de différents secteurs, se traduisant par une réelle augmentation des inscriptions, il est considéré comme le premier moyen de mobiliser ce type de ressources.

IV.2.2 Puits de surface :

Ce sont les puits qui sont forés pour extraire les eaux souterraines d'une couche porteuse l'eau est située au sommet de la première couche imperméable (sourde ou imperméable), et la hauteur de l'eau est en son absence le fonctionnement du puits est égal au niveau de la surface de l'eau souterraine et égal à la pression atmosphérique, et c'est considéré comme ce type parmi les puits, ces puits qui sont creusés manuellement et se distinguent par leurs grands diamètres.

IV.2.3 Les puits de forage

Les puits de forage sont forés à l'aide de perceuses à percussion ou de foreuses rotatives, par forage à une profondeur de plus de 304 mètres, de sorte que le puits pénètre dans les couches de roches incohérentes, ce qui pourrait entraîner l'écoulement de sédiments dans le puits ou l'événement des effondrements; par conséquent, il est important de bien couvrir le puits pour empêcher l'écoulement de sédiments dans l'eau à l'intérieur, en utilisant certains matériaux tels que le ciment pur ou la bentonite, et un équipement spécial est utilisé pour forer des puits, tels que une antenne rotative, un trou marteau, un godet ou une tarière, ou avec la technique du forage rotatif inversé.

IV.3 Répartition et Nombre de forage de ghardaia :

La nappe de l'Albien, selon l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est :

- Jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage (Zelfana. Guerrara et certaines régions d'El Menia).
- Exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120m (Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines régions d'El Menia).

Dans notre secteur d'étude, la nappe du pe du CI est exploitée par l'exécution de forages de profondeur variable selon les régions, 100 à 250 à El-Menia, 450 à 500 à Sebseb et Ghardaïa, et de 900 à 1000m à Zelfana et Guerrara. L'inventaire de l'ANRH réalisé en 2016 à travers l'ensemble de la wilaya de Ghardaïa nous a permis de totaliser un nombre de 766 forages qui exploitent la nappe pour différents usages, que ce soit pour l'irrigation, l'industrie, ou l'alimentation en eau potable (AEP)

Table IV-16: Inventaire des forages albiens selon l'état de l'exploitation

Désignation	Exploité	Non Exploité	Totaux
Forage AEP	124	48	172
Forage Irrigation	441	133	574
Forage Industrie	18	2	20
Totaux	583	183	766

IV.4 Exploitation et usage :

Les données qui nous ont été recueillies auprès des différents services qui gèrent l'eau, la Direction des services Agricoles (DSA), la Direction des Ressources en eau DRE 'Algérienne des Eaux (ADE) et l'ANRH, montrent que le volume d'eau exploité de la nappe de CI est passé de

186,5Hm³en 2005 puis en 2011 de 367,47 Hm³, pour atteindre 419,76 Hm³en 2016, soit 419,76 Millions de m³d'eau soutiré annuellement de la nappe.

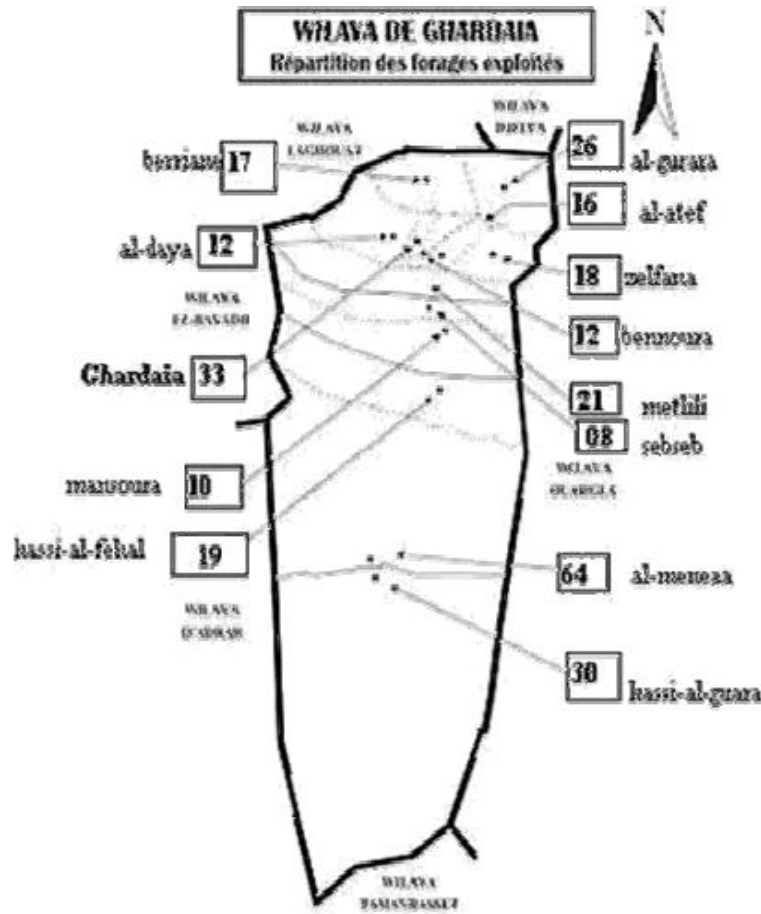


Figure IV-4 : les forages albiens exploités dans la wilaya ghardaia (atlas de ghardaia 2004)

Table IV-17 : Evolution du volume d’exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage (ANRH,2016)

Usage	Volume d’eau exploité (hm ³ /ans)		
	2005	2011	2016
AEP	43.49	58.74	68.5
IRR	137.02	302.02	334.33
AEI	5.99	6.71	6.93
Totaux	186.5	367.47	419.76

Nous observons que le secteur agricole mobilise une grande quantité d'eau par rapport aux autres secteurs, soit 344,33 hm³/an, à cause des programmes de développements lancés par l'état dans ce domaine, notamment la mise en valeur par la concession et l'APFA (Accès au Propriété Foncier Agricole) depuis les années 2000.

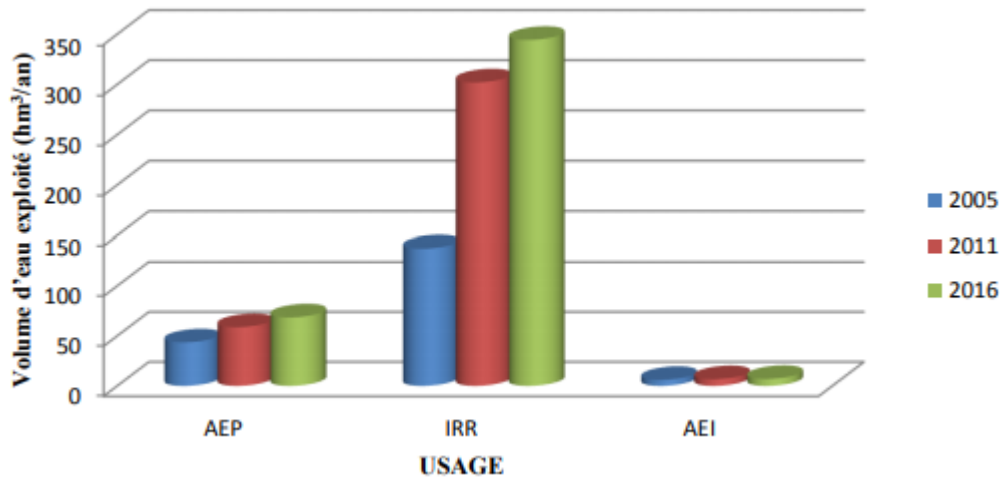


Figure IV-5 : Evolution de l'exploitation des eaux du Continental Intercalaire par usage du 2005 au 2016

D'après l'historique on remarque une grande évolution de la consommation d'eau pour l'irrigation au cours de cette période 2005-2016. suivie par les besoins en eau pour l'AEP, par contre les besoins en eau pour l'industrie n'ont pas connu une grande évolution au cours de cette période.

IV.4.1 Puits tubulaires

Les puits tubulaires sont l'un des types de puits souterrains les plus utilisés à l'heure actuelle, dans lesquels l'eau est extraite des aquifères près de la surface de la terre, en poussant un puits jusqu'à ce qu'il atteigne une profondeur comprise entre 9 et 15 mètres, et un filtre est installé au fond de celui-ci pour empêcher l'entrée de sédiments, et une fois que le puits a atteint la profondeur requise, il est lavé et nettoyé de toute saleté à l'intérieur, puis une pompe est installée pour en tirer de l'eau.

IV.4.2 Foggara

"Fagara" est un nom donné en Algérie à une installation hydraulique pour la mobilisation et l'exploitation des ressources en eau Sous la surface, et c'est une « série de rivières reliées les unes aux autres par des canaux souterrains descendant », l'eau l'a progressivement traversée selon la loi de l'inclinaison jusqu'à ce qu'elle sorte sur le sol.

La foggara reflète le génie local des habitants des oasis, qui ne sont pas restés les bras croisés en attendant La pluie est tombée dans la région la plus chaude du monde, zones avec des poches d'eau élevées que les prospecteurs d'eau peuvent atteindre, pour établir Un système qui a ses connaissances, ses moyens et ses outils.

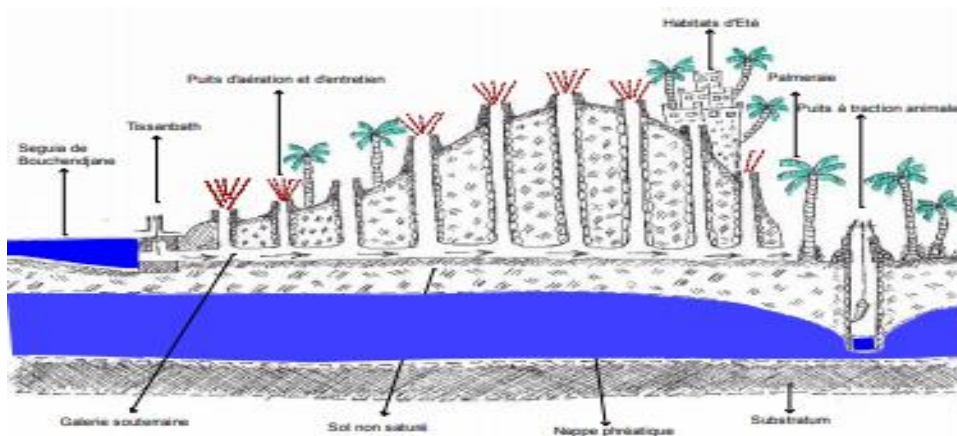


Figure IV-6 : Schéma d'une coupe longitudinale d'une foggara d'irrigation de la palmeraie Est de Ghardaïa (Schéma Remini, 2018)

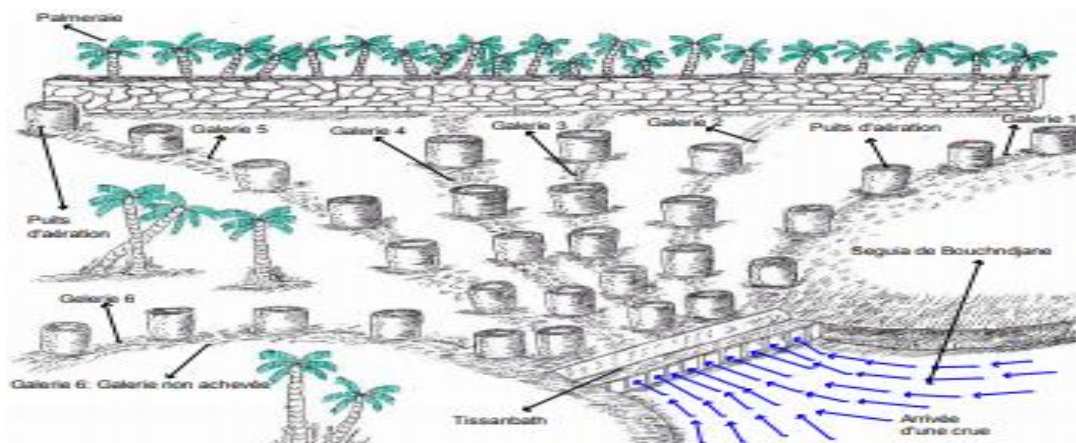


Figure IV-7 : Schéma synoptique du réseau de foggaras pour l'irrigation de la palmeraie Est de Ghardaïa (Schéma Remini, 2018)

IV.5 Les problèmes rencontrés par les eaux souterraines

IV.5.1 La pollution

IV.5.1.1 Définition

Le terme pollution peut être défini comme suit : « c'est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous produit de l'action humaines, au travers des effets directs ou indirects des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autre produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives des milieux ou encore en enlaidissant la nature. » [21].

IV.5.2 Sources de pollution

On distingue deux sources de pollutions à savoir :

IV.5.2.1 La pollution ponctuelle

Elle est formée de rejets localisés, plus ou moins abondants relativement faciles à identifier. Chronique ou accidentelle, cette pollution est provoquée par des déversements domestiques, urbains, ou industriels peu ou non traités [20][21].

IV.5.2.2 La pollution urbaine

Les eaux usées urbaines transportent des corps en suspension et en solution comme les produits ménagers. Les stations d'épuration ne traitent que 65% des eaux usées et ne traitent généralement pas les composés chimiques en solution.

Certains composés organiques notamment les phosphates sont à l'origine de déséquilibres des écosystèmes en favorisant par excès le développement de certains végétaux indésirables qui consomment de l'oxygène du milieu jusqu'à priver les animaux qui s'y trouvent [20][21].

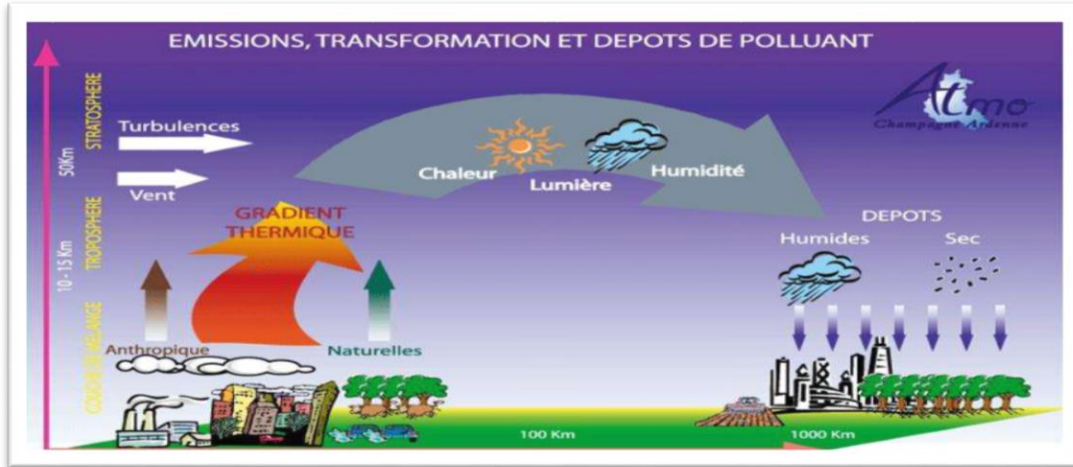


Figure IV-8 : Les pollutions par l'urbanisme

IV.5.2.3 La Pollution industrielle

Une usine doit être équipée d'une station d'épuration (STEP). Un traitement primaire élimine les matières en suspension (ex : résidus de lavage, corps gras, huiles), puis un traitement secondaire élimine les matières en solution (ex : métaux lourds). En réalité, seulement 65% des eaux usées passent en station d'épuration ou le traitement secondaire n'est généralement pas mis en application (bien souvent pour des raisons de coût) [20].

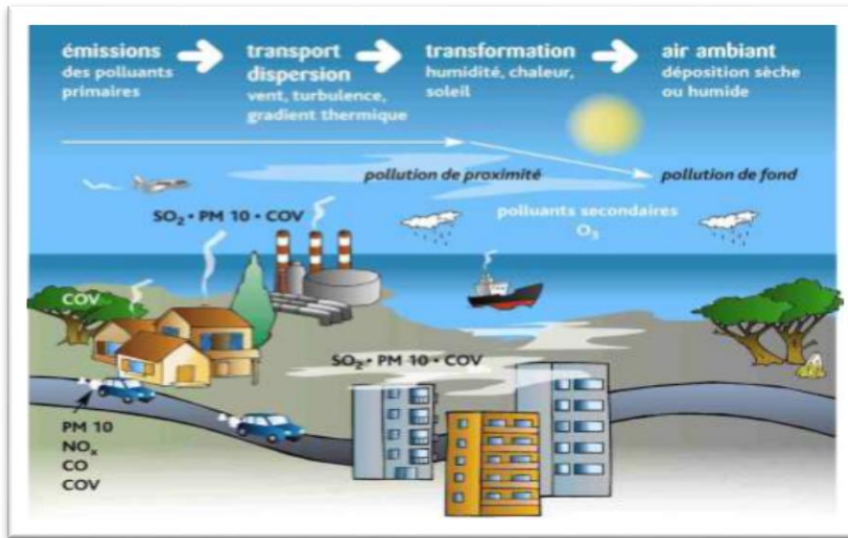


Figure IV-9 : Les pollutions produites par l'industrie

IV.5.2.4 La pollution diffuse

Elle est due au lessivage et à l'érosion plus ou moins rapide et accusée des sols. Différentes substances sont entraînées vers les nappes et les rivières tel que les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides. Cette pollution peut s'étendre sur de grandes surfaces. Elle est difficile à identifier et donc difficile à maîtriser [20].

IV.5.2.5 La pollution agricole

Les engrais apportent aux végétaux cultivés les éléments nécessaires à leur croissance notamment l'azote, le potassium, et le phosphore.

Les dérivés azotés (spécialement les nitrates) et les phosphates provoquent des déséquilibres dans les milieux qui reçoivent les eaux de ruissellement et les eaux d'infiltration issues de l'agriculture en favorisant le développement des algues qui prennent place à toute autre forme de vie à cause de leur sur développement.

Les pesticides sont des produits chimiques destinées à détruire les champignons (fongicides), les mauvaises herbes (herbicides), les verres de terre (hématicides) et les insectes (insecticides) qui parasitent les agricultures. Ces produits sont élaborés pour être rapidement neutralisés avec une durée de vie courte une fois dissous dans le sol, mais l'utilisation de mauvaise préparation peut avoir des effets d'intoxication significatifs.

L'accumulation de ces produits dans les cours d'eau peut avoir un impact important sur le milieu marin, à l'endroit même où se déverse des fleuves, ou bien par le retour des nappes souterraines qui forment des sources sous-marines ou proches du bord de la mer [20].

IV.5.2.6 La pollution atmosphérique

L'atmosphère terrestre s'il contient des polluants peut être une source non négligeable de pollution. En effet en cas d'orage les sols seront contaminés et le ruissellement et l'infiltration des polluants menacent à la fois les eaux superficielles et les eaux souterraines. Cette contamination qui risque d'être durable cause de grande difficulté de traitement [20].

IV.6 Contamination des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont soumises, de plus en plus intensivement, aux rejets volontaires d'effluents polluants, eaux usées ou eau de ruissellement pluvial en milieu urbanisé ou industriel. Les sources de contaminations des eaux souterraines sont multiples et sont liées à de nombreuses activités :

- Les rejets urbains résultants de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des locaux recevant du public, des commerces, ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines, Les dysfonctionnements de la collecte des eaux usées urbaines (mauvais branchements des particuliers, fuites et saturations des réseaux).
- Les rejets agricoles résultants de la percolation des eaux de pluie dans les sols, de l'épandage de produits chimiques sur les sols (engrais, pesticides ...).
- Les rejets industriels dans le milieu naturel sans traitement

L'intensité de la contamination des eaux souterraines dépend de plusieurs paramètres notamment la nature des milieux traversés qui conditionne la vitesse d'infiltration.

IV Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'exploitation de l'eau dans la région de Ghardaïa, les besoins en eau dans la même région, urbains, agricoles et industriels, et les problèmes auxquels sont confrontées les eaux souterraines, comme les pollutions de toutes sortes, ce qui nous fait prendre des mesures et solutions pour préserver et exploiter rationnellement ces ressources souterraines.

Chapitre V : Les
mécanismes de gestion
rationnelle des eaux
souterraines

V.1 Introduction :

La conservation des ressources souterraines est devenue très importante grâce à une gestion rationnelle de celles-ci et à l'utilisation de méthodes alternatives pour les préserver à travers des usines de dessalement et des stations d'épuration, ainsi que par des conseils et des orientations concernant l'utilisation économique de ces ressources souterraines.

V.2 les eaux usées et traitement à usage agricole :

Au pompage excessif des bassins souterrains à des débits dépassant la limite de sécurité d'extraction, et par conséquent, à la baisse du niveau d'eau dans ces bassins et à la détérioration de leur qualité. Afin de préserver cette ressource en eau, il est nécessaire d'utiliser les eaux usées filtrées dans le domaine de la culture et de l'irrigation des cultures agricoles, où il y a une station d'épuration à Ghardaia en Al-Atteuf. Kaf- eddokhane.



Figure V-10 : Vue aérienne d'une station

Caractéristiques et dimensions des bornes une station d'épuration dans la wilaya de Ghardaia a été construite au cours de la période 2008-2012 par une entreprise de construction SPA AMENHYD en collaboration avec AXOR-AQUATECH Get B (Canada): Surveillance Design bureau surveillance, il a été mis en service en novembre 2012 et traite les eaux usées

selon la méthode du lac naturel en utilisant le traitement prétraitement, traitement primaire et secondaire, boues évacuées des bassins, séchées en lits de séchage.

V.3 Les méthodes d'irrigation non économes en eau :

Aussi, les modes d'irrigation dans le bassin désertique se caractérisent par l'absence ou la faiblesse d'une politique de gestion prenant en compte l'économie dans l'eau, ou des incitations qui motiveraient les utilisateurs à rationaliser l'utilisation de l'eau et à assurer sa pérennité. Où trouve-t-on des agriculteurs, Ils n'ont aucune idée des quantités d'eau qu'ils utilisent pour diverses cultures, car il n'y a pas de base d'utilisateurs scientifiquement approuvés.

Dans le domaine de la quantité et des quantités d'arrosage pour diverses cultures par les techniques d'irrigation existantes, c'est pourquoi on constate que beaucoup d'entre elles consomment, de grandes quantités d'eau dépassent les besoins des cultures, ce qui maintient l'utilisation de l'eau par les agriculteurs dans les zones désertiques un peu traditionnel, elle est dominée par la technologie d'irrigation par inondation et ce qu'elle provoque le gaspillage d'énormes quantités d'eau, qui change avec le temps.

A un excès d'eau qui remonte à la surface et provoque, avec les autres eaux utilisées, le phénomène de montée des eaux qui est plus exacerbé, dans les bassins bas et saturés Malgré la diffusion généralisée et moderne des technologies d'économie d'eau, tels que :

- La méthode d'irrigation par aspersion.
- La méthode d'irrigation par goutte à goutte.
- La méthode d'irrigation par pivot.

Qui permettent de conserver l'eau et d'en fournir une quantité suffisante à la plante, ainsi que de réduire la propagation de l'eau.

Les mauvaises herbes, pour des raisons plus liées à la culture des paysans qu'à l'abondance ou au coût de cette alternative techniquement efficace.

V.4 Le système d'information sur l'eau (SIE)

Le terme système d'information pour la gestion de l'eau est considéré comme d'origine récente, elle remonte au début des années 90 du siècle dernier, en conséquence la volonté des pouvoirs publics français : locaux, régionaux ou nationaux d'informer sur l'eau et les milieux aquatiques Il s'est concrétisé par la mise en place d'un réseau national de données en 1992, qui vise à coordonner et à gérer de manière intégrée les données relatives à l'eau. [22]

Et les cercles de l'eau sous la forme d'un réseau partenarial entre les différents acteurs du domaine de l'eau : administrateurs, institutions de l'eau, directions Eau, agences de l'eau, établissements publics, entreprises, associations, instituts, rédacteurs de contrats,

Créer un espace de gestion, Participation entre les masses d'eau ; Déterminer les mécanismes d'intégration des systèmes d'information sur l'eau entre eux (agences, directions, établissements de l'eau, ...).

Le Réseau National de Données sur l'Eau est une organisation ou un mécanisme d'action commune ; J'ai rassemblé les producteurs les plus importantes données générales sur l'eau de 1992 à 2002 (en France), pour faciliter le processus : d'organisation, d'échange et de mise à disposition de ces données, pour ceux qui en ont besoin, fournir les informations nécessaires à la préparation des plans directeurs préliminaires pour la préparation et la gestion de l'eau.

V.4.1 Objectifs du système d'information sur la gestion de l'eau :

Le système d'information sur la gestion des ressources en eau vise à atteindre l'efficacité dans la gestion de l'eau, à travers : [22]

Assurer la mise en œuvre de la législation environnementale sur l'eau, par les pouvoirs publics au niveau national et au niveau national bassins et communes.

Connaître et suivre l'état des eaux et des milieux aquatiques et leurs usages (usagers divers) et évaluer les pressions appliquées sur eux du fait des activités humaines et économiques et quelles en sont les conséquences (en coopération entre les agences de bassin et les collectivités territoriales).

Evaluation de l'effectivité et de l'efficacité des politiques publiques de gestion, de protection et de préparation des eaux et des milieux aquatiques, notamment celles liées à l'efficacité des services public d'eau et d'assainissement, par les responsables de ces politiques.

Collecter des données sur l'eau à partir de sources internes et externes, la réguler et la traiter, puis la diffuser, Il a présenté le concept de la qualité des données sur l'eau en termes de crédibilité, de modernité, d'exactitude et de pertinence.

Reconnaître l'importance des données pour prendre des décisions sur les questions environnementales qui incluent l'eau, en particulier celles liées aux activités.

La police de l'eau et la définition de programmes, procédures et politiques de reconstruction prenant en compte les risques liés à l'eau sur le niveau pelvien.

V.5 Propositions :

La proposition la plus importante qui doit être avancée consiste à imiter les expériences réussies dans le domaine de l'utilisation des technologies modernes dans la durabilité de la sécurité financière, qu'elles soient mentionnées précédemment, ou d'autres qui n'ont pas été mentionnées, en sensibilisant tous les utilisateurs de l'eau, en encourager l'échange d'informations sur le secteur des ressources en eau. Les informer de la gravité du problème de la pénurie d'eau et les sensibiliser à l'importance de bien utiliser et de préserver cette ressource afin d'assurer leur sécurité en eau :

- Nouvelles méthodes et méthodes innovantes rationaliser la consommation d'eau, en fixant des priorités pour l'utilisation de l'eau,
- En développant les ressources en eau disponibles en construisant des barrages et des réservoirs et en utilisant la collecte de l'eau dans les zones de pluie.
- Moyens appropriés pour diagnostiquer la sécurité de l'eau et travailler sur une réponse rapide en cas de catastrophe.
- Utiliser des énergies de remplacement pour extraire l'eau de puits et les eaux souterraines, en plus de développer les investissements dans celles-ci, en creusant

de nouveaux puits, en les préservant de la pollution et en utilisant l'eau de pluie pour alimenter les réservoirs d'eau souterraine.

- Former les agriculteurs à une utilisation optimale de l'eau d'irrigation, en créant champs de démonstration, observations sur le terrain et journées Cérémonie dans les champs des agriculteurs.
- Adopter des méthodes modernes et avancées d'économie d'eau dans les usages de l'agriculture et de l'industrie, en adoptant des méthodes d'irrigation économiques telles que l'irrigation par aspersion de toutes sortes, l'irrigation goutte à goutte et l'hydroflex.
- La protection des ressources en eau contre la pollution en ne jetant pas de déchets industriels et agricoles dans les cercles d'eau et en purifiant et stérilisant l'eau douce dans un souci de préservation.
- Travailler à l'adoption des technologies modernes de dessalement des eaux salines, en établissant de grands projets, et en les utilisant pour la boisson et à diverses fins d'immunité.
- Travailler à la réutilisation des eaux usées, en introduisant les technologies et technologies nécessaires à cet effet, dans le cadre de la gestion.
- Protéger les ressources en eau de la pollution en ne jetant pas de déchets industriels et agricoles dans l'eau, et en purifiant et stérilisant l'eau douce afin de préserver la santé humaine et végétale.
- Et travailler à l'adoption de technologies modernes de dessalement de l'eau salée, en établissant de grands projets et en les utilisant pour la boisson et à diverses fins industrielles.
- Travailler à la réutilisation des eaux usées, en introduisant les technologies et technologies nécessaires à cet effet, dans le cadre d'une gestion rationnelle des ressources en eau et de la protection de l'environnement.

- Protéger et développer les ressources en eau en promulguant des lois et des législations s'y rapportant, et en travaillant à la création d'un tribunal international spécialisé aux fins d'arbitrage dans les différends qui surviennent en raison des ressources en eau.

V.6 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons discuté des solutions qui peuvent limiter l'exploitation excessive des eaux souterraines et sa gestion rationnelle, avec quelques suggestions, telles que l'utilisation d'un système d'information sur l'eau et ses objectifs de réduction des déchets.

Conclusion générale :

En conclusion de cette modeste étude, on peut imaginer les quantités d'eau qui sont exploitées dans la région Étudier pour répondre aux différents besoins quotidiens, qu'ils soient domestiques, industriels et agricoles. La zone d'étude est une zone désertique caractérisée par un climat rigoureux, qui s'apparente à la température élevée de l'été. Peu de pluie toute l'année. Par conséquent, la demande en eau est importante en été et cette eau est drainée Le sauver de l'exploitation des aquifères, où il n'y a pas d'eau de surface dans la région.

La structure géologique a permis la formation de deux grandes couches d'eau, la dernière couche composée et la dernière couche. Continental Exploiter les eaux souterraines à travers des puits complétés dans les deux aquifères, pour atteindre des quantités suffisantes 3 pour tous les besoins quotidiens, la quantité utilisée s'élevant à 39 242 m³ /jour.

L'eau de ces couches est parfois de qualité moyenne et mauvaise à d'autres en raison de la forte salinité de la chaux déposée. Bien que les études démographiques et industrielles de la ville nous montrent que les quantités d'eau exploitées sont suffisantes Pour répondre aux différents besoins à raison de 267 habitants/jour/litres à l'heure actuelle, mais en réalité l'eau Elle n'atteint pas en quantité suffisante tous les consommateurs, ce qui indique une consommation irrationnelle d'eau par Les consommateurs qui obtiennent de l'eau en premier.

Et l'étude de terrain réalisée dans la ville montre l'écart dans l'approvisionnement en eau entre les consommateurs, ainsi qu'elle a montré nous avons le double du débit d'eau qui atteint les maisons, même si la ville contient un complexe aquatique avec une station de pompage Il a une très grande capacité de travail et dans de nombreux cas, l'eau est pompée directement dans le réseau de distribution, sans recourir à aux réservoirs qui fournissent une pression due à l'action de la gravité.

De même que les comportements et comportements des consommateurs, tels que la réalisation d'opérations illégales de liens, Le réseau de distribution et donc la consommation d'eau en grande quantité sans tenir compte du fait que la consommation excessive d'eau, empêche l'accès à tous les logements, Par conséquent, l'appel est adressé à tous les segments de la société pour mener à bien le processus de rationalisation de la consommation et de diffusion d'une

Conclusion générale

culture de rationalisation Consommation de cette ressource vitale et de toutes les autres ressources naturelles pour assurer sa pérennité sur plusieurs générations. Réduire la consommation d'eau et la réutiliser dans plusieurs activités permet de réduire les eaux usées et ainsi Épargnant à la région plusieurs problèmes environnementaux qui ont commencé à apparaître dans la région, tels que le phénomène de salinité des sols et le problème de la montée l'eau.

À la fin de cette étude, nous avons fait des suggestions qui permettraient de réduire la quantité d'eau gaspillée à la maison et dans l'agriculture, l'un d'eux est pour l'individu de s'abstenir de consommer de l'eau, mais plutôt d'en profiter au maximum, afin d'atteindre le niveau d'eau Un individu avec toute sa consommation d'eau au quotidien, mais le moins possible et des procédures pour faire Rationalisation de la consommation d'eau, en réutilisant les eaux usées pour l'irrigation. En respectant les conditions de Réutilisation et qualité de l'eau qui en résulte. Là où il est possible d'appliquer certaines de ces expériences dans notre région, ce qui permet la fourniture de grandes quantités De l'eau distribuée dans le réseau d'eau potable.

Références

- [1] Mohamed Al-Saeed Naqais mémoire master, l'impact de la population de l'état de Ouargla sur la consommation d'eau de 2012 à 2018, puis prédisant le nombre de la population de l'état et leur consommation d'eau jusqu'en 2030 Université de Ouargla 2019/2018.
- [2] D.P.A.T ,2010 Annuaire statistique de la wilaya de ghardaia, direction de la planification et de l'Aménagement du Territoire, 15 eme édition, volumeI,84p.
- [3] FIFATI A. 2012, typologie et caractérisation de la qualité des aquifères d'une zone aride -cas de la région guerarra (ghardaia), mémoire MAGISTER, univ- de tébessa.
- [4] SEBTI KHADJJA, 2015. Comparaison entre la qualité des eaux de la nappe phréatique et la nappe albienne de la ville de Zelfana (wilaya de Ghardaïa). Mémoire de Master, Université de Ghardaia.
- [5] S.C.G., 1939. Notice explicative des cartes géologiques au 1/500.000. Alger-Nord. Alger-Sud. Bult. Du Serv. De Cart. Géo. De l'Algérie. Alger, pp 95-99.
- [6] ACHOUR M. (2014). Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride: cas de la vallée du M'Zab (Ghardaïa–Algérie). Université d'Oran. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister en sciences de la terre.
- [7] OUALI S, (2005), Etude géothermique du sud de L'Algérie. Mémoire de magistère en géophysique. Université M'Hamed BOUGUERRA BOUMERDES.
- [8] S. Birech, I. Messaoudi, 2006, La contamination des eaux par les métaux cas de chott ain baida de la région de Ouargla, mémoire d'ingénieur, université de Ouargla.
- [9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>
- [10] B. Dussart, Limnologie, L'étude des eaux continentales, 2ème édition, Boubée 1992, p736.
- [11] F. Bontoux, Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, 2ème édition CEBEDOC, Diffusion Lavoisier 1993, p170. REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE
- [12] Ministère de développements ntdurable, environnement et parcs,2012, critères de qualité de l'eau de surface, Quebec, canada, p230.

Références

- [13] DEGREMONT, « Mémento technique de l'eau », livre PDF page 21-32
- [14] François. R, « Cours d'hydrogéologie », UJF-Grenoble, France, 2020, p.4
- [15] HAMED Mahmoud GUETTACHE Akram BOUAMER Lemya, « Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar » mémoire De Fin D'Etude, université de Bechar 2012.
- [16] Ministère de développements ndurable, environnement et parcs,2012, critères de qualité de l'eaux de surface, Quebec, canada, p230.
- [17] Mebarki A .1982 le bassin du kebir, ressources en eaux et aménagement en algérie, thèse doctorat 3ème cycle, université de Nancey II, p303.
- [18] M. defrance schki, 1996, l'eaux dans tous ses états, édition ellipses, paris, p 632.
- [19] I. GORMI 'Etude de la contamination et la vulnérabilité à la pollution chimique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla', mémoire d'ingénieur Génie de l'environnement Université Kasdi Merbah Ouargla. 2010. pp 6-32.
- [20] E. Koller, 2004, traitement des pollutions industrielles, Dunod, Paris, ppp 4-6-7.
- [21] S. bencheikh, M. Goudjile, la pollution minérale et organique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, Sud-Est Algérien, diplôme de Master, université de kasdi merbah Ouargla 2011, p13 p14 p15 p23 p24 p26 p27 p28
- [22] Zubaida Mohsen- Muhammad Hamza bin Qurainah, Laboratoire d'Economie des Organisations et du Milieu Naturel faculté des sciences économiques, commerciales et de gestion Université Kasdi Merbah, Ouargla – Algérie.
- [23] (Al- achram.2008) L'économie de l'eau dans le monde arabe et le monde, deuxième édition, Beyrouth, Libnan, Centre d'études sur l'unité arabe.
- [24] [Ali, M (2016)], (La technologie moderne est l'arme du monde pour lutter contre la crise de la sécheresse sur Récupéré. ://https www.noonpost.content/com.

Références

[25] [Ait kheddach .2015] Les boules d'ombre "une technologie intelligente adoptée par l'Amérique pour empêcher l'évaporation de l'eau potable", journal Al Bayan

ملخص

يحصل الإنسان على احتياجاته المائية من مصدرين أساسيين وهما مصادر المياه السطحية وتشمل مياه الأنهار والبحيرات ومجري الوديان ومصادر المياه الجوفية وتشمل الآبار والينابيع فقد نشأ اعتقاد بأن المياه السطحية تشكل المورد الرئيسي لاحتياجات العالم من المياه ولكن في الواقع فإن أقل من 3% من المياه العذبة المتاحة على كوكب الأرض توجد في الأنهار والبحيرات أما الجزء الأكبر والذي يمثل 97% فإنه يوجد في باطن الأرض ويُقدر بحوالي (100,000) كيلومتر مكعب. وبذلك يتضح لنا أهمية المياه الجوفية كمصدر رئيسي يمكن أن نعتمد عليه إذا ما أحسن استغلاله لسد حاجة الإنسان والحيوان والنبات. ويرجع استغلال المياه الجوفية إلى أزمان قديمة عن طريق حفر الآبار للحصول على المياه من مصادرها الجوفية وخاصة المناطق الصحراوية القاحلة كجنوب الجزائر وبالضبط ولاية غرداية والتي لا تتوفر فيها مصادر مياه سطحية.

وفي السنوات الأخيرة بدأ الاعتماد على المياه الجوفية بشكل ملحوظ خاصة مع تزايد عدد السكان وعدم كفاية المصادر السطحية لتغطية الاحتياجات المائية.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية -إستغلال المياه الجوفية -غرداية -حفر حسيير

Résumer

L'être humain couvre ses besoins en eau de deux ressources principales : les ressources en eau superficielles qui s'agissent pour l'essentiel les fleuves, les lacs et les eaux de ruissellement. Et les ressources en eau souterraines qui comprennent les puits et les sources. Il a été estimé que l'eau de surface constitue la principale ressource pour les besoins en eau du monde mais en effet, moins de 3% des eaux douces disponibles sur la terre se trouvent dans les rivières et les lacs, et la plus grande partie qui représente 97% du volume se trouve aux mers intérieures, qui est estimée à environ (100 000) km³. ainsi il est devenu clair pour nous l'importance des eaux souterraines en tant que source majeure sur laquelle nous pouvons s'appuyer -si elles sont correctement exploitées - pour couvrir les besoins des humains, des animaux et des plantes.

L'exploitation des eaux remonte aux temps anciens en creusant des puits pour obtenir de l'eau de ses ressources souterraines, en particulier dans les régions sahariennes arides telles que les régions du sud algérien et précisément Wilaya de Ghardaïa, qui ne dispose pas des ressources en eau superficielles.

Ces dernières années, l'exploitation des eaux souterraines a commencé à se faire d'une façon remarquable. Notamment avec l'augmentation de population et l'insuffisance des ressources en eau superficielles pour couvrir les besoins en eau.

Les mots clés : Eaux souterraines - exploitation des eaux souterraines – Ghardaïa - forage- gestion

Abstract

Human beings meet their water needs from two main resources: surface water resources which are mainly rivers, lakes and runoff. And groundwater resources which include wells and springs. Surface water has been estimated to be the primary resource for the world's water needs, but indeed less than 3% of the freshwater available on earth is found in rivers and lakes, and most of it which accounts for 97% of the volume is found in inland seas, which is estimated to be around (100,000) km³, so it becomes clear to us the importance of groundwater as a major source on which we can rely -if they are properly used - to meet the needs of humans, animals and plants.

The exploitation of water dates back to ancient times by digging wells to obtain water from its underground resources, in particular in arid Saharan regions such as the regions of southern Algeria and specifically the Wilaya of Ghardaïa, which does not have resources in surface water.

In recent years, the exploitation of groundwater has started to take place in a remarkable way. In particular with the increase in population and the insufficiency of surface water resources to cover water needs.

The key words: Groundwater - exploitation of groundwater - Ghardaïa - drilling - management