

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

Université Saad Dahleb-Blida
Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et de l'Environnement

Mémoire de fin d'études Master
Spécialité : Hydraulique
Option : Sciences de l'eau

Titre :

**L'EAU DANS L'OASIS DE BENI ISGUEN
(GHARDAIA)**

Etudiant : BENCHARIF Mohamed Amine Abdelkader

Jury

REMINI Boualem Promoteur

BESSENASSE M Examineur

KHOLI M Président

BELKACIMI A Examineur

DEDICACES

J'ai l'habitude

de dédier ce travail

*À toute ma famille qui m'a accordé le soutien moral, qui
a su me donner la force et le courage, qui a toujours cru en moi
tout au long de mon parcours, et qui m'a permis de réaliser mon rêve ;
A La mémoire de mon défunt ami IBRAHIM, à tout mes amis et camarades de
promotion, A mes amis d'enfance Hichem, Tarek, Mohammed
et Ismail A tous mes professeurs du département des
sciences de l'eau et de l'environnement
A tous ceux qui de près ou de loin
ont contribué à la
réalisation de
ce mémoire.*

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon très cher promoteur REMINI Boualem qui m'a toujours encouragé et soutenu depuis le début de ce travail de mémoire ; celui qui a toujours su trouver les mots pour me redonner la force de continuer et d'aller au bout de cette aventure qu'est cette thèse.

Je remercie l'ensemble des membres du jury ainsi que le président d'avoir accepté d'examiner ce travail

J'exprime ma gratitude à tous mes professeurs du département des sciences de l'eau et de l'environnement pour leur dévotion et leur persévérance tout au long de notre formation

Je tiens aussi à remercier vivement l'ensemble du personnel de la DHW et de l'ANRH et l'APW,DSA, plus particulièrement Mr Abdenour ; Mustafa et Houari qui nous ont octroyé les documents nécessaires à l'élaboration de ce projet ; et qui se sont mobilisés pour le bon déroulement de cette mission

Je voudrai remercier également le staff de l'office national de protection et de la préservation de la vallée du Mzab de leur collaboration dans la réalisation de ce travail.

Mes profonds remerciements vont à Mr EL BAKIR de son accueil chaleureux au sein de son jardin et cheikh Ahmed, des maintes explications et éclaircissements sur le savoir faire ancestral mozabite

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1.	Introduction	3
1.2.	Historique de la région d'étude	3
1.3.	Aperçu historique de Beni Isguen.....	5
1.4.	Présentation de la Vallée du M'Zab	5
1.5.	Cadre géographique	6
1.6.	Cadre administratif	7
1.7.	Géologie.....	7
1.8.	Géomorphologie	9
1.8.1	Falaise inférieure et son plateau	9
1.8.2.	Falaise supérieure et son plateau	9
1.8.3.	Fissuration et Karstification :	10
1.9.	Aspect climatiques	12
1.9.1	Les précipitations.....	12
1.9.2.	La température.....	12
1.9.3.	Vents	12
1.9.4.	Évaporation	14
1.9.5.	Précipitation	14
1.10.	Vegetation ,	15
1.11.	Hydrologie et Hydrogéologie.....	15
1.11.1.	Nappe phréatique.....	16
1.11.2.	Nappe du Continental Intercalaire	17
1.11.3.	Piézométrie de la nappe phréatique au niveau de la vallée en 2000	18
1.11.4.	Piézométrie de la nappe albienne (CI)	19
1.12.	L'agriculture dans la vallée de Mzab.....	21
1.12.1.	Le système oasien de l'ancienne palmeraie	21
1.12.2.	Le système de mise en valeur.....	22

1.12.3.	Avantages et inconvénients dans le domaine agricole	25
1.13.	Conclusion	29

CHAPITRE II

FONCTIONNEMENT DU SYSTEME HYDRAULIQUE ANCESTRAL DE LA VALLEE DU M'ZAB

2.1.	Introduction	31
2.2.	Description et fonctionnement du système	31
2.2.1.	La première partie : Collecte des eaux	32
2.2.2.	Deuxième partie partage des eaux et irrigation	34
2.2.3.	Ouvrage de partage des eaux des crues	35
2.2.4.	Ouvrage de puisage et d'irrigation	35
2.3.	La recharge de la nappe phréatique	40
2.4.	Historique des crues dans la vallée du M'Zab	40
2.5.	Conclusion	42

CHAPITRE III

PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SOLUTIONS

3.1.	Introduction	44
3.2.	Problématiques environnementales	44
3.2.1.	Répercussions du dévasement sur la palmeraie	44
3.2.2.	Pollution par les eaux usées	47
3.2.3.	Manque d'entretien des Hassi	49
3.2.4.	Utilisation des eaux de grandes profondeurs (nappe albienne)	50
3.2.5.	La fusariose	51
3.2.6.	Polémique d'extraction des eaux	53
3.2.7.	Arrivée du béton dans la palmeraie	54
3.2.8.	Manque d'entretien de la palmeraie	55
3.2.9.	Le problème des forages illicites	55
3.2.10.	Surexploitation de la nappe albienne	56
3.2.11.	Le rétrécissement du lit de l'oued	57
3.2.12.	Manque de main d'œuvre	59
3.2.13.	La baisse du rendement de la palmeraie	59
3.3.	Solutions et recommandation	60
3.3.1.	Dévasement	60
3.3.2.	Revalorisation de la vase	61
3.3.2.	Pollution par les eaux usées	61

3.3.3.	Manque d'entretien des Hassi	62
3.3.4.	Utilisation des eaux de grandes profondeurs.....	62
3.3.5.	La maladie d'El Bayoud ou la fusariose	62
3.3.6.	Régularisation de la polémique d'extraction des eaux.....	63
3.3.7.	Stratégies d'aménagement adéquates au contexte de l'oasis.....	63
3.3.8.	Entretien de la palmeraie.....	64
3.3.9.	Forages illicites.....	64
3.3.10.	Rétrécissement du lit l'Oued	64
3.4.	Développement durable	65
3.4.1.	Perspectives et champs d'action	65
3.4.2.	L'irrigation par goutte à goutte.....	66
3.4.3.	La photovoltaïque	69
3.4.4.	Utilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles.....	70
3.4.5.	Réalimentation de la nappe phréatique par les eaux épurées	71
3.4.6.	Réutilisation des eaux usées épurées.....	71
3.4.	Conclusion.....	72

CONCLUSION GENERALE	73
---------------------------	----

Liste des figures

Fig1. 1.carte géographique de la willaya de Ghardaia	13
fig1. 2.coupe géologique de la vallée du m'zab	Erreur ! Signet non défini.
Fig1. 3 Les structures géologiques de la vallée du Mözab.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig1. 4.carte de a géomorphologie de l willaya de ghardaia	19
Fig1. 5 Variation de la te température mensuelle de la vallée de Mözab	21
Fig1. 6.variation de la vitesse des vents	22
Fig1. 7. Variation de l'humidité dans la willaya de ghardaia.....	22
Fig1. 8. variation des précipitations dans la willaya de Ghardaia	Erreur ! Signet non défini.
Fig1. 9.carte piézométrique de la nappe phréatique	26
Fig1. 10.carte piézométrique de la nappe albienne	27
Fig1. 11. Vue générale d'une partie de la palmeraie de Beni Isguen.....	28
Fig.1. 12.répartition spaciae du réseau de surveillance	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 1 Une vue sur l'ouvrage Tissembade	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 2.vue générale sur le barage de beni isguen.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 3.vu générale sur les puits d'aération.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 4.Disposition de rasfa par rapport à la koua	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 5.Disposition de rasfa par rapport à la koua	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 6. Puits doté de Assefy et madjel	Erreur ! Signet non défini.
Fig2. 7..traces d'usure	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 1. Vu général sur le coté est de la palmeraie de Béni Isguen	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 2.pollution par les eaux usées au sein de la palmerie de Beni Isguen	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 3. Manque d'entretien des Hassi.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 4.palmier dattier atteint de la fusariose	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 5.conséquences de la maldie de la fusariose sur les palmiers	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 6.bassin de stockage de l'eau.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 7.construction au sein de la palmeraie.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 8.forage Albien.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 9.retréssissement du lit de l'oued.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 10.conséquence de la maladie d'el bayoudh	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 11.manque d'entretien de la palmeraie	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 12.irrigation localisée	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 13.puit doté de panneaux photovoltaïques	Erreur ! Signet non défini.
Fig3. 14.pompe dotée e panneaux photovoltaïques	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau1. 1.cadre administratif de la Willaya de ghardaia.....	14
Tableau1. 2.formation géologique et perméabilité des aquiferes	25
Tableau1. 3proportions de la surface agricole utile par rapport aux superficies total des communes	30
Tableau1. 4.produits agricoles dans la willaya de ghardaia	31
Tableau1. 5.production phonéceicoles dans la willaya de ghardaia	29
Tableau1. 6.historique des crues de la region du m'zab	Erreur ! Signet non défini.

INTRODUCTION GENERALE

La prospection et les observations effectuées au niveau de l'oasis de Beni Isguen lors des deux missions accomplies sur terrain du 15 au 22 mars 2013, et du 5 au 16 mai 2013, dans le cadre du projet de mémoire de fin d'étude de Master , ont permis de mettre en évidence plusieurs constatations de problématiques complexes, de l'ordre environnemental, économique, social et technique. Cela est dues en premier lieu à des paramètres naturels (climat , hydrologie , géologie etc..), et en second lieu l'action anthropique qui contribue à grande échelle dans la détérioration de cet héritage classé patrimoine national en 1972, et patrimoine de l'humanité par l'UNESCO en 1982.

D'une part, des crues sporadiques, une configuration géologique propice aux ruissellements des précipitations rares et des températures relativement élevées tout au long de l'année, font de la région un terrain exposé aux phénomènes de l'érosion, transport solide, charriage, et envasement des barrages. Cela donne du fil à retordre pour les fellahs de la région, car cette dernière a une vocation agraire, et compte plusieurs barrages au sein même de la palmeraie qui font office d'obstacle aux crues, et cela dans le but de freiner les eaux, et leur laisser le temps nécessaire pour s'infiltrer dans le sol et alimenter les nappes phréatique. Actuellement, il se trouve que ces barrages présentent un taux d'envasement assez important qui diminue de leur champ d'action, car ils ont perdu de leur capacité de stockage.

Ces dernières années, le chamboulement climatique ce fait ressentir au sein de la palmeraie par une rareté des crues. En effet, depuis la crue qui a touché la vallée du M'zab le 1/10/ 2008, la palmeraie n'a pas connues d'apport hydrique, mis à part quelques petites crues dérisoires non suffisantes pour élever le niveau piézométrique de la nappe superficielle.

D'autre part l'action anthropique à elle seule représente une entrave pour la palmeraie, car les techniques utilisées pour l'irrigation ne sont pas toujours adéquates au climat aride de la région ,et enregistrent une marge de gaspillage assez importante dans une

région au la donnerai hydrique se fait sévèrement ressentir . ajouté a cela le manque d'entretien des Hassi (puits traditionnels), des rigoles (Tissembad), et du nettoyage de la palmeraie .

Par ailleurs la négligence des compagnes de fécondation et de récolte de la majorité des palmiers dattiers au niveau de la palmeraie et des jardins privés crée des conditions propices à la prolifération de pathologies nuisibles à l'arboriculture ; notamment « EL Bayoud » dont le pesticide n'a pas encore été trouvé.

L'objectif de cette étude est de proposer des solutions curatives et préventives dans un contexte de protection des ressources en eau d'une part, et d'autre part la préservation de l'aspect environnemental de la palmeraie de Beni Isguen.

Aussi aborder le cadre du développement durable , et assurer son intégration au sein de la palmeraie tout en respectant les techniques ancestrales en fusionnant les deux , à savoir les nouvelles technologies notamment la photovoltaïque et les puits traditionnelle (Hassi) qui demande une énergie de pompage pour l'extraction de l'eau .

1.1.Introduction

La principale ressource en eau au niveau de la wilaya de Ghardaïa, est la nappe du Continental Intercalaire, dite nappe albiennaise. Elle fait l'objet de 228 forages en service sur les 345 recensés à travers le territoire de la wilaya. Cette note technique de synthèse relative aux ressources en eau est élaborée sur la base de données de l'inventaire des forages d'eau réalisés par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) de la wilaya entre 2005 et 2012. Par la même source, le jugement des quantités des eaux souterraines des nappes phréatiques est pessimiste, car la demande accrue en matière hydrique a engendré entre autres le rabattement du niveau de la nappe, provoquant systématiquement une chute de pression importante des forages artésiens dans plusieurs zones de la wilaya. Ajouté à cela le gaspillage d'eau causé par les techniques d'irrigation non adéquates dans la majorité des cas (submersion et ruie), dans une région où le manque de la ressource hydrique se fait terriblement ressentir, cela s'explique par la position géographique de les paramètres climatologiques. Ce chapitre présente la région de Ghardaïa sur le volet géographique, géologique climatologique et hydrogéologique, ainsi que le cadre administratif.

1.2.Historique de la région d'étude

La vallée du M'Zab, fondée au XI^{ème} siècle a connu une histoire paradoxale. Née comme cité refuge dans un site ingrat, devenue aujourd'hui une grande place ouverte d'échanges, en position de bout du monde, situé à 197 km de Laghouat, 600 km d'Alger en plein désert et couvrant une superficie de 50 km² issue de Population berbère, de confession ibadite, avec présence d'une minorité arabe, de confession malékite. sa population d'origine a mis au point un système ingénieux de structuration, d'aménagement, d'occupation spatiale et la capacité de capitaliser les moindres ressources hydriques qui est le fruit d'un savoir faire ancestral acquis depuis la fondation du premier état Algérien à Tihert au VII^{ème}

Elle est classée comme patrimoine national en 1971 et patrimoine de l'humanité par l'UNESCO depuis 1982. Réputée par son aridité et son isolement elle dut vivre les premiers temps d'une palmeraie exigüe, parce que ne disposant que de ce fond

alluvial, valorisé par des barrages traditionnels appelés Ahbès et des centaines de puits à poulie, appelés Hassi.

Progressivement, ce que la nature lui avait refusé, la communauté l'acquiesça à force d'opiniâtreté. Bien que sa position ne soit pas aisée sur les axes transsahariens, elle fit transiter entre Tell et Soudan dattes, blé, or, ivoire, et esclaves, devenant ainsi un relai du trafic caravanier. Au XVIII^e siècle, ce trafic était prospère. Ici, ce n'est pas le commerce qui a créé la ville, c'est la ville qui s'est donnée une fonction commerciale.

Cette activité ne suffisait pas à faire vivre la population, celle-ci s'organisa en émigration de commerçants dans le Nord. Un ou deux hommes par famille partaient dans les villes du Tell, y créaient des commerces, se relayaient par la suite avec d'autres afin de pouvoir revenir au pays. Émigration amorcée très tôt (dès le XIV^e siècle probablement), longtemps masculine seulement, organisée par la collectivité, et qui a donné un visage spécifique à l'appareil commercial des villes du nord du pays. Dans les années 1960, l'on comptait environ 2 000 commerces mozabites dans le Tell, se partageant par moitié entre épiceries et commerces de tissus, et assurant 70 % des revenus du MōZab. (MESSID.2009)

Mais c'est l'époque récente qui a changé radicalement le cours des choses pour Ghardaïa. Par son dynamisme propre, la ville s'est forgée un rôle propre par rapport au territoire saharien. Rôle administratif, par l'obtention de la fonction de chef-lieu de wilaya (1984). Rôle industriel, par l'implantation d'une unité nationale de tuberie acier, et de multiples petites unités privées (textiles principalement).

1.3. Aperçu historique de Beni Isguen

Béni Isguen ville de la pentapole mozabite. Elle est construite sur un flan d'une colline rocheuse. c'est la seule ville qui n'a pas été bâtie sur l'oued MōZab, mais plutôt au confluent de l'oued INTISSA et de l'oued MōZab, l'endroit idéal pour l'implantation de la palmeraie dont tributait la ville. Cette palmeraie assurait l'intérêt et l'échange commerciale mutuel avec les différentes caravanes qui la traversait.

Depuis sept siècles les habitants avaient appris à gérer avec parcimonie une eau rare en ce pays difficile. Actuellement, l'appel aux aquifères profonds du continental intercalaire, par une vingtaine de forages, assure sans trop de problèmes l'alimentation en eau de cette grande agglomération. Par contre, se font sentir des problèmes d'assainissement, car le seul exutoire est la vallée elle-même.

1.4.Présentation de la Vallée du M'Zab

La vallée du M'Zab s'étend sur plus de 20 Km de long, sur une moyenne de 2.5 Km de largeur. Elle couvre une superficie de 50 Km², et elle est située dans l'enceinte du bassin hydrographique du Sahara (fig. 1.1). Traversée par quatre oueds qui drainent les plateaux des dayas et la dorsale du mozabite, son exutoire naturel est la sebkhat Sefioune près d'Ouargla. (DJOUDI, 2009)

La vallée du M'Zab est entaillée dans les massifs calcaires du Turonien, elle abrite 4 communes, à savoir:

- La commune de DAYET BEN DAHOUA en amont avec 11.873 habitants ;
- Les communes de Ghardaïa et BOUNOURA au centre de respectivement 112.395 et 35.262 habitants ;
- La commune d'El Atteuf en aval de 16.409 habitants.

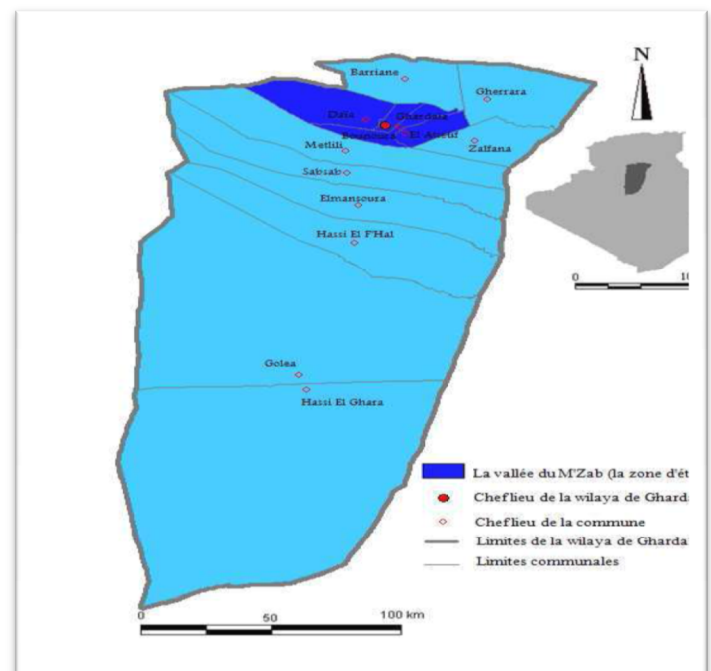


Fig1. 1 carte administrative de la vallée du M'zab

1.5.Cadre géographique

La zone d'étude (la palmeraie) est tributaire du Kōsar de BENI ISGUEN faisant partie de la commune de BOUNOURA, elle appartient sur le plan administratif à la wilaya

de Ghardaïa, située à 600km de la capitale algérienne au centre du Sahara septentrional algérien. Elle est limitée

- Au Nord par la wilaya de Laghouat à (200 Km).
- Au Nord Est par la wilaya de Djelfa à (300 Km).
- A l'Est par la wilaya d'Ouargla à (200 Km).
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset à (1.470Km).
- Au Sud- Ouest par la wilaya d'Adrar à (400 Km).
- A l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad à (350 Km).



Fig.1.2 Carte géographique de la zone d'étude

1.6.Cadre administratif

La wilaya de Ghardaïa est constituée de 13 communes attribuées à 9 daïras (APW Ghardaïa), a savoir : (GHARDAÏA, EL MENIAA ,METLILI, BERRIANE ,DAÏA BENDAHOUA,MANSOURA ZELFANA, GUERRARA, BOUNOURA) (tableau 1.1 et fig. 1.2). Elle couvre une superficie de 86560 km².

Tableau1. 1. Cadre administratif de la Wilaya de Ghardaïa

Daïra	Commune
Ghardaïa	Ghardaïa

El Meniaa	El Meniaa- Hassi Gara
Metlili	Metlili-Sebseb
Berriane	Berriane
Daia Ben Dahoua	Daia Ben Dahoua
Mansoura	Mansourea-Hassi Fhal
Bounoura	Zelfana
El Guerrara	El Gurrara

1.7.Géologie

Le Mözab est un plateau rocheux qui date du crétacé supérieur son altitude varie entre 300 et 800 mètres. Il se présente sous la forme d'une vaste étendue pierreuse et de roches brunes et noirâtres. Ses terrains sont calcaires avec des structures plus ou moins horizontales. Les principaux affluents sont en grandes parties attribués aux crétacés supérieurs (fig.1.3.), les plus répandus sont :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'ouest et au Sud-ouest attribués au Cénomaniens.

En grande partie il est couvert par les dunes du grand erg occidental.

- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-est attribués au Mio-pliocène.
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

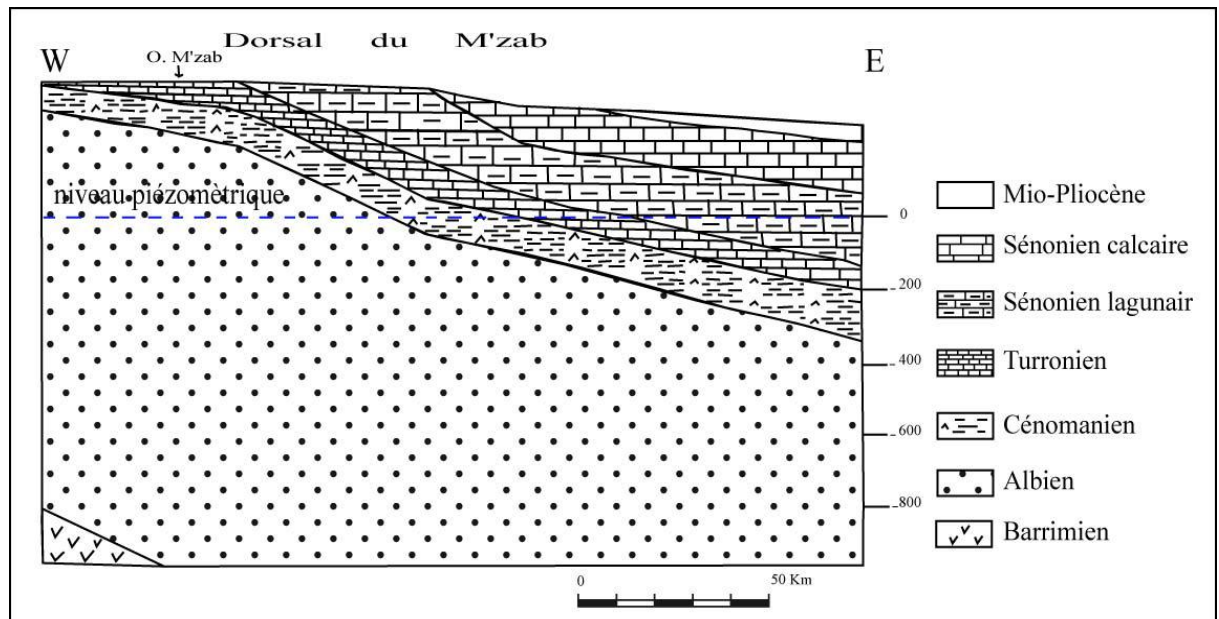


Fig1.3. présentation de la forme géologique de la vallée du M'zab

Le Cénomanién : environ 260m d'épaisseur, caractérisé par des argiles sableuses à la base, d'une série gypso-argileux au milieu et d'une trentaine de mètres à dominance carbonatée vers le sommet.

Le Turonien : essentiellement carbonaté, il est constitué de calcaire dolomitique massif et marne jaune à la base et de calcaire grisâtre à blanc au sommet, d'une épaisseur de 40 à 50 mètres (mesuré dans la vallée du M'zab) (**Mellak . 2007**). On note que les premiers mètres de ces assises calcaires présentent des fissures dans lesquelles on peut trouver de l'eau. Ces eaux ont pour origine l'infiltration de la nappe phréatique de l'oued M'zab. La plupart des puits en amont de la vallée (Dayet ben dahoua) ont été creusés plus profondément que les alluvions quaternaires. Ils atteignent les calcaires du Turonien (substratum) de 2 à 4 mètres; expliquant ainsi la baisse du niveau de la nappe qui est provoquée par son exploitation intensive d'une part et les faibles apports d'eaux d'alimentation par les crues des oueds d'autre part.

Le Sénonien: représenté généralement par une série argilo-gypseuse à la base et de calcaire.

1.8.Géomorphologie

Le plateau du M' zab forme un relief monoclinal, orienté nord- nord est ,et plongeant vers l'ouest-sud est, composé par deux terrasses calcaires étagées et superposées couronnant deux séries d'escarpements marneux. Elles comptent une falaise inférieure et son plateau, et une deuxième falaise supérieure et son plateau.

La région d'étude fait partie intégrante de la Chebka du M'zab caractérisée géomorphologiquement par un vaste et épais plateau, composé de terrains essentiellement carbonatés. Ce massif est élevé de plusieurs mètres d'altitude dans le nord ouest, aride et dépouillé de toute végétation, et il est littéralement taillé par d'innombrables ravins plus ou moins profonds, lesquels se rejoignent et s'enchevêtrent en dessinant des réseaux réticulés qui donnent par une vue aérienne une apparence d'un filet dont l'appellation « Chebka » en arabe. La Chabka se situe entre les deux parallèles 31° et 33° et les deux longitudes 3° et 4°, elle correspond à un ensemble orographique globalement homogène. (SIOUSSIOU, DEDJEL2011)

1.8.1. Falaise inférieure et son plateau

Le premier plateau (plateau inférieur) atteint 700m d'altitude, on allant vers l'ouest à partir des collines qui surplombent la ville de Ghardaïa, ce plateau est interrompu par une falaise orientée NS prenant naissance de Bled El Louha au 32°35N, prolongé au sud sur environs 60Km de la longueur suivant le méridien 3°E. (SIOUSSIOU, DEDJEL2011)

1.8.2. Falaise supérieure et son plateau

La falaise supérieure se trouve à une altitude de 40m du plateau inférieur, elle forme un front de gorges continu à l'est de l'axe Berriane- Ghardaïa- Metlili, et présente une ligne de relief sinueuse orientée Nord ñ Nord Est. Vers l'ouest, le plateau supérieur, érodé, représenté par quelques gorges clairsemées, et plus à l'ouest jusqu'à environ 3°30E des témoins isolés avancent loin sur le plateau inférieur.

Des rivières subséquentes irrégulières courtes, et séparées les unes des autres, le long de deuxième escarpement dans le nord de M' zab, et finissent par joindre les grands

oueds conséquents, l'exemple d'oued El Haimieur au nord de la ville de Ghardaïa, ou celui d'oued Azouil au nord de Bounoura lequel longent également des blocs de l'étage supérieur et recouvrent des ruisseaux obséquents à travers sa falaise.

Dans la région de Hassi El Fahel au sud, la falaise supérieure est plus épaisse, moins déchiquetée qu'au Nord, marquée par le passage des oueds méridionaux conséquents. Le plateau supérieur à l'est du deuxième escarpement, constitue un deuxième versant cataclinal, sur lequel se développe la Chebka orientale.

Sur le plateau supérieur, en poursuivant notre cheminement dans le sens de la pente, jusqu'à la zone où le changement de la forme de réseau hydrographique est quasiment remarquable, une série de canaux, longs et parallèles prenant naissance par les nombreux affluents provenant de l'ouest, et convergent en divers points séparés par de larges plaines appelées chacune « Guentra ».

Les grands oueds «Oued Nsa, oued M' Zab, oued Metlili etc.» serpentent à travers ces étroits canaux, et continuent leur descente vers le SE et finissent en dépressions fermées près de la cuvette d'oued Mya, la Chebka orientale cesse dans cette zone, de même que le plateau calcaire qui la supporte, en passant à cette vaste hamada d'atterrissement qu'est la région des Guentras. Ce changement a lieu dans le Nord à partir du 4°15'E, et au Sud dès le 3°35'E, et ce, parallèlement au déplacement, continu de la ligne d'escarpement supérieure vers le Sud Ouest.

1.8.3. Fissuration et Karstification :

✓ Les karsts

Il existe deux grands karsts dans la région, les environs de *Bounoura* « la grotte de *Figher* » et celle de « *Louss* », sont creusés dans les roches profondes du plateau inférieur. Ces grottes souterraines s'étendent sur quelques centaines de mètres de longueur et sont étagées. Leur étage supérieur est situé à plus de 10 mètres de profondeur.

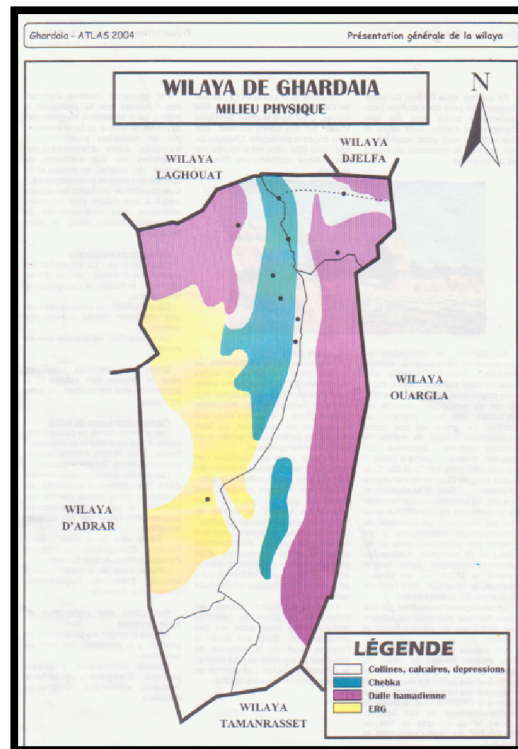


Fig1. 2. carte de la géomorphologie de la wilaya de Ghardaia (ANRH Ghardaia)

À environ 60km au sud est de Mansoura, un aven de 15 mètres d'ouverture et 100 mètres de profondeur (dans la région de *Sahb el Bir*) considéré comme grand karst, figuré comme un grand trou noir au milieu de hamada, rosâtre clair, du plateau supérieur. Les petits karsts prennent diverses formes et sont nombreux dans la région.

✓ La fissuration

Les cassures verticales ou perpendiculaires à la stratification constituent l'essentiel des fissurations observées dans la région de Ghardaïa, on peut les rencontrer à toutes échelles.

Des diaclases taillent la falaise verticale de 6 mètres sur laquelle repose la ville de Bounoura.

Une fracture orientée Nord 110, de longueur d'environ 250 mètres, forme une large cavité naturelle à Beni Isguen, elle capte et emmagasine les eaux ruisselantes des pluies et sert de citerne aux villageois.

1.9. Aspect climatique

1.9.1. Les précipitations

Le climat se présente comme étant Saharien aride et se caractérise par deux saisons :

Une saison chaude et sèche allant du mois d'avril au mois de septembre, et une autre saison tempérée allant de d'octobre à mars. Un grand écart est enregistré entre températures de l'été et de l'hiver. On enregistre une moyenne annuelle de 25°C, avec une évaporation de l'ordre de 2000mm par an, et une faible hauteur de pluie atteignant les 60mm par an (fig. 1.5).

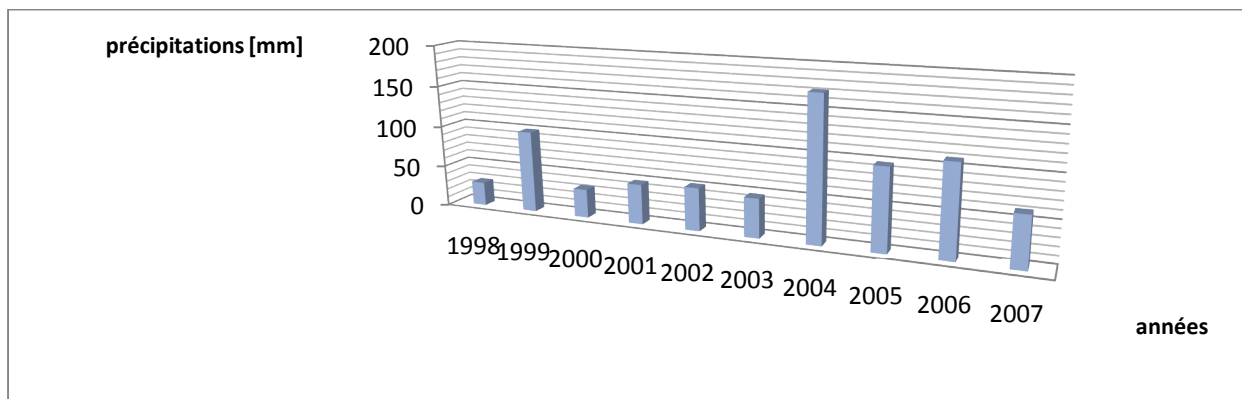


Fig.1.5.graphique des précipitations de la vallée du Mzab entre 1998 et 2007

Cette valeur de pluviométrie n'a pas une grande signification car les pluies peuvent faire défaut pendant plusieurs années consécutives, et que deux à trois jours de pluies peuvent apporter 50 à 80 mm engendrant parfois d'importantes crues avec des débits considérables allant jusqu'à 1000 m³ par seconde.

1.9.2. Les températures

Comme le montre la (figure 1.6.), la période la plus chaude représente les mois de juin, juillet et août avec un pic de 47 C° enregistré au mois de juillet.

La période la plus froide est comprise entre les mois de décembre, janvier et février avec un minimum de -0.4 C°.

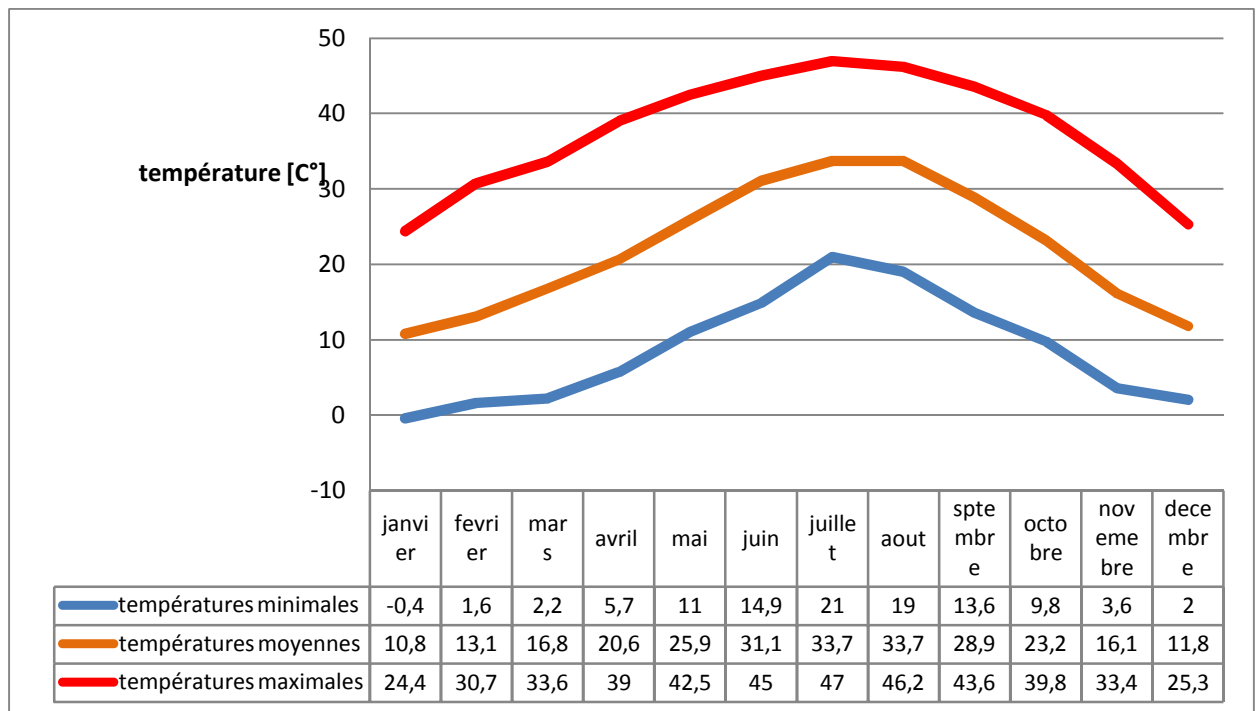


Fig1.6 Variation des températures mensuelles de la vallée de M'zab

1.9.3. les Vents

Les vents dans la région du M'zab sont modérés, comme le montre la figure (Fig1. 3) la moyenne de leurs vitesses varient entre 3.5 [m/s] et 4.8 [m/s].

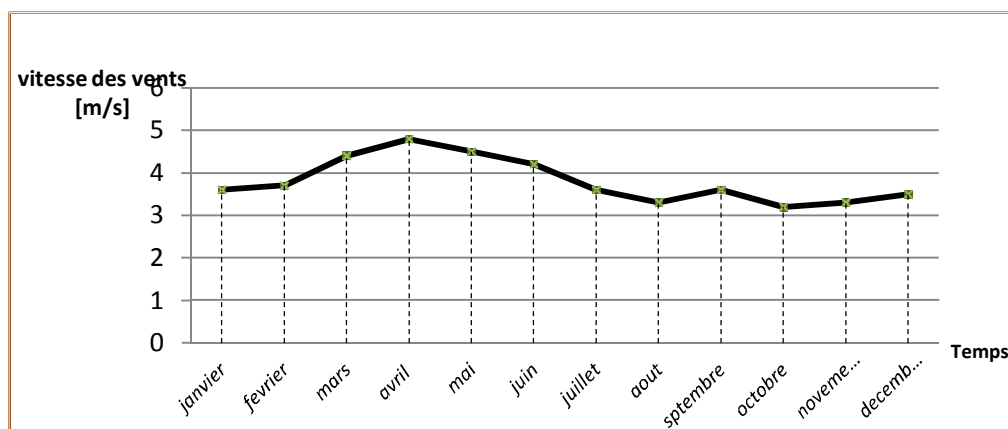


Fig1. 4.variation de la vitesse des vents dans la willaya de Ghardaïa (ANRH)

1.9.4. Évaporation

Comme le montre la figure (Fig1. 7) la moyenne de l'évaporation est assez importante cela est dû aux températures de la région très élevées.

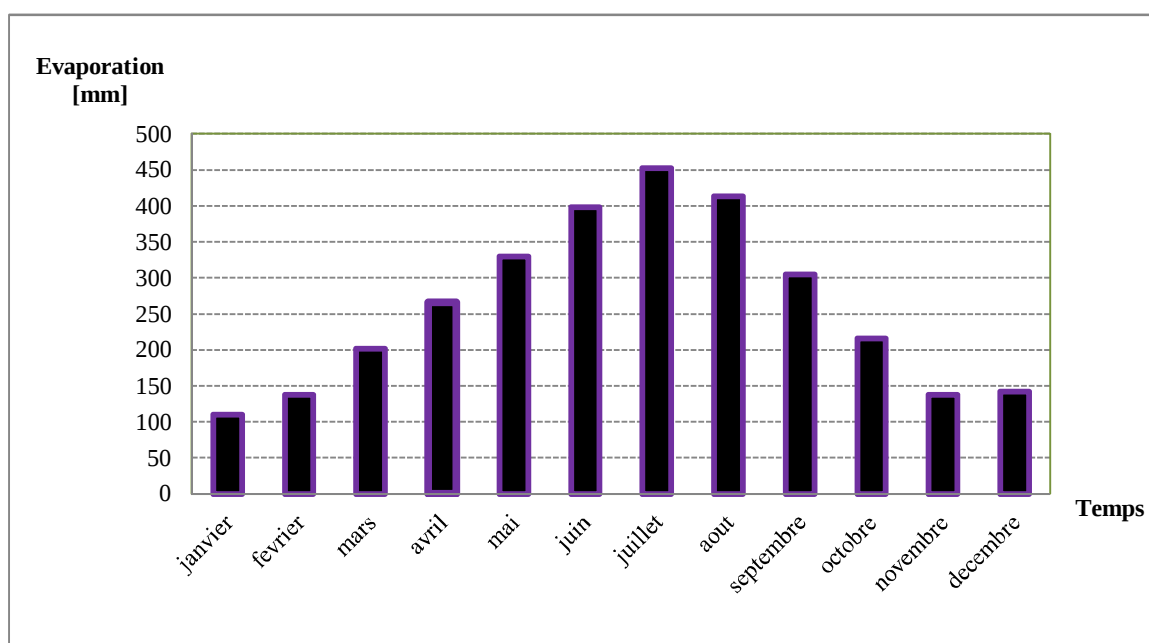


Fig1. 5. Variation de l'humidité dans la willaya de Ghardaïa (ANRH Ghardaïa)

1.10. Vegetation ,

Dans la Chebka, le paysage est désolé et la végétation spontanée, toujours très rare, ne se rencontre qu'en bordure des oueds. Les espèces qui reverdissent après chaque pluie sont des herbacées et des arbustes appartenant tous à la flore saharienne.

Cette maigre végétation ne peut être utilisée que pour le pacage des camelins, des caprins et d'assez rares ovins.

En dehors de la Chebka, la végétation est plus abondante et permet aux ovins des régions présahariennes de séjourner en grand nombre sur les pâturages pendant l'hiver et le printemps. (*M. BABKER . M. NASRI 2001*)

Mais, même dans ces régions moins défavorisées, l'arbre demeure une exception remarquable et la flore ne comporte pas d'espèces plus développées que le jujubier.

Quelques Betoum (pistachier sauvage) se rencontrent dans le lit des oueds les plus humides (Oued N'Sa).

1.11. Hydrologie et Hydrogéologie

L'alimentation du réseau hydrographique du bassin versant de MōZab se fait à partir du piedmont de l'Atlas Saharien à plus de 750m d'altitude et déverse à son exutoire après 320 km à Sebkhāt Safīone au nord de la ville de Ouargla à une altitude de 107 mètres.

La wilaya de Ghardaïa comprend deux sources d'eau souterraines, la nappe phréatique superficielle d'inféoflux, et le continental intercalaire, la nappe dite albienne, qui est située à de très grandes profondeurs.

1.11.1. Nappe phréatique

La localisation des nappes phréatiques de la région du MōZab se trouvent dans les alluvions des vallées des Oueds de la wilaya de Ghardaïa. Le comportement hydrologique est intimement lié à la pluviométrie et aux crues qui représentent leur source d'alimentation. Les eaux de ces nappes sont captées par des centaines de pluies traditionnelles appelées les *ōHassiō* qui sont essentiellement destinées à l'irrigation. Leurs profondeurs varient entre 20 et 30 mètres.

Concernant la qualité chimique, les eaux de cette nappe sont bonnes à la consommation en amont et impropre à l'aval, du à leur contamination par les eaux urbaines. (*ANRH Ouargla*)

La nappe phréatique du MōZab fait face à deux problèmes à savoir :

- Une alimentation faible et irrégulière ;
- Une évaporation intense.

La recharge de la nappe phréatique se fait au niveau des alluvions poreux par les précipitations torrentielles, et les apports d'irrigation par l'albien ainsi que par le biais des fissures de calcaires.

La nappe phréatique, vu sa grande perméabilité et sa faible profondeur, est sujette à la pollution essentiellement au niveau des lits des oueds.

Au niveau de la région du M'Zab, la nappe phréatique comprend deux aquifères superficiels, l'un est alluvionnaire et l'autre est carbonaté fissuré.

a) L'aquifère alluvionnaire quaternaire

Il est constitué essentiellement d'alluvions avec du sable fin et grossier et des poudingues, lui donnant une porosité et une perméabilité interstitielles (tableau 1.2.) qui favorise l'infiltration des eaux et l'écoulement souterrain. Ce remplissage de lit des oueds repose en général sur la barre carbonatée cénomano-turonienne avant d'atteindre les argiles, son épaisseur varie de 25 à 45 mètres. (*BENDRISSOU et DEDJELL ; 2011*)

b) L'aquifère Cénomano Turonien

Sa nature lithologique est de calcaire dolomitique massif d'une épaisseur de 40 à 100 mètres, grâce à sa perméabilité de fissure, il reçoit les eaux provenant de la surface directement ou par l'intermédiaire de l'aquifère alluvionnaire.

1.11.2. Nappe du Continental Intercalaire

L'Albien : est déterminé en général par des grès argileux, grès rouges et sables moyens à fins argileux avec une épaisseur de 200 à 300 mètres

La Nappe du continental intercalaire est exploitée à une profondeur allant de 250m à 1000m selon la région. Elle draine d'une façon générale les formations gréseuses et grés argileuse du Barrémien et de l'albien.

Localement l'écoulement s'effectue d'ouest en est. L'alimentation de la nappe bien qu'elle soit minime provient directement des eaux de pluies au piémont de l'Atlas Saharien en faveur de l'occident sud atlantique. (*BENDRISSOU et DEDJELL Y. ; 2011*)

L'eau de la nappe albienne est la ressource principale de la région. Elle est exploitée pour l'alimentation en eau potable après traitement, l'irrigation et pour l'industrie.

La qualité physicochimique et bactériologique des eaux de cette nappe tire son profil de la nature lithologique de l'aquifère, composé essentiellement de grès et de sables fins argileux.

Tableau1. 2. Formation géologique et perméabilité des aquifères

Nom de l'aquifère	Formation Géologique	Intérêt hydrogéologie
Nappe phréatique	Quaternaire alluvionnaire	Aquifère (perméabilité d'interstice)
	Cénomano - Turonien	aquifère (Perméabilité fissurée)
Cénomanién		Substratum
Nappe du continental intercalaire	Albien	Aquifère (perméabilité d'interstice)
	Aptien	
	Barrémien	

1.11.3. Piézométrie de la nappe phréatique au niveau de la vallée en 2000

Une campagne de mesure piézométrique a été effectuée en juin 2000 par l'ANRH sur 107 points d'eau (puits) tout au long de la vallée à partir de la région de Bouchène, qui constitue la zone de confluence de l'oued Touzouz avec l'oued M'Zab, jusqu'en aval de la vallée d'El-Atteuf (Aouleouele).

On constate que les eaux souterraines de la nappe phréatique s'écoulent suivant un sens d'écoulement du nord-ouest de la vallée en amont avec une isopièze de 490

mètres vers le sud-est en aval (435m) en suivant l'inclinaison générale du plateau du M'zab.

Le gradient hydraulique est de 0,25 en amont et augmente progressivement en aval jusqu'à atteindre 0,35.

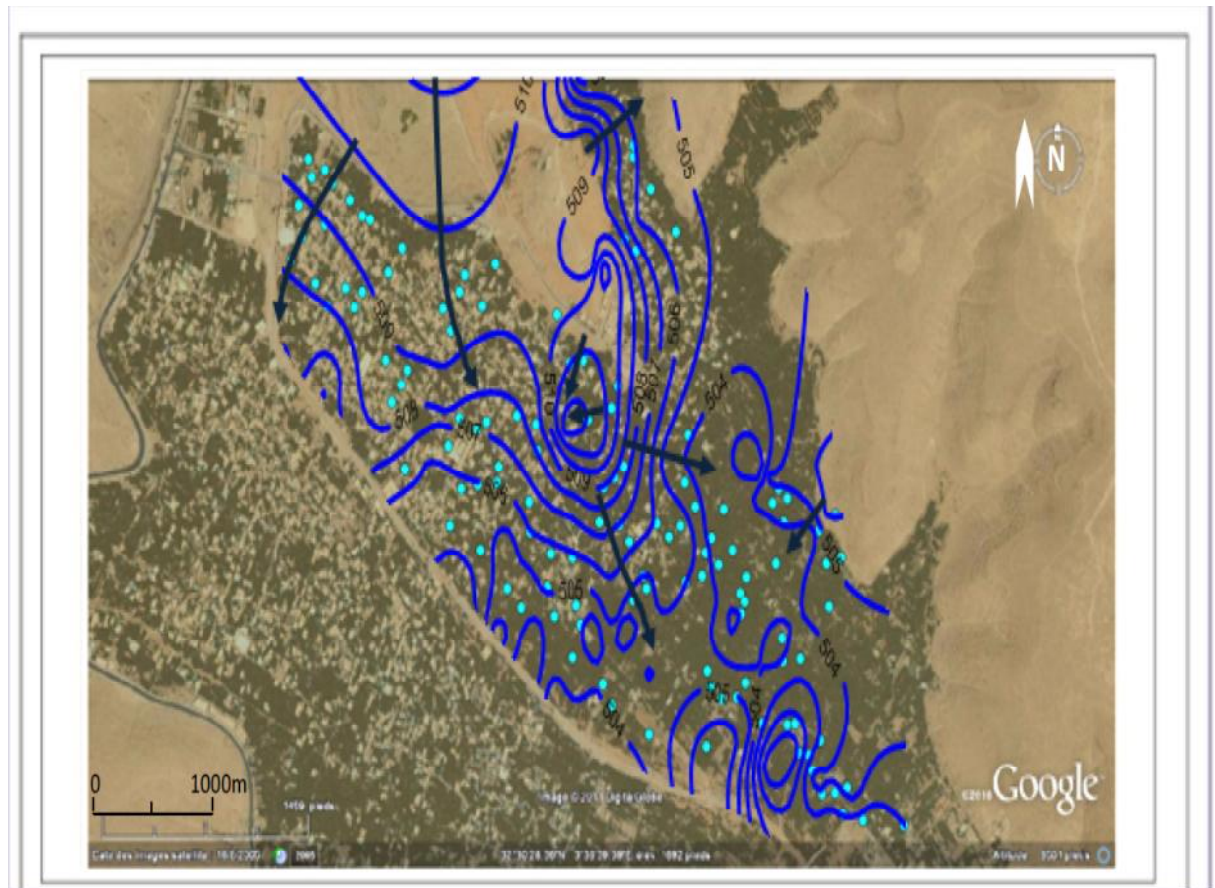


Fig1.8. carte piézométrique de la nappe phréatique (ANRH Ghardaïa)

1.11.4. Piézométrie de la nappe albienne (CI)

La nappe du CI est captive dans toute la région, elle peut être exploitée à des profondeurs variant de 0,5 à 140 mètres dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions d'El-Ménia. En fonction de l'altitude topographique et les formations postérieures au CI, (ANRH Ghardaïa) le niveau piézométrique peut se situer au-delà de la surface topographique où la nappe devient jaillissante et admet des pressions élevées en tête des ouvrages de captage. Citons les zones de : Zelfana, Guerrara, Hassi-El-Fahel et Hassi-El-Gara.

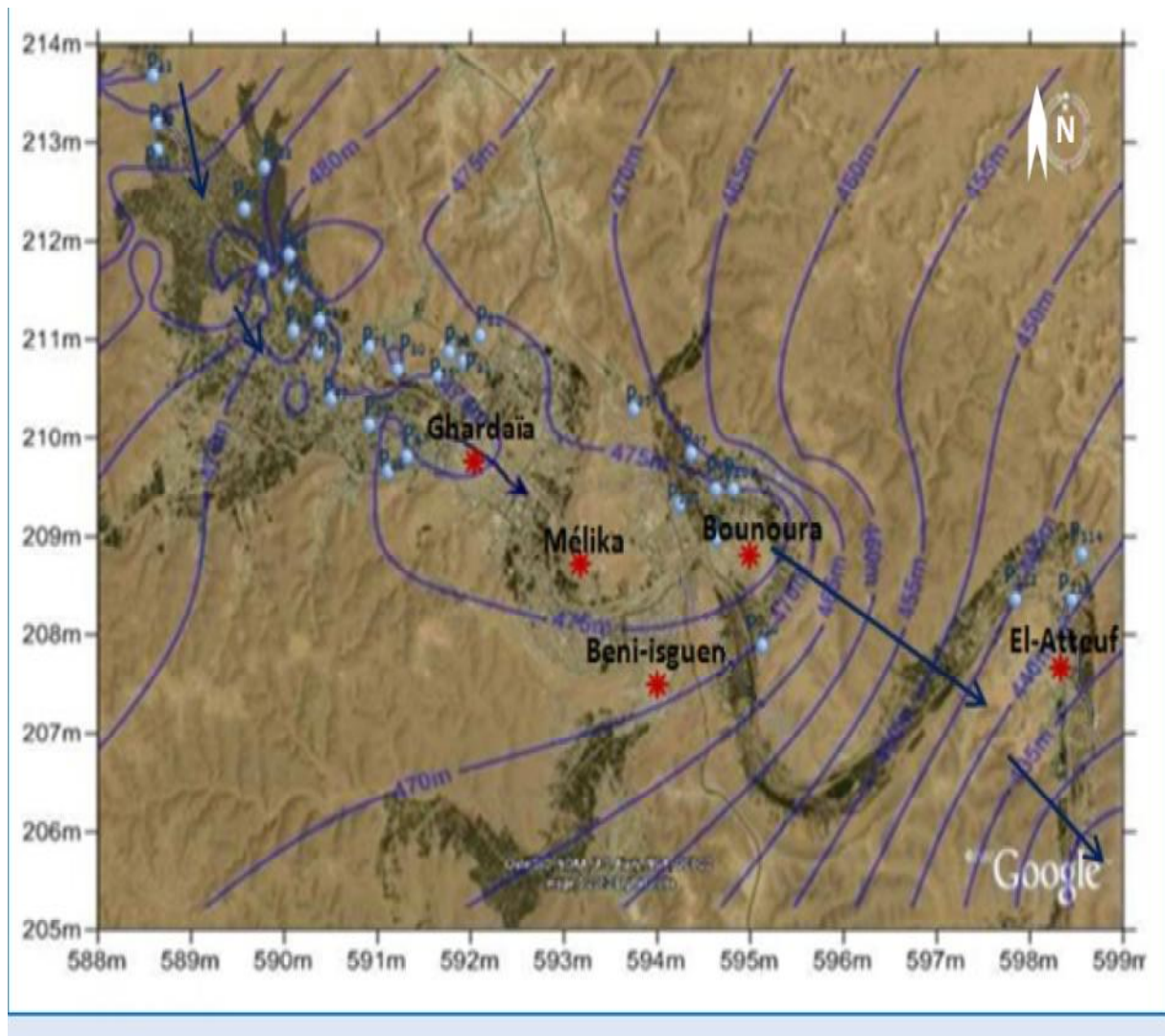


Fig1.9.carte piézométrique de la nappe albienne (ANRH Ghardaïa)

On distingue deux directions d'écoulement principales au niveau de la nappe albienne:

- Une qui s'effectue du nord-ouest vers l'est, dans le nord de la région.
- L'autre est située dans le sud-ouest de la région qui se dirige du nord-ouest vers le sud.

1.12. L'agriculture dans la vallée de Mزاب

Le secteur de l'agriculture de la Wilaya de Ghardaïa est caractérisé par deux systèmes d'exploitation (*DSA Ghardaïa*) :

- L'ancienne palmeraie

- La mise en valeur

1.12.1. Le système oasien de l'ancienne palmeraie

Ce système couvre une superficie de 3146 ha, il est caractérisé par une forte densité de plantation au niveau de la palmeraie qui est irriguée par des rigoles traditionnelles appelées séguías. On y trouve des cultures maraichères, Arbres fruitiers et des palmiers dattiers

Des activités d'élevages familiaux sont souvent pratiquées avec des cheptels de petites tailles dans le but de bonifier la fertilisation des terres en utilisant leurs excréments en guis



Fig1. 60. Vue générale d'une partie de la palmeraie de Beni Isguen

1.12.2. Le système de mise en valeur

Mise en valeur péri-oasienne : petite mise en valeur, basée sur l'extension des anciennes palmeraies selon un système oasien amélioré, caractérisé par : irrigation localisée, densité optimale, alignement régulier, exploitation structurées. Taille moyenne de 2 à 10 ha

Mise en valeur d'entreprise : c'est la grande mise en valeur mobilisant d'importants investissements, basée sur l'exploitation exclusive des eaux souterraines profondes et est caractérisée par : structures foncière importante (jusqu'à 500 ha), mécanisation plus importante, irrigation localisée et/ou par aspersion, pratiquant des cultures de plein champs et vergers phoénicoles et arboricoles. Les cheptels associés aux productions végétales sont importants notamment ovin et bovin.

Tableau1.3. Production phénicoles dans la wilaya de Ghardaïa

Commune	Nombre total de palmiers				Production Qx			
	Deglet nour	Ghars	Autres	Total	Deglet nour	Ghars	Autres	Total
Ghardaïa	25340	21101	107971	154412	10525	6019	52668	69212
El-Ménéa	68880	15544	70975	155399	31675	9440	31363	72478
Daya	32810	20497	27293	80600	9129	3138	11235	23502
Berriane	18128	12418	29206	59752	7332	3856	12682	23870
Metlili	41005	15953	69860	126818	24797	9275	33570	67642
Guerrara	90805	45033	55000	190838	43130	21982	20859	85971

Sebseb	15665	5090	26664	47419	5404	2054	8080	15538
Bounoura	17790	18237	14679	50706	2605	1520	5808	9933
Mansoura	28860	9147	10165	48172	10002	2685	2607	15294
Total	521750	219670	483390	1224810	209628	82167	208205	500000

Les proportions réunies des terres agricoles et la de végétation représentent une partie infime de la superficie total du désert, vu le climat et la géologie du terrain de la région du mǝzab qui est considérée comme étant désertique. Ceci explique la rareté de la végétation qui se résume dans les palmeraies et les bordures des oueds.

Le tableau.1.4 les chiffres suivant éloquent la situation évoquée.

Tableau.1.4. Proportions de la surface agricole utile par rapport aux superficies totales des communes (DSA Ghardaïa)

Communes	Surface agricole utile (Ha)	Superficie de la commune(Ha)	Pourcentage %
Ghardaia	1316	30647	4.29
El-Ménéa	4516	2392068	0.18
Daya	1379	223494	0.61
Berriane	1082	260980	0.41
Metlili	2133	501012	0.4
Guerrara	3972	338227	1.17
El-Atteuf	896	71701	0.12

Zelfana	1182	194623	0.6
Sebseb	4051	436682	0.92
Bounoura	761	77892	0.97
Hassi-El-Föhel	5420	687539	0.78
Hassi-El-Gara	3961	2769892	0.14
Mansoura	2076	481255	0.43
Total	32745	8466012	0.38

1.12.3. Avantages et inconvénients dans le domaine agraire

La durée d'ensoleillement et la température relativement élevée au niveau de la région de Ghardaïa représentent une source d'énergie permettant la réalisation d'une grande variété de culture à maturation précoce.

Aussi l'existence des Dhayate (grandes dépressions) et des plateaux bas sont des facteurs favorisant l'agriculture et/ou pastorales grâce aux alluvions et éléments fertilisants qui s'y déposent et aux eaux d'infiltration qui s'y accumulent.

Les parcours du Nord de la Wilaya disposent des possibilités de régénération grâce à la densité du réseau hydrographique et la diversité des espèces.

L'élevage par l'importance de ses effectifs constitue une richesse capable de générer une production conséquente par une conduite rationnelle.

Les cultures pratiquées au niveau de la Wilaya de Ghardaïa, sont la céréaliculture, le maraîchage, les cultures fourragères et industrielles en plus de l'arboriculture.

Tableau1.5.produits agricoles dans la wilaya de Ghardaïa (DSA Ghardaïa)

	production en Qx					
	Céréales	Fourrages	Agrumes	Culture maraichère	Phonéciculture	Cultures industrielles
Ghardaïa	0	32438	6213	64613	69212	0
El-Ménéa	66675	54062	2237	100812	72478	0
Daya	0	19462	3728	112176	23502	0
Berriane	0	20625	4474	52137	23870	0
Metlili	0	22625	2982	53264	67642	1200
El-Atteuf	0	10813	3231	18682	17599	0
Zelfana	0	17000	1491	31521	48810	0
Sebseb	0	17600	4474	67813	15538	4000
Bounoura	0	10812	4846	51703	9933	0
H El-Fâhel	6480	69200	18640	23607	15894	0
H El-Gara	11250	75688	2833	30788	34257	0
Mansoura	0	17300	2113	15476	15294	2080
Total	86003	432500	58504	655000	500000	72807280

Les facteurs météorologique à savoir : la pluviométrie la température et les vents, contribuent à grande échelle au dessèchement des cultures, ajoutées à cela l'évaporation et l'évapotranspiration qui accentuent cette opération. Ce phénomène fait qu'aucune culture ne peut s'établir sans apport d'irrigation

L'Erg occidental qui couvre environ 21 % de la superficie de la Wilaya limite l'espace à développer et constitue une source d'insécurité pour les zones environnantes.(*DSA Ghardaïa*).

La roche calcaire (55% du territoire de la willaya) qui affleure fréquemment les sols fertiles représente une sérieuse contrainte pour l'action de mise en valeur.

- Les sols cultivables sont rares et limités aux zones d'accumulation des eaux et de dépôts alluvionnaires.
- La nappe phréatique destinée essentiellement à l'irrigation est sujette à de maintes contraintes à savoir :
La pollution (vu sa faible profondeur),
alimentation irrégulière (rareté des précipitations et des crues)
- Pour ce qui est des ressources hydriques, les nappes phréatiques ne peuvent constituer un support suffisant pour le développement agricole.

La nappe du Complexe Terminal est mal connue et nécessite une étude.

La nappe du Continental Intercalaire présente les contraintes :

- Profondeur importante
- Température élevée de l'eau au niveau de Guerrara et Zelfana
- Durée de vie limitée des forages
- Baisse progressive du niveau de l'eau dans la nappe et retrait progressif de l'artésianisme.

Toutes ces contraintes font que l'exploitation de cette nappe nécessite des investissements lourds (Réalisation de forages, énergie pour le pompage, refroidissement de l'eau, entretien des équipements,...).

- La faiblesse de la taille des exploitations agricoles, le mode d'exploitation essentiellement traditionnel, la configuration de la structure foncière, la mauvaise qualité des parcours, l'insuffisante production fourragère débouchent sur une production agricole faible orientée vers l'autoconsommation.
- Le coût de l'exploitation de la nappe du continental intercalaire est très élevé et nécessite la mise en œuvre de moyens colossaux, d'autant plus que l'eau extraite

de cette nappe a besoin d'un traitement poussé pour être utilisée pour l'irrigation.

- L'extension de la zone agricole est en concurrence avec l'extension urbaine ; de ce fait les rendements agricoles deviennent de plus en plus mitigés au fur et à mesure que le béton envahit les palmeraies, et comme un facteur décisif le relief joue en défaveur de l'action de mise en valeur agricole

1.13. Conclusion

La vallée du Mōzab est caractérisée par une hyper aridité due aux paramètres climatiques extrêmes à savoir une faible pluviométrie, un taux assez important d'évaporation, et des températures relativement élevées.

Cependant elle offre plusieurs avantages par rapport à l'agriculture en occurrence un fort taux d'ensoleillement qui favorise le développement des cultures à maturation précoce notamment le maraîchère.

La seule entrave au développement agricole dans la région est la rareté de la ressource hydrique qui s'explique en partie par le positionnement géographique de la région, l'aspect climatique et géologique.

La nappe albienne et la nappe phréatique sont les deux ressources hydriques exploitées dans la région, néanmoins les eaux de la nappe albienne sont saumâtre et nécessitent un traitement préalable avant utilisation.

3.1.Introduction

Les constatations au niveau de la palmeraie de BENI IZGUEN présentent plusieurs problématiques complexes, dues en premier lieu à la nature (températures ardentes, crues sporadiques, précipitations rares et configuration géologiques propices aux ruissellements de la roche).

En second lieu, l'action anthropique contribue à grande échelle dans la détérioration de ce patrimoine international (dévasement non adéquat, irrigation avec des eaux de grande profondeurs) et à petite échelle (manque d'entretien des HASSI, des ouvrages hydraulique, et de la palmeraie).

3.2.Problématiques environnementales

3.2.1. Répercussions du dévasement sur la palmeraie

Le dragage effectué entre l'année 2000 et 2004 par Akraz d'agrogéologie, reste le majeur problème qui porte atteinte aux palmiers dattiers. En effet le décapage effectué au niveau du barrage de Beni Isguen a contribué à élargir la capacité de stockage d'eau, cependant il a sévèrement accentué l'érosion autour des palmiers qui ont vu leurs parties radiculaires à l'air libre.

Ce problème menace le patrimoine phénicien d'une dégradation et d'une perte éminente des palmiers dattiers qui se trouvent au sein du barrage.



Figure a



Figure b

Si aucune mesure n'est prise, et dans le cas où une crue de forte ou de moyenne intensité ait lieu ; la palmeraie risque d'enregistrer des pertes colossales en matière de palmiers dattiers et par conséquent une baisse tangible du rendement.



Figure (c)



figure (d)

Fig3. 1. Vu général sur le coté est de la palmeraie de Béni Isguen

Ces répercutions ont des proportions négatives de l'ordre sociale et économique pour les habitants de la région tributaires de l'agriculture.

3.2.2. Pollution par les eaux usées

En second lieu, étant donné que les habitations de la palmeraie ne sont pas raccordées au réseau d'assainissement de la ville, le rejet des eaux usées cause de sérieux problèmes de contamination de la nappe phréatique et par conséquent les eaux des HASSI utilisées pour l'irrigation.

La qualité des récoltes plus particulièrement les cultures maraichères est affectées par ce phénomène. Par ailleurs, ces rejets ne sont pas dérisoires car ils représentent l'ensemble de la charge polluante des habitations secondaires devenues permanentes vu l'accroissement démographique.

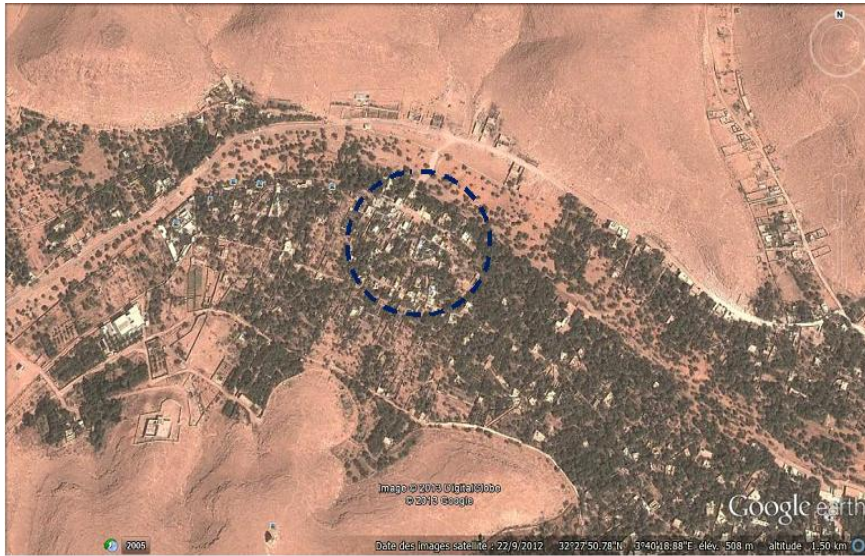


Figure (a)



Figure (b)

Fig3. 2.densité des habitations dans la palmeraie de Beni Isquen

L'aspect esthétique, environnemental et sanitaire est sérieusement touché par ce phénomène, cela se manifeste par des odeurs nauséabondes et des mares d'eau usées gisantes sur le sol. Ces dernières représentent une réelle source de maladies pour le bétail en cas d'abreuvement par ces eaux.



Fig3. 3.pollution par les eaux usées au sein de la palmerie de Beni Isguen

3.2.3. Manque d'entretien des Hassi

L'entretien des puits traditionnels appelés HASSI est très négligé par les FELLAH faute d'investissement humain (main d'œuvre) et matériel. En conséquence, la majorité des puits sont taris, ajouté à cela la rareté des crues qui se fait ressentir de plus en plus

ces dernières années (depuis 2008), le manque d'eau cause un réel problème pour les cultures maraîchères.



Figure (a)



Figure (b)

Fig3. 4. Manque d'entretien des Hassi

3.2.4. Utilisation des eaux de grandes profondeurs (nappe albienne)

L'utilisation des eaux de grande profondeur (eaux de la nappe albienne) pour l'irrigation porte atteinte non seulement à la structure et à texture du sol ; car ces eaux sont chargées en sel ; et présentent des températures assez élevées pour freiner le rendement des cultures sensibles (maraîchère) et colmater le sol, mais aussi elle engendre l'entartrage accéléré des conduites.

3.2.5. La fusariose

La fusariose appelée EL BAYOUD est une maladie qui touche les palmiers dattiers, elle s'est répandue au niveau de la palmeraie de Béni Isguen et a pris de l'ampleur ces dernières années affectant de manière directe les récoltes. Cette maladie qui atteint les végétaux, est causée dans la majorité des cas par des champignons décomposeurs couramment présents dans les [sols](#), du [genre fusarium](#) mais ayant dans ces cas un développement [parasitaire](#).

La température élevée contribue au développement rapide d'el bayoud ; ainsi le fait de ne pas récolter la moisson de l'année précédente crée des conditions favorables à la prolifération de cette maladie.



Figure (a)

Le Bayoud attaque aussi bien les palmiers jeunes qu'adultes, Les premiers signes de l'affection, visibles par un œil expert, font leur apparition sur les ramées de la couronne moyenne. Les feuilles affectées prennent une couleur gris cendré et ensuite se fanent d'une façon particulière: les pennes blanchissent d'où le nom arabe de « Bayoud ».

la progression de la maladie se fait de la base vers la cime. Quand tout ce côté a été affecté, le flétrissement commence de l'autre côté, en sens inverse cette fois-ci, de l'extrémité de la feuille vers sa base, jusqu'à la mort de la feuille

Cette maladie vasculaire cause un blocage de la circulation de l'eau dans les vaisseaux conducteur, causant ainsi un dessèchement progressif de l'arbre, sur une durée de six à dix ans, infligeant ainsi une mort du palmier.



Figure (b)



Figure (c)

Fig3. 5.conséquences de la maladie de la fusariose sur les palmiers

3.2.6. Polémique d'extraction des eaux

La demande accrue en eau a suscité l'apparition d'un nouveau fléau qui est le banditisme de l'eau, il concerne les puits privés et les puits collectifs, cette action fait



Fig3. 6.bassin de stockage de l'eau

polémique au niveau social et crée des conflits d'exploitation de la ressource hydrique qui jusqu'à aujourd'hui est inégalement répartie, faute d'absence de contrôle.

3.2.7. Arrivée du béton dans la palmeraie

L'arrivée du béton au sein de la palmeraie a modifié l'aspect esthétique dans le sens péjoratif car l'extension et les cloisons des jardins privés ont perdu de leur aspect ancestral et de leur rôle qui consistait à évacuer le surplus d'eau dans les jardins lors de l'arrivée de la crue, chose qui ne se fait pas actuellement vu le matériau de construction utilisé (briques).

D'autre part le taux d'infiltration des eaux de la crue a été revu à la baisse vu la réduction des zones de percolation.



Figure (a)



Figure (b)

Fig3. 7.construction au sein de la palmeraie

3.2.8. Manque d'entretien de la palmeraie

Le manque d'entretien des jardins est aberrant, il se présente sous plusieurs formes, on peut citer à titre d'exemple la non fécondation du palmier dattier, la non récolte de la moisson de l'année précédente et négligences de compagne de nettoyage des déchets domestique.

Le palmier dattier court un risque majeur de contagion par la maladie d'EL BEYD qui se prolifère en conditions de non entretien.

3.2.9. Le problème des forages illicites

La vallée du M'zab a connu ces dernières années une grande prolifération des forages illicites, forés par percussion atteignant la partie supérieure de l'alluvion, avec des profondeurs avoisinantes les 75mètres. Il a été recensées 116 puits illicites en 2005 ; leurs nombre est beaucoup plus important aujourd'hui, due à la non coopération des propriétaires.

Par endroit ces puits sont artésiens jaillissant a un débit moyen de 12 litre par seconde. Les pluarts sont dépourvu de vannes, leur eau coule dans la nature, ce qui représente une grande source de gaspillage.

Le volume d'eau extrait des forages illicites calculé selon les fréquences d'utilisation ; les chiffres parlent d'eux même : 19.30 millions de mètres cubes par an, soutirés illicitement ; soit 0.612 mètres cube par seconde, ce qui représente 9% de la production des forages autorisés dans la willaya.

Ces derniers créent un problème dans l'exploitation de la nappe notamment des rabattements du niveau piézométriques et des déséquilibres considérables, ainsi qu'une grande marge de gaspillage de la denrée hydrique. Autre part ces puits non déclarés créent des lacunes au niveau de l'actualisation de l'étude du comportement de la nappe ; ainsi il est difficile de comprendre et de suivre l'état hydrogéologique de l'aquifère.

3.2.10. Surexploitation de la nappe albienne

L'inventaire des forages d'eau effectué par l'ANRH en 2005 nous permet d'avoir une idée sur le nombre de puits en exploitation et ceux en arrêt et d'évaluer les volumes extraits de la nappe par les trois secteurs : l'agriculture, l'alimentation en eau potable et l'industrie.

Ces résultat ont aussi bien permis de voir l'évolution entre le nombre de forages en 1999 qui était de 288 et de celui de 2005 étant de 345 avec une augmentation de pompage estimée a plus de 34.66 hm cube par an.

Cet accroissement est essentiellement dû à l'augmentation du nombre de forages.

Tout cela engendre un rabattement remarquable du niveau hydrostatique de la nappe albienne, et par conséquent la chute de pression dans les zones artésiennes



Fig3. 8. Forage Albien

3.2.11. Le rétrécissement du lit de lööued

Ces dernières années la région de Béni Isguen comme toutes les régions du pays a connu un boom démographique qui, a suscité une construction phénoménale de plusieurs habitats aussi bien dans le milieu urbain que rural.

La palmeraie de Béni Isguen n'ä pas été épargnée par ce phénomène, car les observations notées sur le site montrent une anarchie architecturale répandue dans les moindres recoins de la palmeraie atteignant même les chenaux prévu pour le passage des crues, engendrant une calamité qui se résume dans un rétrécissement sévère du lit de lööued.

Les conséquences du rétrécissement du lit de lööued sont aussi bien dangereuses que désastreuses, leurs dégâts entraînent des pertes humaines et matérielles.

Le ruissellement des eaux dans la région du möZab est très important, car sa formation géologique rocheuse favorise et amplifie la vitesse de löécoulement. Lors de löarrivée döune crue au niveau de la palmeraie, elle rencontre des obstacles qui se matérialisent en des constructions influençant sur la largeur du lit de lööued, cela augmente le débit et la hauteur döeau, ce qui la rend destructrice.



Figure (a)



Figure (b)

Fig3. 9. Rétrécissement du lit de l'oued

3.2.12. Manque de main d'œuvre

Le manque croissant de main d'œuvre, qui revient au phénomène de la mutation du secteur agricole vers le secteur commercial lequel privilégie le gain facile, rapide et lucratif pour la tranche active de la région,

En somme, tous ces problèmes entravent le développement et la prospérité de la palmeraie en matière de rendement et d'entretien.

Une rude concurrence s'est installée entre le domaine commercial et agricole, cependant ceci va à l'encontre du développement et la prospérité du secteur oasien

3.2.13. La baisse du rendement de la palmeraie

Incontestablement, ces dernières années la palmeraie de Béni Isguen a enregistré des baisses tangibles en matière de production de dattes. cela malgré le développement de techniques d'extraction d'eau (pompage), d'irrigation, de transport et de conditionnement, par rapport aux moyens rudimentaire dont disposaient les ancêtres autrefois, et qui faisaient tout de même de la région un important pôle d'échange culturel et commercial.

Ce paradoxe qui sévit actuellement dans la région, peut s'expliquer en partie par le fait que la grande partie de la main d'œuvre destinée à l'agriculture a connu une conversion vers le secteur commercial.

Par ailleurs, la rude concurrence dans la production des dattes venant du territoire national ou de pays étrangers, largement conforme à la notion qualité prix dissuade sérieusement les producteurs locaux.

En somme, ces entraves contribuent à grande échelle à dégradation économique environnementale et esthétique de la palmeraie de Beni Isguen.

Pour remédier à la situation un plan d'action portant sur la protection et la préservation de ce patrimoine est plus que nécessaire.

3.3.Solutions et recommandation

Dans la deuxième partie de ce chapitre il sera question d'aborder les problématiques actuelles qui sévissent au sein de la palmeraie, en proposant des solutions d'un point de vue hydraulique écologique environnemental et économique, afin de remédier et de pallier aux difficultés dans le secteur oasien.

Le champ d'action des perspectives est essentiellement basé sur les constatations effectuées sur terrain ainsi que des recommandations qui relèvent du domaine de l'environnement et de l'hydraulique.

3.3.1. Dévasement

Pour ce qui concerne le premier problème considéré majeur, et qui est le dragage effectué au niveau de l'oasis de BENI IZGUEN qui est à la fois une palmeraie et un barrage temporaire fonctionnel lors de l'arrivée de la crue, ce qui est intéressant à faire, est d'élaborer un plan d'action qui se concrétise tout d'abord par un remblaiement avec une terre fertile compatible, capable de se compacter et de se solidifier avec le sol entourant les palmiers touchés par le décapage dont la partie racinaire se trouve à même l'air libre.

Après cette opération il faudrait envisager un damage appuyé par un arrosage pour faciliter la solidification et le colmatage des particules, de telle sorte à donner au sol une structure assez robuste et vigoureuse pour résister à des éventuelles crues.

Quand tous ces travaux seront opérés, systématiquement le barrage aura perdu de sa capacité de rétention de la ressource hydrique, alors pour compenser cette perte en matière de volume, on procède à un décapage en amont (là où la densité des palmiers est moins importante).

De préférence ce décapage devrait s'étendre en surface (grattage) et en longueur et non pas en grande profondeur dans le sol, et cela dans le but d'empêcher une amplification du phénomène de l'érosion hydrique lors de l'arrivée de la crue.

Autre solution pour sauver le patrimoine phonéicicole consiste à dresser un gabionnage tout le tour du palmier dattier de manière à protéger sa partie radiculaires des éventuelles abrasions hydriques et ainsi renforcer la stabilité et son maintien dans le sol. Ce gabionnage peut être réalisé avec des matériaux locaux à savoir la roche et la chaux.

3.3.2. Revalorisation de la vase

La vase issue du dévasement présente une qualité de fertilisation des sols, elle peut être utilisée pour la revalorisation des terres agricoles, ainsi booster le rendement agraire.

Par ailleurs un autre usage est envisageable concernant la construction au sein de la palmeraie, car la boue extraite combinée à la roche représente un matériau à grande faculté d'adhésion et de solidification.

Autrefois les ancêtres mozabites utilisaient le mélange roche-boue pour la construction des habitations, les margelles des Hassi et les gabionnages. Tout ces édifices ont très bien résisté au fil des siècles.

3.3.2. Pollution par les eaux usées

Pour remédier au problème de la pollution par les eaux usées, il est nécessaire de doter l'ensemble des habitations de fausses perdues qui récoltent les effluents d'eaux usées et procède à une auto épuration biologique, et cela dans le but d'amoindrir l'impact écologique.

Ce dispositif d'assainissement est efficace, n'est pas onéreux, ne nécessite pas d'énergie néanmoins un entretien périodique (chaque six mois), une vidange des fausses.

Une autre solution plus coûteuse qui consiste à raccorder la palmeraie au réseau d'assainissement de la ville.

3.3.3. Manque d'entretien des Hassi

L'eau des Hassi est plus facile à puiser, et de meilleure qualité que les eaux de grande profondeur, néanmoins les fellahs utilisent les eaux de l'albien qui nécessitent une

grande mise en place de moyens et de matériaux onéreux, d'autant plus que ces eaux là sont de fortes teneurs en sel et présentent des températures élevées cela porte atteinte au canalisation (entartrage), et aux terres arables (colmatage des pores et élévation de l'acidité).

L'aménagement des zones de recharge artificielle est une bonne option pour l'alimentation des Hassi par les eaux des crues d'autant plus que cette technique de réalimentation de la nappe superficielle ne nécessite pas de moyens onéreux (deux bassins disposées en séries, l'un pour la décantation et l'autre pour l'infiltration), mais seulement une étude préalable de prospection.

3.3.4. Utilisation des eaux de grandes profondeurs

L'écart entre l'utilisation des eaux de grandes profondeurs et les eaux de la nappe phréatique a suscité une concurrence à la défaveur de la fertilité des sols de la palmeraie vu la qualité des eaux de la nappe albienne. Il est intéressant d'utiliser les eaux des Hassi (nappes phréatiques) pour l'irrigation car celles-ci ne sont pas hostiles envers la terre et présentent une meilleure qualité que les eaux de grandes profondeurs.

3.3.5. La maladie d'El Bayoud ou la fusariose

malgré la résistance du palmier dattier à tous les facteurs abiotiques, il est menacé par la fusariose vasculaire (le Bayoud). Cette maladie est récente, pour le moment aucun traitement radical n'a été trouvé, mis à part quelques remèdes qui ne font que ralentir sa prolifération, notamment la lutte biologique, mesures prophylactiques, lutte chimique.



Fig3. 10.conséquence de la maladie d'el bayoud

A Béni Isguen la solution adoptée pour l'élimination de la maladie d'El Bayoud est de procéder à une suppression du palmier atteint de cette maladie par incinération ou sectionnement de la cime de l'arbre.

Cette solution reste préventive, seulement dans le but d'éviter des éventuelles contaminations aux autres palmiers.

3.3.6. Régularisation de la polémique d'extraction des eaux

Pour aboutir à une équité en matière hydrique il faudra mettre en évidence une législation qui concerne la durée des eaux souterraines et leurs exploitations au sein d'un périmètre bien déterminé qui est la palmeraie. Pour le bon fonctionnement de la législation, la mise en place d'un service une police des eaux qui veillerait sur l'application de cet ensemble de lois en effectuant des contrôles réguliers d'exploitations des eaux, entre autres les débits de pompages.

3.3.7. Stratégies d'aménagement adéquates au contexte de l'oasis

L'utilisation du béton au niveau de la palmeraie n'est guère intéressante d'un point de vue esthétique, par rapport aux matériaux locaux (Toub) qui a beaucoup de facultés

intéressantes notamment l'isolation thermique et une bonne adaptation au milieu environnemental.

3.3.8. Entretien de la palmeraie

Pour le problème de l'entretien de la palmeraie, le manque de main d'œuvre, mobiliser un effectif qualifié (un comité d'agronomes et d'agriculteur) qui s'occuperait de l'ensemble des travaux qui se veulent être effectués pour une bonne récolte, entre autre la fertilisation, la fécondation, l'irrigation, la récolte, nettoyage et récoltes des déchets, campagne d'anti parasite.

3.3.9. Forages illicites

Etant donné que les puits non déclarés créent de sérieuses lacunes il est plus que nécessaire de solutionner ce problème, soit en déclassant radicalement ces puits illicites, en procédant à les boucher (les rendre ainsi inexploitable) ou dans le cas échéant les régulariser, et les mettre à jour avec les lois en vigueur.

3.3.10. Rétrécissement du lit l'oued

La solution adéquate au problème du rétrécissement du lit l'oued M'zab au niveau de la palmeraie de Béni Isguen, serait de l'ordre de la prévention, c'est-à-dire délimiter un périmètre des passages des crues et interdire formellement toute construction en béton sur la bande riveraine.

La deuxième solution est curative et radicale, qui consiste à lancer une procédure de démolition qui toucherait l'ensemble des constructions anarchiques qui représentent un danger sur les deux rives de l'oued, et ce dans le but de redonner la morphologie initiale aux chenaux qui assurent le passage des crues, et éviter tout risque d'inondations et de catastrophe mettant en péril la vie humaine.

Et pour une meilleure gestion de la vitesse des crues, des éventuelles obstacles (gabionnage) pourrait être mis en place au niveau du lit mineur de l'oued, et cela dans le but de freiner et de diminuer de l'intensité des crues.



Fig3. 11.manque d'entretien de la palmeraie

3.4. Développement durable

3.4.1. Perspectives et champs d'action

Dans la vallée du M'zab l'eau est une ressource précieuse convoitée, par de multiples secteurs en situation d'interdépendance en coexistence l'agriculture et l'industrie. Dans une région où la rareté de la denrée hydrique se fait sévèrement ressentir, l'ampleur de la situation prend des proportions démesurées, notamment la diversité de

l'organisation socio-économique des usagers qui se traduit par une diversité de situations conflictuelles.

Il est donc nécessaire de reconsidérer l'ensemble des paramètres importants qui régissent le système hydraulique pour répondre à la demande actuelle et future en eau. Pour cela de nouvelles notions de gestion capable de manager la rareté de la ressource hydrique pourront être adoptées.

Le constat de la rareté relative à l'eau dans la région du Mōzab, en termes quantitatifs et qualitatifs continue de faire de cette ressource un fond d'études en perpétuelle évolution, notamment le thème du développement durable, qui est un concept qui met en harmonie l'équité, la viabilité et la durabilité dans les secteurs économique, écologique et sociale, et qui répond aux besoins du présent sans compromettre les ressources et les capacités des générations futures.

Dans ce volet, il sera question d'adopter de nouvelles idées et concepts dans la zone d'étude, notamment le développement durable, cela pour apporter des améliorations plus particulièrement au sein de la palmeraie de Béni Isguen.

Ce constat constitue le point de départ de ces propositions, dont l'objectif est de mener une réflexion approfondie sur la gestion des ressources en eau dans le but d'amener une amélioration de l'exploitation hydrique et son utilisation rationnelle.

Au niveau de la palmeraie de Béni Isguen les piliers du développement durable existent depuis le temps des ancêtres à savoir l'efficacité économique, l'équité et la bonne gestion de la denrée hydrique.

Pour compléter le concept du développement durable dans la palmeraie, de nouvelles méthodes telle que la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles, ainsi que de nouveaux investissements matériels adéquats comme les techniques d'irrigation et de production d'énergie destinées aux zones arides qui sont à la fois lucratives et économiques, à titre d'exemple le goutte à goutte et la photovoltaïque.

3.4.2. L'irrigation par goutte à goutte

C'est une technique d'irrigation localisée qui permet à la fois d'apporter la quantité d'eau nécessaire aux plantations tout en respectant le concept de l'économie d'eau, adéquates aux zones arides.

La micro irrigation consiste faire à égoutter l'eau lentement vers les [racines](#) des plantes soit en coulant à la surface du [sol](#) soit en irriguant directement la rhizosphère a un système de tuyaux

Pour optimiser la technique d'irrigation en matière d'économie notamment pour les jeunes palmiers on délimite un territoire autour du tronc de l'arbre, a fin de localiser l'apport d'irrigation sur la partie radiculaire de l'arbre (figure a)



Figure (a)



Figure (b)

La technique d'irrigation par goutte à goutte épouse parfaitement le contexte des zones arides, plus particulièrement dans les palmeraies car elle ne nécessite pas la mise en place de moyens et matériaux onéreux ni une grande main d'œuvre.

Cette technique présente un autre avantage inouï dans la fertilisation des sols, étant donné qu'elle permet l'injection directe des engrais dans les eaux d'irrigation.

Ajouté à cela l'aspect économique que fournit ce dispositif en matière d'eau.

Néanmoins ; l'irrigation localisée connaît quelques limitations dans son fonctionnement, car elle requiert un entretien régulier des conduites vu la manifestation du bouchage fortement répandu au niveau des goutteurs. Par conséquent certaines qualités d'eaux sont exclues notamment les eaux fortement chargées en MES, les eaux entartrantes et les eaux saumâtres.

Fig3. 12.irrigation localisée

Mais si on compare avec d'autres techniques d'irrigation en occurrence l'irrigation par aspersion ou l'irrigation par immersion on trouve que les deux ne sont pas adéquates aux conditions de la palmeraie, et que l'irrigation par goutte à goutte est la mieux appropriée à ce contexte.

3.4.3. La photovoltaïque

Le sud Algérien représente l'un des plus importants gisements solaires au monde. La mise en valeur d'une manière effective et durable de cet immense potentiel passe par la conversion de l'énergie solaire en un vecteur énergétique versatile, stockable, transportable et écologiquement acceptable.

L'énergie solaire apparaît aujourd'hui comme la meilleure alternative aux énergies fossiles vu sa disponibilité et son respect vers l'environnement (énergie non polluante).

L'énergie solaire photovoltaïque est obtenue en convertissant le rayonnement solaire en une énergie électrique, cela via des panneaux photovoltaïques (figure b).

Ce sont des panneaux de forme généralement parallélépipède ou rectangle rigides et mince (quelques centimètres d'épaisseur), dont la longueur et la largeur sont de l'ordre du mètre, pour une surface de l'ordre du mètre carré. L'énergie est captée à travers des cellules photovoltaïques et convertie en énergie électrique qui sera stockée par la suite dans des modules d'emmagasinage (batterie) utilisable au fur et à mesure que le processus de rechargement s'effectue.

De ce fait on peut doter les Hassi (puits traditionnelles) de panneaux photovoltaïques pour utiliser l'énergie solaire convertie par les panneaux en énergie électrique utilisable dans le pompage de l'eau (figure b).

Cet investissement permet des économies considérables à long terme et intègre la palmeraie dans une mouvance dans le cadre du développement durable.



Figure (a)



Figure (b)

Fig3. 13.puits doté de panneaux photovoltaïques

3.4.4. Utilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles

Dans le cadre du développement durable, étant donné qu'il y ait une importante densité d'habitation au sein de la palmeraie qui génère une quantité considérable d'eau usées, cette dernière peut être récoltée et utilisée à des fins agricoles, en irrigation après un traitement préalable adéquat. Cela dans le but d'économiser

les eaux de la nappe phréatique, et permettre ainsi l'élévation du niveau piézométrique.

L'utilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation représente une initiative très importante et une alternative aux eaux conventionnelles. On peut appliquer cela dans la palmeraie Béni Isguen en utilisant les eaux de drainage agricoles ainsi que les eaux usées municipales épurées.

La réutilisation des eaux usées épurées permet de réduire le coût et la demande en eaux conventionnelles utilisées en irrigation, ainsi que de valoriser les terres avec des nutriments présents dans les eaux d'irrigation ; réduisant ainsi l'utilisation des engrais.

L'irrigation par les eaux des eaux usées épurées n'est appropriée que pour l'arboriculture, elle exclue toute utilisation pour les cultures maraichères.

3.4.5. Réalimentation de la nappe phréatique par les eaux épurées

Depuis le temps des enceintes la réalimentation de la nappe phréatique s'effectuait par les eaux de la cure, mais cela reste insuffisant (vu la rareté des crues) pour couvrir la globalité des besoins agricole en perpétuelle évolution.

L'apport des eaux usées épurées dans la réalimentation de la nappe assure une bonne alternative pour élever le niveau piézométrique de la nappe superficielle et ainsi combler le déficit hydrique qui sévit actuellement dans l'oasis.

3.4.6. Réutilisation des eaux usées épurées

Dans le cadre du développement durable, étant donné qu'il y ait une importante densité d'habitation au sein de la palmeraie qui génère une quantité considérable d'eau usées, cette dernière peut être récoltée et utilisée à des fins agricoles, en irrigation après un traitement préalable adéquat. Cela dans le but d'économiser

les eaux de la nappe phréatique, et permettre ainsi l'élévation du niveau piézométrique.

L'utilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation représente une initiative très importante et une alternative aux eaux conventionnelles. On peut appliquer cela dans la palmeraie Béni Isguen en utilisant les eaux de drainage agricoles ainsi que les eaux usées municipales épurées.

La réutilisation des eaux usées épurées permet de réduire le coût et la demande en eaux conventionnelles utilisées en irrigation, ainsi que de valoriser les terres avec des nutriments présents dans les eaux d'irrigation ; réduisant ainsi l'utilisation des engrais.

L'irrigation par les eaux des eaux usées épurées n'est appropriée que pour l'arboriculture, elle exclue toute utilisation pour les cultures maraîchères.

3.4. Conclusion

La sauvegarde de cet héritage ancestral si précieux nécessite la mise en œuvre de moyens et de techniques mais aussi le savoir faire ancestral et moderne, cela n'est pas impossible car la majorité des problèmes constatés au niveau de l'oasis de Béni Isguen ne sont pas de l'ordre irréversible.

L'apport des nouvelles techniques dans le domaine de l'hydraulique et celui de l'agriculture combinés aux techniques ancestrales est la seule alternative pour pallier aux problèmes qui sévissent au sein de l'oasis

A travers l'étude menée sur terrain, on a pu énumérer plusieurs anomalies et évoquer des solutions relatives préventives et curatives adéquates soit pour minimiser l'ampleur des dégâts soit pour solutionner le problème d'une manière radicale.

CONCLUSION GENERALE

Durant le présent projet de fin d'études, Il nous a été confié la mission d'étudier le système hydraulique de la vallée du Mōzab ainsi que de relever les problématiques et les anomalies liées à l'aspect environnemental et hydraulique, et de proposer des solutions curatives et préventives adéquates.

Dans ce contexte, les maintes réflexions et analyses effectuées sur terrain ont éveillées ma curiosité et mon intérêt dans le domaine de la protection et de la préservation des ressources en eau. En effet ce travail m'a permis de mettre en application les notions que j'ai apprises en cours le long de ma formation, et d'élargir ainsi mon point de vue technique sur la gestion de l'eau dans une région où la pénurie hydrique se fait sévèrement ressentir, mais grâce à l'ingéniosité et le savoir faire des ancêtres Mozabites, la vallée du Mōzab s'est forgée un solide système hydraulique qui a fait ses preuves pendant sept siècles en assurant l'approvisionnement en eau dans l'oasis, et en contribuant à prospérer l'activité agricole.

Cependant les problèmes qui sévissent au sein de la palmeraie actuellement entravent son développement d'une manière considérable, pire encore quand certains de ces problèmes menacent d'altérer ce patrimoine d'une manière radicale. Il est plus que nécessaire d'agir et de déployer le plan d'action pour la protection et la préservation de cet écosystème qui forme l'oasis et son système hydraulique unique au monde.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE S

Sioussiou R., DEDJEL Y., 2011. Approche qualitative de la nappe souterraine de la région de Ghardaïa : cas de la palmeraie est de la Wilaya de Ghardaïa. Mémoire de fin d'étude, USTHB ,44pages.

MESSID I., 2009. Conception du réseau pluvial de la commune de Ghardaïa, mémoire de fin d'étude, ENSP ,79pages.

HASSANIT., 2009. Contribution à la caractérisation des eaux de puits de la palmeraie Est de la commune de Ghardaïa, ENSP, 48pages.

MELLAK D., 2009. Etude de la vulnérabilité de l'aquifère alluvionnaire de la vallée du M'Zab, mémoire de fin d'étude, ENSP, 38 pages.

TALEB B., 2008. Évaluation hydrochimique des eaux souterraines de la vallée du M'Zab : Cas de la région d'El-Atteuf, ENSA, 68pages.

BENZAYET B., 2010. Evaluation hydrochimique des eaux souterraines de la vallée du M'Zab: Cas de Oued Labiod, ENSA, 76 pages.

DJOUDI H., RAFA A., 2009. Fonctionnement du système hydraulique de partage Est de système de la palmeraie Est Ghardaïa, ENSP, 64 pages.

MIOURIGH M., 2011. Evaluation de la qualité hydrochimique des eaux souterraines de la vallée du M'Zab : Cas de l'Oued N'Tissa, ENSA ,72 pages.

DSA Ghardaïa, direction des services agricoles, Atlas agriculture 2012. 113 pages.

**D.H.W (direction de l'hydraulique de la wilaya de Ghardaïa),
2009. Données du bassin versant de Ghardaïa.15pages**

**ANRH d'Ouargla (Agence national des ressources hydrauliques) 2003. Note
relative à l'étude de la nappe phréatique de la vallée du M'Zab, Mars, 12pages**

**BABKER M., NASRI.,2010.Contribution à l'étude hydrogéologique des zones
arides exemple « la Vallée du M'Zab » Wilaya de Ghardaïa, USTHB.**

Abréviations :

DHW : direction hydraulique de la wilaya

ANRH : agence national des ressources hydriques

DSA : direction sectorielle de l'agriculture

STEP : station de traitement des eaux polluées

APW : assemblée populaire de la wilaya

APC : assemblée populaire communale

OMS : organisation mondiale de la santé

C.I : continental intercalaire

Q_x : Quental

C° : degré Celcius