

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



UNIVERSITE DE GHARDAIA

N° d'ordre :
N° de série:

**FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTRE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Science de L'eau et de L'environnement

PAR :

M^r: ZAHAF MOHAMMED

THEME:

**ETUDE DES RESSOURCES HYDRIQUES DISTINEES AUX
AMENAGEMENTX HYDRO-AGRICOLES AVEC
DIAGNOSTIQUE ET MODERNISATION DU SYSTEME
D'IRRIGATION APPLIQUEE DANS LA REGION DE HASSI
LEFHAL – WILAYA DE GHARDAIA**

Soutenu publiquement le : 31/05/2016 a 16h.00

Jury:

M^r: BOUBBELI S.	Maitre Assistance A Univ. Ghardaia	Président
M^r: OULED BELKHIR C.	Maitre Assistance A Univ. Ghardaia	Examineur
M^r: CHEBIHI L.	Maitre Assistance B Univ. Ghardaia	Examineur
M^r: BENADDA L.	Maitre Assistance A Univ. Ghardaia	Encadreur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2015/2016

A decorative border of pearls and roses surrounds the text. The top and bottom borders consist of a row of large pearls, with smaller pearls filling the space between them. On the left side, there is a vertical arrangement of roses, including a red one at the top and several white ones below. On the right side, there is a vertical arrangement of white roses, with a large one at the bottom right.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance en témoignage de ma profonde affection à :

Mes très chers parents

A Ma femme qui m'a beaucoup aidée et encourager

A Mes enfants

A Tous Mes frères

A Toutes Mes sœurs

A Toute la famille ZAHAF

A Tous Mes amis

A Toute personne qui a contribué de près ou de loin à ma réussite

A Tous ceux que j'aime et je respecte

Merci à vous tous

Mohamed zahaf

REMERCIEMENTS

Merci à notre bon Dieu, notre guide, notre force, notre bonheur et la raison de notre existante. C'est lui qui nous a fait comprendre le but de cette vie, et qui nous a donné le pouvoir d'aimer les gens et d'apprécier les choses.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon professeur et encadreur

*Mr **BENADDA LOTFI***

Pour m'avoir proposé ce sujet et de m'avoir conseillé tout le long de mon travail, pour sa patience, sa confiance, sa disponibilité et sa gentillesse

*Je remercie beaucoup Mr **BOUBBELI S.** d'avoir accepté de faire l'honneur de présider mon jury, et Mrs **CHEBIHI L.** et **OULED***

***BELKHIR C.** d'avoir pris la peine de corriger ce travail.*

*Je remercie vivement Mr. **ACHOUR** pour son aide et ses précieux conseils.*

*Mes vifs remerciements vont à Mr. **DAHENE** pour ses directives et ses conseils qui m'ont aidé à la réalisation de mon projet.*

Je remercie l'ensemble des enseignants du département Sciences & Technologies.

*Je remercie vivement tous mes **amies** de la promotion **hydraulique**.*

Enfin, un grand merci à mes parents, mes frères, mes sœurs et les autres membres de ma famille de m'avoir énormément encouragé et soutenu le long de ma vie.

MERCI

Zahaf Mohamed



SOMMAIRE



SOMMAIRE

ملخص

RESUME

SUMMAR

INTRODUCTION GENERALE.....	2
PROBLEMATIQUE	5

CHAPITRE 01 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	8
1.2	ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE.....	10
1.2.1	INTRODUCTION	10
1.2.2	ETUDE CLIMATIQUE	10
1.2.2.1	PRESENTATION DE LA STATION CLIMATIQUE.....	10
1.2.2.2	ANALYSE DES PRECIPITATIONS	10
1.2.2.3	ANALYSE DES TEMPERATURES	13
1.2.2.4	HUMIDITE.....	15
1.2.2.5	LES VENTS	15
1.2.2.6	INSOLATION	17
1.2.2.7	RELATION PRECIPITATIONS- TEMPERATURES	17
1.2.2.8	ETUDE DE L'EVAPORATION.....	18
1.2.3	HYDROGRAPHIE.....	19
1.2.4	MORPHOLOGIE	20
1.2.4.1	DORSALE.....	20
1.2.4.2	PLEINE.....	21
1.2.4.3	ERG	21
1.2.5	GEOLOGIE ET LITHOLOGIE	21
1.2.5.1	SECONDAIRE	21
1.2.5.2	TERTIAIRE.....	22
1.2.5.3	QUATERNAIRE.....	22
1.2.6	HYDROGEOLOGIE.....	24
1.2.6.1	NAPPE PHREATIQUE	24
1.2.6.2	NAPPE CONTINENTALE INTERCALAIRE	24

1.2.7	RESSOURCES EN EAU	24
1.2.7.1	EAUX DE SURFACE.....	25
1.2.7.2	EAUX SOUTERRAINES	25
1.3	ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE.....	28
1.3.1	POPULATION	28
1.3.2	DETERMINATION DE NOMBRE D’HABITANT	28
1.3.3	INDUSTRIE	28
1.3.4	AGRICULTURE	29
1.3.4.1	TERRES AGRICOLES	29

CHAPITRE 02 : ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE EXISTANT

2.1.	LIMITATION DE LA ZONE D’ETUDE	33
2.1.1	METHODOLOGIE	33
2.1.2	RECUIEL DES INFORMATIONS.....	33
2.1.3	REALISATION D’OBSERVATION DE TERRAIN.....	36
2.1.4	OBSERVATION DES PRATIQUES ACTUELLE D’IRRIGATION	34
2.1.5	SYTHESE DES DIFFICULTE	34
2.1.6	ANALYSE DES INFORMATIONS RECEUILLIES	34
2.1.7	MATERIEL UTILISE	34
2.1.8	LIMITE DE LA ZONE D’ETUDE	35
2.2	DISCRUPTION DE LA SITUATION HYDRO-AGRICOLE	36
2.2.1	INTRODUCTION	36
2.2.2	DISCRUPTION DE LA PARTIE OUEST	36
2.2.2.1	SITUATION	36
2.2.2.2	RESEAU DE PISTE.....	37
2.2.2.3	FORAGE	37
2.2.2.4	PARCELLES	38
2.2.2.5	RESEAU D’IRRIGATION	39
2.2.3	DISCRUPTION DE LA PARTIE EST	39
2.2.3.1	SITUATION	39
2.2.3.2	RESEAU DE PISTES	39

2.2.3.3	FORAGE	39
2.2.3.4	PARCELLES	40
2.2.3.5	RESEAU D'IRRIGATION	40

CHAPITRE 03 : ETUDE DE DIAGNOSTIC DES OUVRAGES ET RESEAU D'IRRIGATION

3.1.	INTRODUCTION	44
3.2.	PROCEDURE A L'ETUDE DE DIAGNOSTIQUE	44
3.3	DIAGNOSTIQUE DES ETATS DES LIEUX.....	45
3.3.1	DIAGNOSTIC DU PARTIE OUEST	45
3.3.2	DIAGNOSTIC DU PARTIE EST	51
3.4	PROBLEME RENCONTRE EN AGRICULTURE	57
3.4.1	PROBLEME D'ORDRE NATUREL	57
3.4.2	PROBLEME LIEES AU MILIEU PHYSIQUE.....	58
3.4.3	PROBLEME LIES A L'HOMME.....	58
3.4.4	PROBLEME D'ORDRE TECHNIQUE ET MATERIELS	58
3.5	AVANTAGES ET CONTRAINTES	58
3.5.1	AVANTAGES.....	58
3.5.2	CONTRAINTES.....	59
3.6	CONCLUSION	60

CHAPITRE 04 : DIMENSIONNEMENTS ET MODERNISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION

4.1.	INTRODUCTION	62
4.2.	PEDOLOGIE DES SOLS	62
4.2.1.	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU SOL.....	62
4.2.1.1	EAU DE RETENTION	62
4.2.1.2	EAU CAPILLAIRE.....	63
4.2.1.3	EAU GRAVIFIQUE.....	63
4.2.2	REALISATION DES PROFILS PEDOLOGIQUES.....	64
4.2.3	DESCRIPTION DES PROFILS PEDOLOGIQUES	64

4.2.4	CLASSIFICATION DES PROFILS PEDOLOGIQUES.....	64
4.2.5	RESULTATS AU LABORATOIRE	65
4.3	CALCUL DES PARAMETRES DE L'APTITUDE DU SOL.....	71
4.3.1	RESERVE UTILE	71
4.3.2	RESERVE FACILEMENT UTILISABLE	72
4.4	SYSTEME D'IRRIGATION	72
4.4.1	IRRIGATION GRAVITAIRE.....	72
4.4.1.1	IRRIGATION PAR RUISSELEMENT	73
4.4.1.2	IRRIGATION PAR INFILTRATION	73
4.4.1.3	IRRIGATION PAR SUBMERSION	73
4.4.2	IRRIGATION PAR ASPERSION	74
4.4.3	IRRIGATION LOCALISEE	75
4.4.4	PLASTICULTURE	76
4.5	BESOINS EN EAU ET DEFICIT AGRICOLE.....	77
4.5.1	DEFINITION.....	77
4.5.2.	EVAPONTRANSPIRATION	77
4.5.2.1	EVAPONTRANSPIRATION DE REFERENCE	77
4.5.2.2	EVAPONTRANSPIRATION POTENTIEL.....	77
4.5.2.3	EVAPONTRANSPIRATION REELLE	78
4.5.3	METHODES D'EVALEATION DE EVAPONTRANSPIRATION	78
4.5.3.1	METHODES DIRECTES	78
4.5.3.2	METHODES INDIRECTES	78
4.5.4	BESOINS EN EAU DU PALMIER DATTIER.....	80
4.5.4.1	DETERMINATION DE ETP.....	82
4.5.4.2	BESOINS BRUTS EN EAU DU PALMIER DATTIER.....	82
4.5.5	REGIME D'IRRIGATION DES CULTURES AGRICOLES.....	83
4.5.5.1	MODE DE DISTRIBUTION	84
4.5.5.2	CHOIX DU MODE D'IRRIGATION.....	85
4.5.6	PARAMETRES D'ARROSAGE	86
4.5.6.1	DOSE MAXIMALE THEORIQUE	86
4.5.6.2	DOSE PRATIQUE D'ARROSAGE (DP).....	87
4.5.6.3	ESPACEMENT D'ARROSAGE (NI)	87

4.5.6.4	DOSE REELLE (DR).....	87
4.5.6.5	MODULE (M).....	87
4.5.6.6	DEBIT FICTIF CONTINU	88
4.5.6.7	IRRIGATION GRAVITAIRE.....	88
4.5.6.8	IRRIGATION PAR ASPERSION	88
4.5.6.9	IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE	89
4.5.6.10	VOLUME D’EAU MOBILISE.....	91
4.6	MODE DE GESTION DU RESEAU.....	91
4.7	DIMENSIONNEMENT DU RESEAU	93
4.8	CANALISATION DU RESEAU	94
4.8.1	MATIERE DE CANALISATION	94
4.8.2	DIAMETRE DE CANALISATION.....	94
4.8.3	PRESSION NOMINALE DE CANALISATION	94
4.8.4	CONDITION DE POSE.....	94
4.9	STRATEGIE AGRICOLE	95
4.9.1	SAUVEGARDE DE PATRIMOINE AGRICOLE.....	95
4.9.2	REVALORISATION DE L’ACTIVITE AGRICOLE.....	95
4.10	SYNTHESE.....	100
	CONCLUSION GÉNÉRALE	102
	BIBLIOGRAPHIE.....	106
	ANNEXES.	110

LISTE DES FIGURES

Figure N°1 Limites administratives de la commune Hassi lefhal	8
Figure N°2 Région Globale de Hassi lefhal	9
Figure N°3 Précipitations Moyennes Mensuelles	11
Figure N°4 Précipitations Maximales	12
Figure N°5 Variation de la Température Moyenne Mensuelle	14
Figure N°6 Variation entre Températures Moy., Min. et Max	14
Figure N°7 Variation de la Humidité Moyenne	15
Figure N°8 Variation de l'ensoleillement Moyenne Mensuelle	17
Figure N°9 Diagramme Ombrothermique	18
Figure N°10 Evaporation moyenne mensuelle	19
Figure N°11 Carte Géologique de la Région	22
Figure N°12 Carte Géologique de la Région	23
Figure N°13 Légendes Carte Géologique de la Région	23
Figure N°14 <i>Limites des aquifères CI et CT</i>	27
Figure N°15 <i>Répartition des terres Agricoles</i>	29
Figure N°16 Localisation de la zone d'étude	35
Figure N°17 Une vue de la zone Ouest	36
Figure N°18 Réseau de Pistes de la zone d'étude	37
Figure N°19 Forage et Conduite d'irrigation de la zone d'étude	38
Figure N°20 Segua dans la parcelle de la zone d'étude	38
Figure N°21 Segua dans la parcelle de la zone d'étude	40
Figure N°22 Conduite en Amiante Ciment	41
Figure N°23 Plaque Pleine et Joint Gibault	41
Figure N°24 Te en PVC	42
Figure N°25 Conduite en Amiante Ciment Apparente	42
Figure N°26 Etat des forages	46
Figure N°27 Etat de Piste	46
Figure N°28 Réseau Mixte Amiante Ciment et PVC	47
Figure N°29 Absence de Niche Parcelaire	47
Figure N°30 Limite d'une Parcelle	48
Figure N°31 Manque d'aménagement de Piste	50

Figure N° 32 Réseau d'irrigation	51
Figure N° 33 Réseau d'irrigation	51
Figure N°34 Utilisation du Seguia	52
Figure N°35 Utilisation du Seguia	52
Figure N°26 Divers forme de l'eau dans le sol	63
Figure N°37 Description des profils.....	65
Figure N°38 Irrigation par Rigole.....	73
Figure N° 39 Irrigation par Submersion.....	74
Figure N°40 Types d'asperseurs	75
Figure N°41 Types des distributeurs	76
Figure N°42 Implantation des asperseurs	89
Figure N°43 Forme de bulbe.....	90
Figure N°44 Pro-type irrigation moderne	97
Figure N°45 Pro-type irrigation par Pivot	97
Figure N°46 Utilisation de Fertilisation	98
Figure N°47 Pro-type irrigation G à G (Palmier Dattier)	98
Figure N°48 Coupe Lithologique du forage	115
Figure N°49 Coupe Lithologique du forage	116
Figure N°50 <i>Technologie</i> du forage	117

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles	11
Tableau N°2 Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles	12
Tableau N°3 Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles	13
Tableau N°4 Répartition des pluies saisonnières	13
Tableau N°5 Moyenne mensuelles des vitesses du vent.....	16
Tableau N°6 Ensoleillement moyenne mensuelle (h)	17
Tableau N°7 Evaporation moyenne mensuelle (mm/j).....	19
Tableau N°8 Les coordonnées de site	35
Tableau N°9 Les coordonnées des forages	37
Tableau N°10 Les coordonnées des forages	39
Tableau N°11 Les zones agricoles.....	57
Tableau N°12 la description des profils.....	66
Tableau N°13 RU et RFU	72
Tableau N°14 Evapotranspiration de référence ETo de Penman-Monteith	82
Tableau N°15 Besoins Bruts en eau	83
Tableau N°16 Choix du système d'irrigation	86
Tableau N°17 Répartition des surfaces Partie Ouest.....	91
Tableau N°18 Répartition des surfaces Partie Est.....	92
Tableau N°19 Mode de gestion du réseau Partie Ouest	92
Tableau N°20 Mode de gestion du réseau Partie Est	92
Tableau N°21 Série des températures mensuelles de la période 2004 – 2014	108
Tableau N°22 Série des températures mensuelles maximales de la période 2004 – 2014	109
Tableau N°23 Série des températures mensuelles minimales de la période 2004 – 2014	110
Tableau N°24 températures moyenne saisonnier de la période 2004 – 2014	111
Tableau N°25 Série des précipitations mensuelles de la période 2004 – 2014	112

Tableau N°26 Série des précipitations journalières maximales de la période 2004 – 2014	113
Tableau N°27 précipitations moyenne saisonnière de la période 2004 – 2014	114
Tableau N°28 donnée mensuelle de période 2004 – 2014	114
Tableau N°29 Production végétale	118
Tableau N°30 Situation de la S.A.T, la S.A.U et MEV	118
Tableau N°31 Les cultures herbacées	119
Tableau N°32 Calcul hydraulique zone 01	120
Tableau N°33 Calcul hydraulique zone 02	121
Tableau N°34 Calcul hydraulique zone 03	122
Tableau N°35 Calcul hydraulique zone 04	123
Tableau N°36 Calcul hydraulique zone 05	124
Tableau N°37 Calcul hydraulique zone 06	125
Tableau N°38 Calcul hydraulique zone 07	126
Tableau N°39 Calcul hydraulique zone 08	127
Tableau N°40 Calcul hydraulique zone 09	128

LISTE DES ABREVIATION

APC	: Assemblé Populaire Communale
ANRH	: Agence Nationale Ressources Hydrique
BNC	: Besoin Net du Culture
Bb	: Besoins Brut.
CI	: Continental Intercalaire
CT	: Complèxe Terminale
CR	: Capacité de Rétention.
CC	: Capacité au Champ.
DSA	: Direction des Services Agricoles
ETP	: Evapotranspiration
ET0	: Evapotranspiration de Référence
KC	: Coefficient Cultural
MEV	: Mise En Valeur
ONM	: Office Nationale de Meteoologie
PF	: Point de Flétrissement
PEHD	: Poly Ethylène Haute Densité
PVC	: Poly Chlorure de vinyle
PC	: Point Critique
Pef	: Plus Efficace
PDAU	: Plan Directeur D'aménagement et Urbanisme
QFC	: Débit Fictif Continue
RU	: Réserve Utile
RFU	: Réserve Facilement Utilisable
S.A.T	: Superficie Agricole Totale
SAU	: Surface Agricole Utile



RESUME



الملخص

إن الهدف الأساسي من دراسة منابع المائية الموجهة لعملية السقي هو سد كافة حاجيات قطاع الفلاحة و تحسين الإنتاج و المردود بغية رفع المدخول المحلي لمنطقة حاسي لفحل بولاية غرداية إضافة على ذلك اقتصاد المياه الجوفية عن طريق تحسين و إدخال وسائل عصرية في نظام السقي انطلاقا من تشخيص دقيق للوضعية الحالية. من أجل ذلك تطرقنا في هذه المذكرة إلى التعريف بالمنطقة ودراسة الوسط الفيزيائي، الإجماعي و الاقتصادي، كما قمنا بدراسة التهيئة الهيدرولوجية الموجودة ثم تشخيصها. وفي آخر المذكرة تطرقنا لتحسين و عصرية نظام السقي في حاسي لفحل و إعادة النظر في مسار شبكة السقي و نظام توزيع المياه.

الكلمات المفتاحية: سقي، تشخيص، عصرية نظام السقي، مردودية.

RESUME

Le but d'étudier les ressources hydriques destinées à l'irrigation, est de couvrir les besoins agricoles et moderniser l'agriculture locale, afin d'augmenter les revenus agricole de la région de Hassi Lefhal dans la Wilaya de Ghardaia, en plus d'économiser l'utilisation des eaux souterraines.

Dans ce contexte nous avons présenté la zone d'étude et donné les caractéristiques de son milieu physique et socioéconomique, ainsi que nous avons étudié et diagnostiqué l'aménagement hydro-agricole existant.

Enfin, nous avons dimensionné et modernisé le système d'irrigation dans la région de Hassi Lefhal.

Mot Clés: Irrigation, Diagnostique, Modernisation du Système D'irrigation, Rendement

ABSTRACT

The aim of studying water resources for irrigation, is to cover agricultural needs and modernize local agriculture in order to increase the agricultural income of the Hassi Lefhal area in the wilaya of Ghardaia, in addition to conserve groundwater use.

In this context we presented the study area and given the characteristics of its physical and socioeconomic environment, and we studied and diagnosed the existing irrigation schemes.

Finally, we have dimensioned and modernized irrigation system in the Hassi Lefhal.

Key words: Irrigation, diagnostic, Modernize system of irrigation, Rendement



INTRODUCTION GENERALE



Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement de l'agriculture.

L'eau est parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement sociale et économique d'un pays. La demande en eau s'accroît de jour en jour, et les ressources ainsi que le système d'alimentation en eau agricole ou autre usage actuel deviennent insuffisants (Hariz, 2015).

Le secteur de l'agriculture est le secteur d'activité le plus exposé à la variabilité du climat (Hocine, 2010), la diversité climatique comme celle de l'Algérie variant de l'humide dans certaines zones au Nord du pays, au hyper-aride au Sud, font le constat de la rareté de la ressource et la pauvreté dans certaine région saharienne, telle que la région de Hassi Lefhal à laquelle se rattache cette étude.

La ville de Hassi Lefhal, se situe à la zone septentrionale du Sahara Algérien, exactement dans le sud de la Wilaya de Ghardaïa. Sa situation géographique et sa nappe d'eau souterraine lui confèrent la mention d'une zone agricole. Le développement agricole (création des périmètres à palmerais) met la commune devant de nombreux problèmes liés à l'eau et son environnement.

Du fait, actuellement le système d'alimentation en eau agricole existant dans la ville de Hassi Lefhal ne répond plus à sa demande, accentué d'avantage par les problèmes liés à la gestion de l'eau et des pratiques agricoles inadaptées ce qui inquiète les agriculteurs et les autorités locales.

Dans ce cadre, nous avons fixé dans cette étude l'objectif de diagnostiquer le système hydro-agricole appliqué dans la région, par des enquêtes auprès des agriculteurs, des autorités locales et aux niveaux de chaque parcelle, afin d'étudier le fonctionnement et le mode de gestion du réseau, ce qui nous permettra de moderniser les réseaux d'irrigation et donner un mode de gestion approprié à une industrie agricole, pour satisfaire les besoins, augmenter les rendements et atténuer les problèmes suscités.

Ainsi, notre étude s'articule sur les principaux points suivant :

- ❖ Traitement de la démarche employée pour parvenir aux objectifs de cette étude : recherches bibliographiques, recueil des données sur le terrain et analyse des informations collectées.
- ❖ Diagnostique l'aménagement hydro-agricole existant de la ville Hassi Lefhal.
- ❖ Aménagement hydro-agricole à caractère industriel moderne.
- ❖ Recommandations nécessaires de la valorisation du réseau d'irrigation pour la bonne gestion, l'amélioration des rendements des cultures, l'économisassions de la ressource et l'utilisation des techniques modernes d'irrigation.



PROBLEMATIQUE



En vue de moderniser le système d'irrigation au niveau de la région de Hassi Lefhal (Wilaya de Ghardaïa), cela implique une intention particulière pour la connaissance de l'état actuel de ce système d'irrigation ; il a été donc jugé utile d'enquêter sur la satisfaction des demandes en eau, sur l'état actuel du système hydro-agricole appliqué et sur le mode de sa gestion, afin de prévoir les dispositions nécessaires qui doivent être considérées par les autorités concernées, en leur proposant les moyens adéquats et mettant à leur disposition les modes et les méthodes nécessaires à la modernisation du système hydro-agricole actuel.

Toutefois, l'irrigation appliquée actuellement au niveau de la ville de Hassi Lefhal et le mode de gestion des différentes parcelles agricoles qui n'a pas atteint le rendement et l'objectif souhaité par l'utilisation de moyens traditionnels, peut être facilement changés auprès des praticiens de la terre, les moyens de mettre en œuvre seront-ils appliqués par les autorités locales, l'intérêt du système moderne sera-t-il adapté.

Dans ce mémoire, nous allons sur la base d'un diagnostic, et par étude détaillée d'un mode hydro-agricole technique et moderne sortant du traditionnel, en donnant les directives et les dispositifs utiles de sa mise en place, ainsi que l'intérêt majeur de son application pour la région de Hassi Lefhal



CHAPITRE 01

Présentation de la zone
d'étude



1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de Hassi Lefhal est issue du découpage administratif de 1984 ou elle s'est détachée de la commune de Metlili et elle s'est rattachée à la même daïra (Metlili) puis elle a été transférée en 1987 à la daïra d'El-Ménia puis en 1991 à la daïra de Mansoura.

Ses limites voisines sont :

- ❖ Mansourah du nord (Wilaya de Ghardaïa).
- ❖ Rouissat de l'est (Wilaya de Ouargla).
- ❖ Ménia du sud (Wilaya de Ghardaïa).
- ❖ Brizina de l'ouest (Wilaya d'El Baya).

La commune a une surface de **6.875,39 Km²** et s'étend du nord au sud sur 35 à 50 km, et de l'est en ouest sur 250 km. Elle se trouve dans le dorsal du Mزاب.

Le chef lieu communal se situe à 31.36 de latitude nord et 34 de longitude est sur la route nationale RN1. Elle est distante de 120 km de Ghardaïa et de 150 km de Ménia.

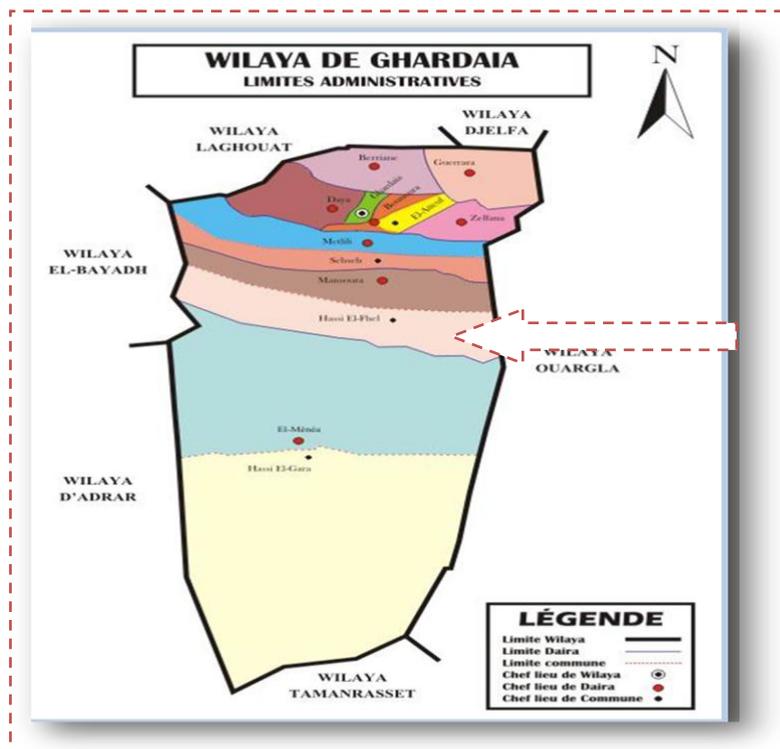
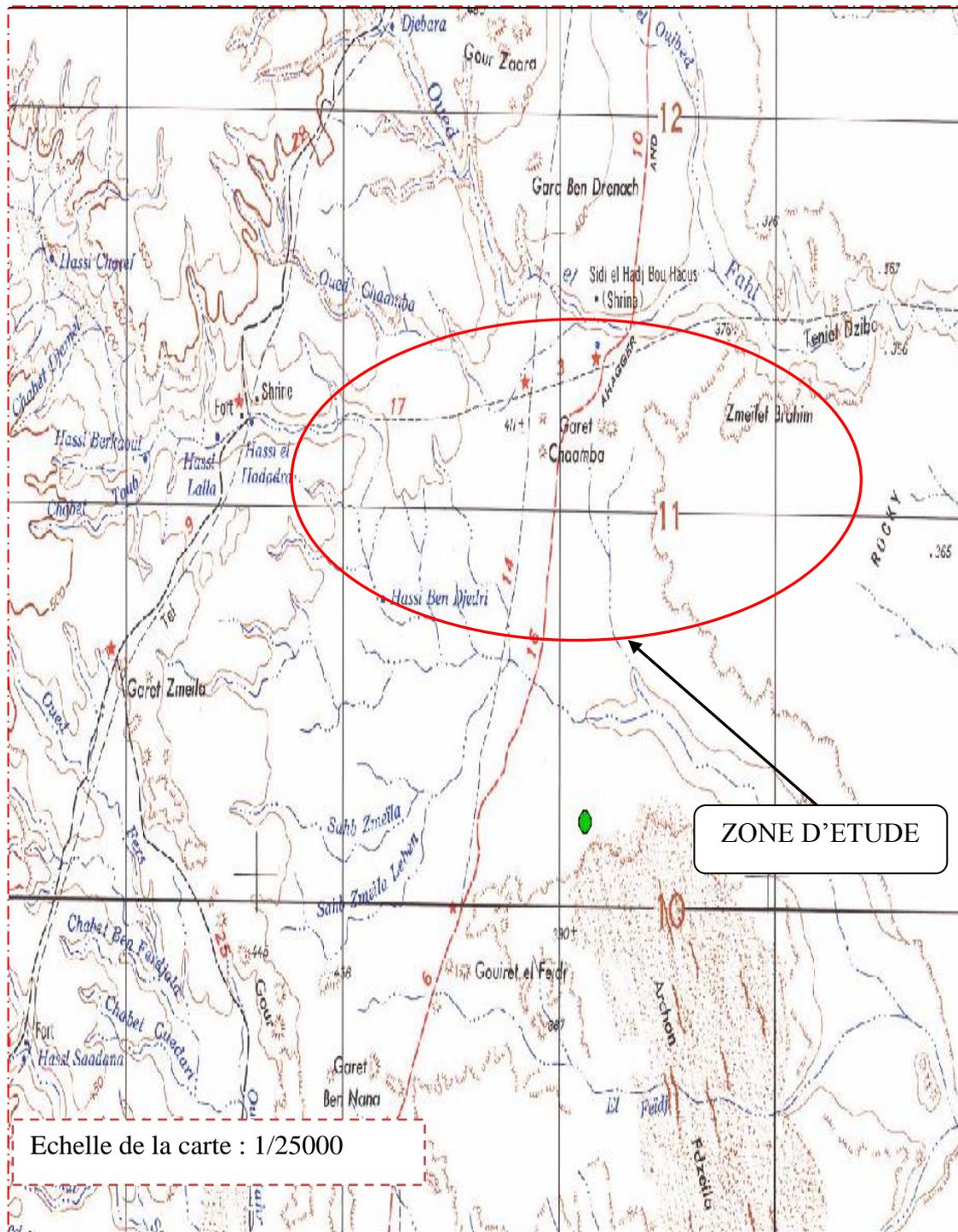


Figure N°01 - Limites administratives (PDAU, 2010)



**Figure N°02 - Région Globale de hassi lefhal
(ANRH, ING 1954)**

1.2. ETUDE DU MILIEU PHYSIQUE

1.2.1. INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est d'essayer à présenter convenablement et adéquatement notre zone d'étude, par description de son milieu physique à savoir, la géologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la climatologie, la pédologie, les ressources en eau ...etc.

1.2.2. ETUDE CLIMATIQUE

1.2.2.1. PRESENTATION DE LA STATION CLIMATIQUE

Cette synthèse climatique, s'appuie sur les données climatiques de la station de Noumerat (ONM-Ghardaïa), située à 80 km de la zone d'étude, sur une série allant du 2004-2014.

1.2.2.2. ANALYSE DES PRECIPITATIONS

Les précipitations constituent un facteur essentiel pour définir le climat régnant dans la région et pour l'étude des ressources hydrique et réseau d'irrigation.

❖ PRECIPITATIONS ANNUELLES

La pluviométrie observée à la station de Noumerat met en évidence l'importance des variations d'amplitude de la pluviométrie d'une année à l'autre.

La variation des précipitations annuelles durant la période d'observation montre l'écart important entre les valeurs extrême, signe d'une irrégularité.

Nous résumons dans le tableau N°01 les principales caractéristiques des précipitations moyennes annuelles :

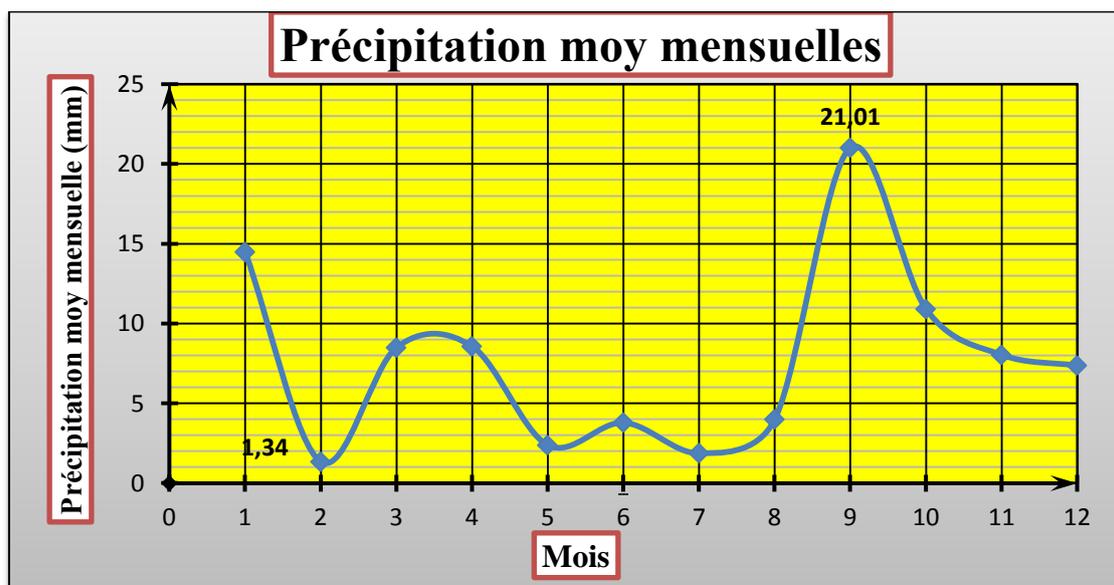
Tableau N°01 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

Les précipitations	Valeurs
Pmoy Annuelle (mm)	91,89
PMin Annuelle (mm)	39,89
PMax Annuelle (mm)	160,01

Nous remarquons que la précipitation maximale annuelle peut dépasser la moyenne annuelle, signe d'une très grande irrégularité et de grands écarts des précipitations.

❖ PRECIPITATIONS MENSUELLES

La pluviométrie moyenne interannuelle 2004-2014 a été évaluée à 91.89 mm. Sa répartition mensuelle est donnée dans la figure 03.

**Figure N°03 - Précipitations Moyennes Mensuelles**

L'analyse de la figure met en évidence deux saisons bien marquées :

- ❖ Une saison humide allant de Septembre à Avril, avec quelques maxima remarquables en Septembre, Janvier et Avril.
- ❖ Une saison sèche de Mai à Août, avec des minima remarquables en Juillet avec une pluviométrie pratiquement nulle en Février.

Tableau N°02 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

Caractéristiques des pp	Valeurs
PAn (mm)	91,89
PMoy Mensuelle (mm)	7,69
PMin Mensuelle (mm)	1,34
PMax Mensuelle (mm)	21,01
Ecart Type	5,78
Cv	0,48

❖ PRECIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIERES

Les précipitations maximales journalières permettent de calculer les intensités des pluies les plus fréquentes et d'estimer par conséquent un débit de crue (débit de pointe des eaux pluviales).

La série d'observation enregistrée entre 2004 jusqu'à 2014 nous a permis de déduire la pluviométrie maximale journalière qui est de 69.09 mm.

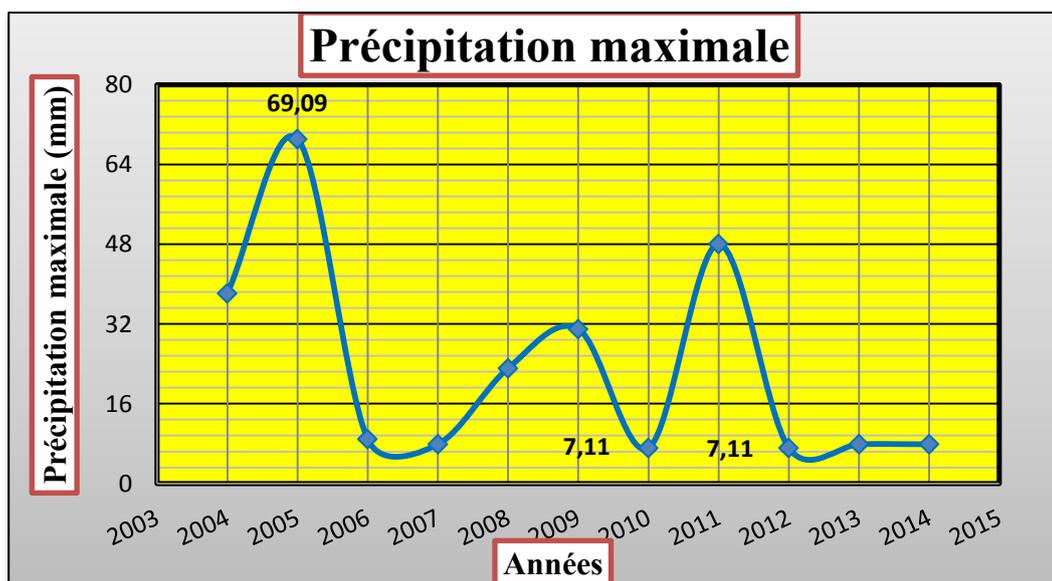


Figure N°04 - Précipitations Maximales

Tableau N°03 : Caractéristiques des Précipitations Moyennes Annuelles

Caractéristiques des pp	Valeurs
i. Pj max (mm)	69,09
ii. Ecart Type	21,05
iii. Cv	0,90

❖ PRECIPITATIONS SAISONNIERES

Pour apprécier la variation des précipitations ou le régime pluviométrique saisonnier de la région, nous avons calculé le total des précipitations de chaque saison et pour la même période (2004-2014).

Tableau N°04 - Répartition des pluies saisonnières(ONM-GHARDAIA)

Mois	S - O - N	D - J - F	M - A - M	J - Jt - A
Saison	AUTOMNE	HIVER	PRINTEMPS	ETE
Noumérat	39,96 mm	23,18 mm	19,44 mm	9,31 mm
	43,49%	25,23%	21,16%	10,13%

En examinant les données du tableau N°04, nous remarquons que les saisons les plus pluvieuses sont l'automne et hiver avec plus de 25% de précipitations chacune, l'été est le mois le moins pluvieux avec 10% de précipitations.

1.2.2.3. ANALYSE DES TEMPERATURES

❖ TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES

Nous résumons dans la figure N°05, la variation de la moyenne mensuelle des Température.

Nous remarquons que la température moyenne annuelle est égale à 22,67°C avec un minima moyen enregistré le mois Janvier de 11,35°C et un maxima moyen enregistré le mois de Juillet de 35,32°C.

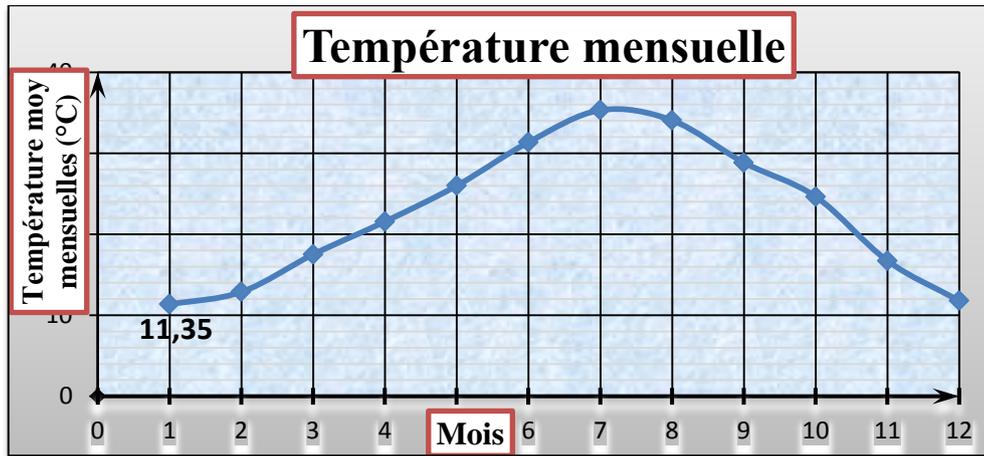


Figure N°05 - Variation de la Température Moyenne Mensuelle(ONM-GHARDAIA)

❖ **VARIATION DES TEMPERATURES ANNUELLES**

Nous résumons dans la figure N°06 suivant la variation entre les températures moyennes, minimales et maximales annuelles (de la station de Noumérat, sur une série allant du 1988 à 2005).

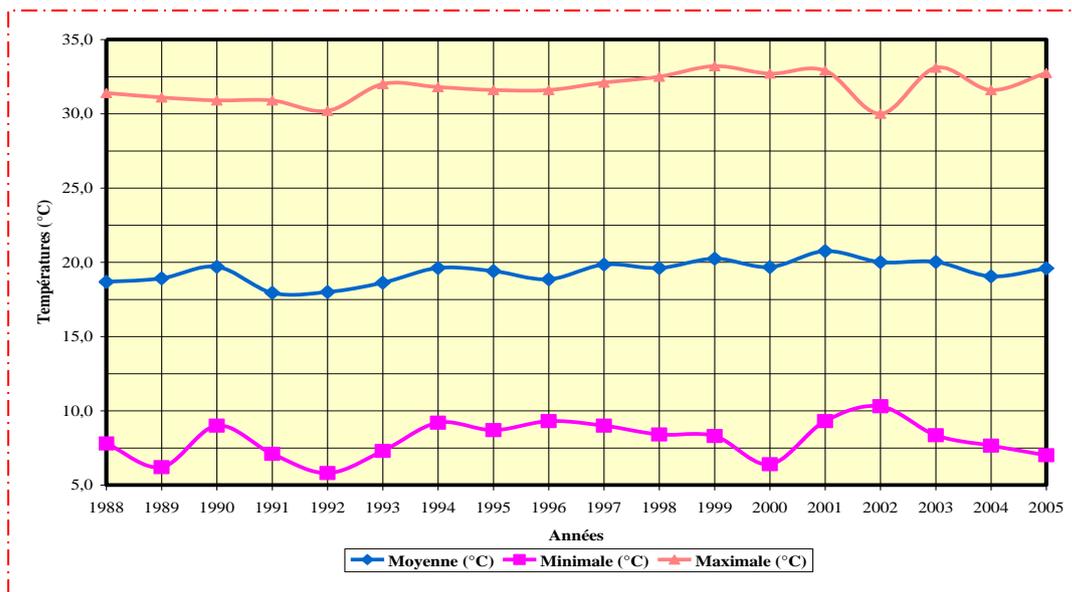


Figure N°06 - Variation entre Températures Moy., Min. et Max.

Nous remarquons une symétrie entre les températures minimales et maximales par rapport à la moyenne, impliquant un climat annuellement régulier. L'année 2002 est froide ; vu l'écart enregistré de température le plus faible. L'année 2004 est extrême (très chaude ou très froide) ; vu l'écart plus important.

1.2.2.4. HUMIDITE

L'humidité relative dans la région est très faible Elle est supérieure à 47% entre le mois de novembre et le mois de janvier. Le reste de l'année, elle est très faible et oscille entre 21 et 40 %.

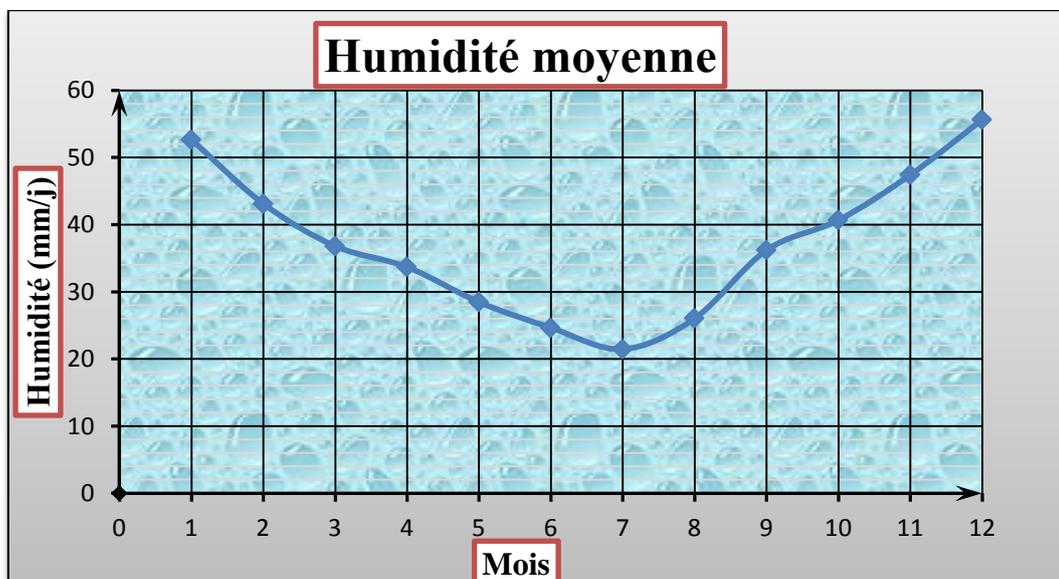


Figure N°07 - Variation de la Humidité Moyenne

1.2.2.5. LES VENTS

En hiver, les latitudes les plus basses permettent aux perturbations du front polaire de descendre vers Sud atlantiques et le Sahara septentrional ; les vents sont réguliers sur la partie méridionale des hautes pressions, dit : l'Alizé d'Harmattan.

En été, les influences sahariennes s'étendent dans toutes l'Algérie septentrionale jusqu'au Sud de l'Europe à cause des déplacements des hautes pressions vers les latitudes les plus élevées.

- ❖ Au Sud du Sahara : ce sont les vents du Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord/Est du Sahara : ce sont les vents Alésiens saisonniers Nord à Nord/Est.
- ❖ Au Nord du Sahara : ce sont les vents du Sud très brûlant

❖ **LES VENTS D'ORIGINE NORD**

Les vents du Nord sont les plus fréquents pendant les mois de Janvier à Mars, Octobre et Décembre. Ils sont à l'origine d'importantes précipitations quand les perturbations qui se forment sur la Méditerranée progressent vers le Sud Algérien.

❖ **LES VENTS D'ORIGINE EST**

Cette direction prédomine au cours des mois d'Avril jusqu'à Septembre avec des fois des vents soufflant du Nord au Sud. Les vents du Sud sont à l'origine du sirocco qui atteint les côtes méditerranéennes. Ils sont fréquents pendant l'été (Juillet–Août) et rares en hiver mais peuvent se manifester au mois de Septembre.

❖ **LES VENTS D'ORIGINE OUEST**

Ces vents sont présents pendant toute l'année avec cependant une certaine force remarquable au cours de l'hiver et du printemps. Les averses qu'on observe pendant ces deux saisons sont dues à ces vents qui circulent d'Ouest en Est.

Nous résumons dans le tableau N°05 suivant les vitesses des vents observés entre 1988-2006 de la station de Noumérat :

Tableau N°05 : Moyenne mensuelles des vitesses du vent

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Vent (m/s)	10,24	13,30	14,36	15,88	15,17	13,36	11,52	10,89	11,28	10,01	10,03	11,53

Sce ONM-Ghardaïa

L'analyse du tableau, montre que la vitesse du vent est dépassée les 14 m/s entre Mars et Mai, avec des piques qui peuvent atteindre 10 m/s enregistrés en Octobre, Novembre et Janvier.

Ces vents de différentes directions sont caractérisés par une circulation importante de grandes masses mouvantes de sable.

Cette mouvance du sable augmente d'avantage en se déplaçant vers le Sud de la zone étudiée.

Ceci implique la formation des bancs de sable et des dunes, au niveau des obstacles ou lors d'une diminution de la vitesse du vent.

1.2.2.6. INSOLATION

Pour notre zone d'étude, les valeurs moyennes mensuelles observées de l'ensoleillement au niveau de la station de mesure de Ghardaïa sont résumées dans le tableau N°06 suivant :

Tableau N°06 - Ensoleillement moyenne mensuelle (h)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Ensoleillement (h)	9,3	8,7	8,1	7,8	7,7	8,1	8,6	9,6	10,7	11,3	11,7	10,9

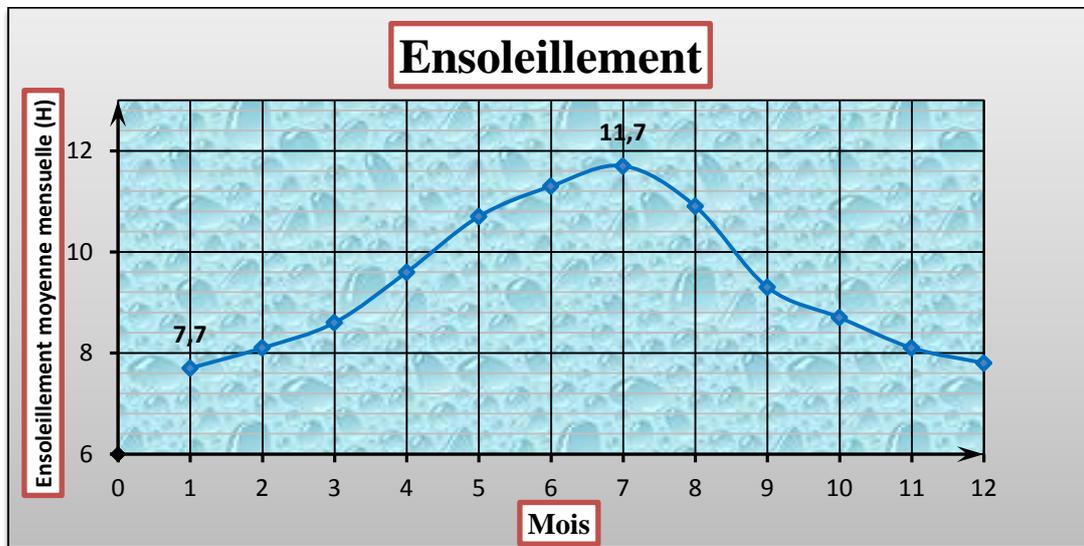


Figure N°08 - Variation de L'ensoleillement Moyenne Mensuelle

1.2.2.7. RELATION PRECIPITATIONS -TEMPERATURES

Les variables climatiques constituent un système complexe agissant d'une manière synthétique sur les interactions des écoulements. Plusieurs formules et approches pratiques essaient de représenter cette action synthétique du climat par des indices et des méthodes graphiques.

❖ DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE

Afin de préciser les périodes sèches et humides durant l'année, nous avons établi le diagramme ombrothermique qui caractérise les interactions entre les précipitations moyennes mensuelles et les températures moyennes mensuelles.

Selon le diagramme ombrothermique est représenté par la figure N°09, nous remarquons que la période humide débute à Décembre jusqu'à la Mi-Janvier .

Quant à la période sèche, elle s'étale à partir du mois de Février et dure jusqu'à la fin de mois d'aout, et mi-septembre jusqu'à la fin de mois novembre.

Ainsi, durant l'année il est enregistré 83,33% de période sèche et 16,66% de période humide, confirmant l'aridité et le climat désertique de la région étudiée.

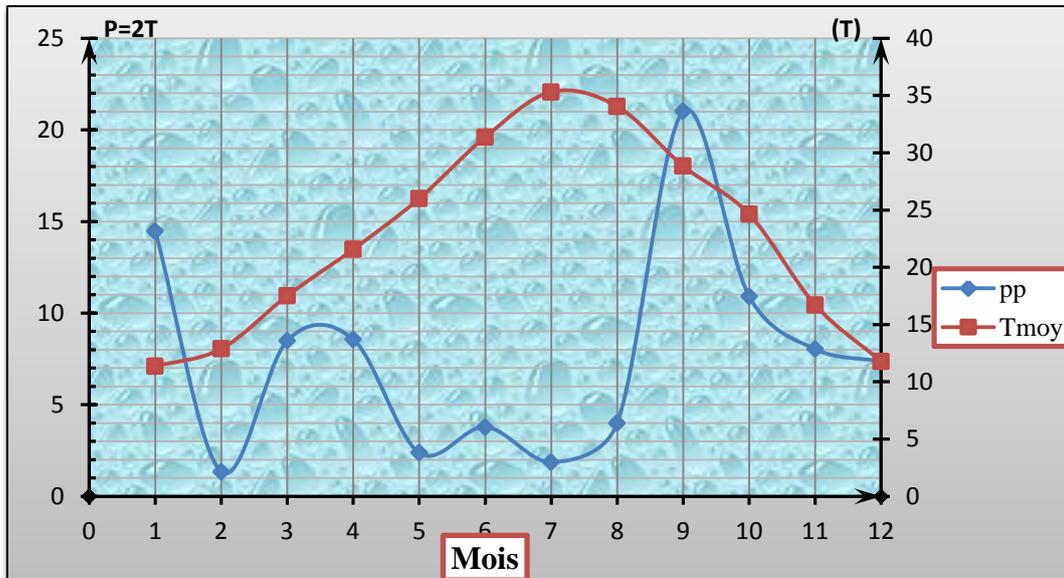


Figure N°09 - Diagramme Ombrothermique

1.2.2.8. ETUDE DE L'EVAPORATION

L'évaporation est mesurée journalièrement sur le bac type COLORADO de la station de Ghardaïa (2004,2014). Cette évaporation journalière est définie par la relation :

$$E = P \pm H$$

E : Evaporation journalière du bac en mm,

P : Précipitation en mm,

H : Hauteur d'eau ajoutée ou enlevée dans le bac (mm).

Pour notre zone d'étude, les valeurs moyennes mensuelles observées de l'évaporation au niveau de la station de mesure de Ghardaïa sont résumées dans le tableau N°07 suivant :

Tableau N°07 : Evaporation moyenne mensuelle (mm/j)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août
Evaporation (mm /j)	9,9	7,1	4,5	4,3	4,2	5,4	7,0	8,9	11,0	13,5	15,1	13,7

Nous représentons dans la figure suivante la variation de l'évaporation.

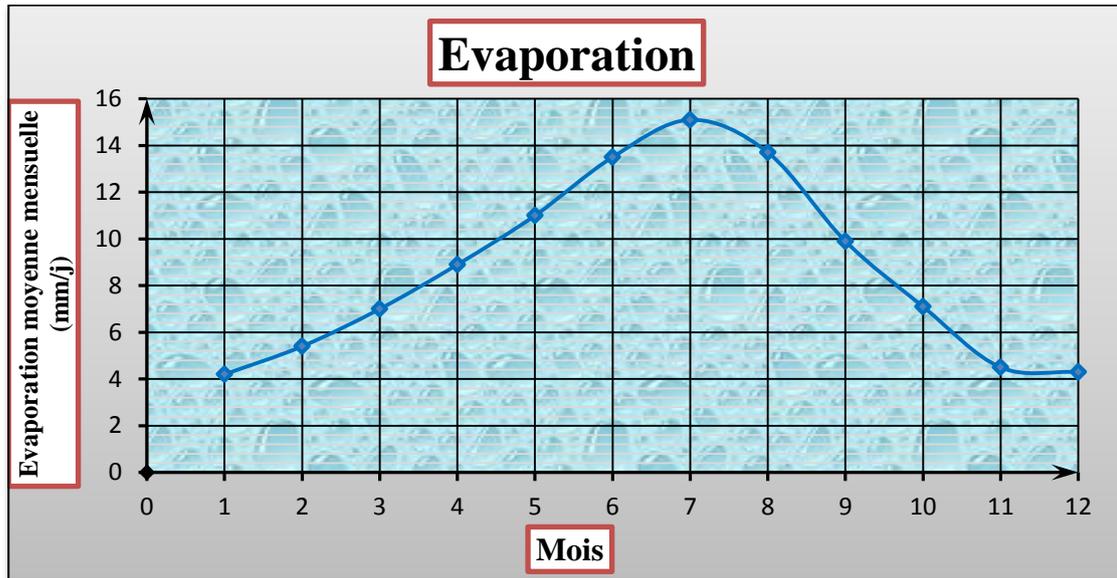


Figure N°10 - Evaporation moyenne mensuelle

Nous remarquons que l'évaporation varie proportionnellement à la température et contrairement à la précipitation.

Cette évaporation est faible entre Novembre et Mars et plus faible encore entre Décembre et Janvier, c'est-à-dire durant la période humide, lorsque les précipitations sont plus élevées que les températures.

Au cours des autres mois de l'année l'évaporation est très importante enregistrant des pics très élevés allant à 15,1 mm/j le mois de Juillet.

1.2.3. HYDROGRAPHIE

Le système territorial qui forme le bassin versant de Hassi Lefhal correspond à un système de vallée ou d'inter fleuves ou chaque système est un ensemble d'un système plus vaste dont il représente un élément et au même temps un conglomérat de sous-systèmes à travers l'organisation propre des éléments qui le constituent (PDAU, 2010).

Le système territorial à Hassi Lefhal correspond à la vallée de Oued Lefhal, et ses affluents (qui forment des bassins versants) avec la vallée de Oued Tehrir (appelé en amont Oued El Talh) et ses affluents. Le paysage actuel est le résultat d'une érosion pluviale au début de quaternaire qui creuse dans l'étage supérieur de ses massifs un réseau d'oueds complexes qui se déversent suivant l'inclinaison du plateau vers le bassin d'Ouargla.

Ce cadre physique caractéristique de la commune constitue une richesse naturelle avec toutes ses particularités ; lignes de crête, vallées, talus, talwegs, zones inondables. Ces unités morphologiques et géographiques constituent des repères naturels à ne pas détruire.

Une étude des crues de l'oued Mzab a estimé les débits de crue décennale et centennale à 205 et 722 m³/s. Le profil en long de la vallée de Oued Lefhal nous donne un aperçu sur les différentes formations qui forment le relief, ce qui se traduit par des pentes qui varient entre 4.37% à l'amont de 1% à l'aval (PDAU, 2010).

Une étude des crues de la région a estimé les débits de crue décennale et centennale à 205 et 722 m³/s (Tina , 2015).

1.2.4. MORPHOLOGIE

Les unités morphologiques au niveau de la commune de Hassi Lefhal traduisent trois types de pentes réparties comme suit :

1.2.4.1. DORSALE

Ce terrain représente une topographie de versant, cet ensemble représente des vallées très rapprochées, ravinées et encaissées de la dorsale turonienne située à l'ouest de la RN1 (entre 550 et 400m d'altitude), d'une part et des vallées moins rapprochées et ravinées du sénonien à l'est de la RN1(entre 400 et 350m d'altitude) d'autre part. (PDAU, 2010).

Cette région est traversée par deux vallées très importantes à savoir Oued Lefhal et Oued Tekhir. Cette région de la pente très forte occupe environ 44% de la surface totale de la commune, ce qui donne 2 955 km².

1.2.4.2. PLEINE

Il s'agit de vastes glacis de pentes très faibles, inférieur à 4%. Elle occupe surtout la partie est du territoire communal. Cette région est pourvue de dépressions très grandes.

La surface totale de cette région est estimée à 30% ce qui fait environ 20,4 km². La pente générale est de direction ouest-est comprise entre 350 et 275 km d'altitude (PDAU, 2010).

1.2.4.3. ERG

Elle occupe la partie ouest de territoire communal sur plus de 1 746 km² soit 26% de l'ensemble.

Cette région appartient au grand Erg occidental est formé d'une multitude de formes dunaires qui manifestent selon une orientation générale nord/ouest-sud/est comme les sif, les arniches ou archenes, sheal, kdem...etc (PDAU, 2010).

1.2.5. GEOLOGIE ET LITHOLOGIE

La carte lithologique, établie d'après la carte géologique du Sahara sud, montre les formations suivantes du plus anciens au plus récent(PDAU, 2010) :

1.2.5.1. SECONDAIRE

❖ CRETACE MOYEN

➤ CENOMANIEN

Il apparait surtout sur la région des Mahseur sur les versants des petites vallées des Chaâb Ech-Chih, Chaâb El Mouileh et Chaâb El Haifat et Chaâb Oum El Hallab. Il est formé d'argile gypseuse et de sable peu carbonates (PDAU, 2010).

➤ TURONIEN

Il débute au niveau de la commune de Hassi Lefhal à l'amont des vallées de Oued Lefhal et Oued Et-Tekhir jusqu'à la route nationale. Il est formé de bancs de calcaires argileux (PDAU, 2010).

❖ CRETACE SUPERIEUR MARIN SENONIEN

Il se situe à l'est de la route nationale sous forme de vallées moins larges que celles du turonien formées par des formations de calcaire et dolomie avec intercalation de l'argile supérieure.

1.2.5.2. TERTIAIRE

Il se situe à l'extrême est. Il est formé par des formations du pliocène continentale formé de calcaire lacustre et pouding.

1.2.5.3. QUATERNAIRE

Il se présente sous quatre formes :

- ❖ Lit d'Oued : il est formé d'alluvion.
- ❖ Dépression dépôts alluvionnaires qui forment les sols des dayas.
- ❖ Croute calcaire.
- ❖ Dunes qui peuvent être soit récentes soit hérité.

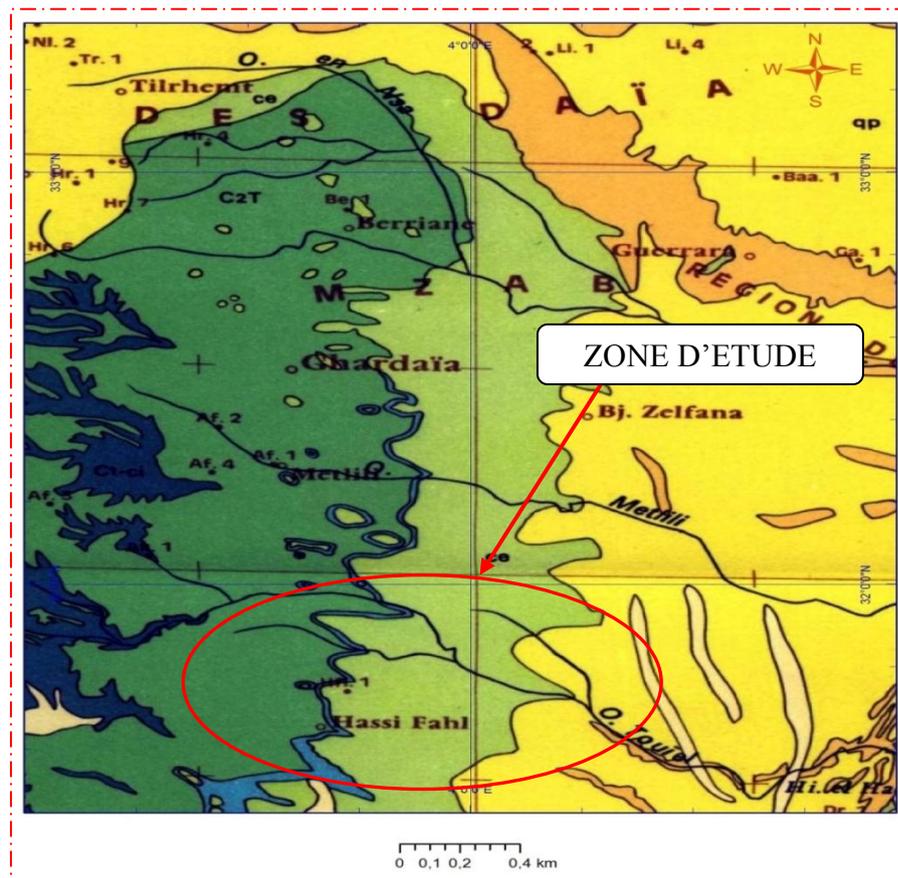


Figure N°11 - Carte Géologique de la Région (ANRH , 1998)

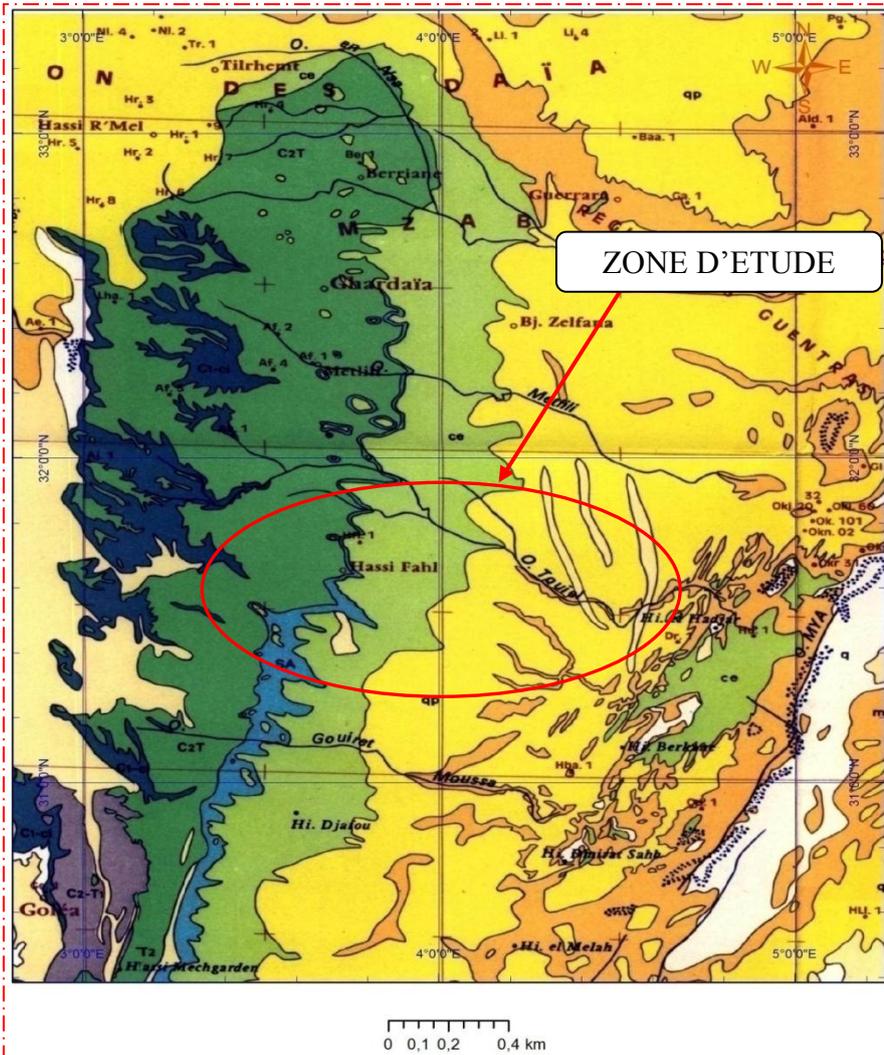


Figure N°12 - Carte Géologique de la Région (ANRH , 1998)

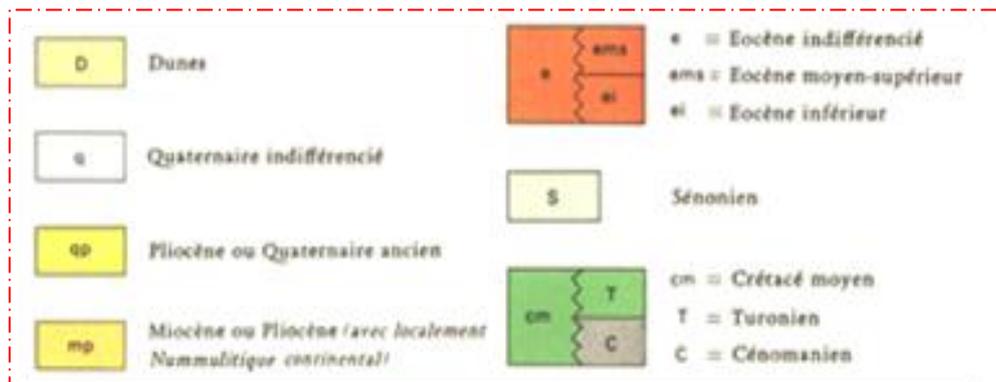


Figure N°13 - Légende Carte Géologique de la Région (ANRH, 1998)

1.2.6. HYDROGEOLOGIE

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Infero flux (phréatique), et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albien. (Bennadir , 2015)

1.2.6.1. NAPPE PHREATIQUE

Elles sont abritées dans les alluvions des vallées des oueds de la région. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont étroitement liés à la pluviométrie. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30m.

Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies (Bennadir, 2015).

1.2.6.2. NAPPE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE (CI)

Elle représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grés et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de 250 à 1000 m.

Suivant 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 dans les zones de Zelfana, Guerrara, Hassi Fhel et Hassi Gara, exploitée par pompage à des profondeurs importantes, dépassant parfois les 120m dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions d'El Menia.

Dans la zone Hassi Lefhal, objet de notre étude les ressources en eau de cette région sont : la nappe du Continental Intercalaire (Albien) (Bennadir , 2015)..

1.2.7. RESSOURCES EN EAU

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins et permettre l'usage de l'eau dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à deux types de ressources naturelles :

- ❖ Les eaux superficielles ou de surface (rivières, fleuves et lacs...)
- ❖ Les eaux souterraines (Bennadir, 2015).

Les ressources hydrauliques de la Wilaya sont essentiellement souterraines. Les ressources en eaux de surface proviennent généralement des crues importantes de l'Oued M'Zab inondant la région de Ghardaïa. Ces crues sont générées par les averses sur la région de Laghouat – Ghardaïa (Tina, 2015).

Actuellement, l'alimentation en eau agricole s'effectue par des forages puisant l'eau fossile de la nappe albiennaise (Continental intercalaire) dont les réserves sont estimées à 15.000 milliards de m³ (PDAU, 2010).

1.2.7.1. EAUX DE SURFACE

Les inondations créées par les crues des Oueds alimentent les nappes inféro-flux et irriguent les palmeraies par des digues (Tina, 2015).

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 dont l'émergence constitue une source de ruisseaux puis de rivière.

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 (Bennadir, 2015).

1.2.7.2. EAUX SOUTERRAINES

Les eaux qui ne sont ni réévaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrant dans le sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines (nappe phréatique). La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (Bennadir, 2015).

❖ **NAPPE PHREATIQUE**

D'une manière générale, la région est le siège de nappes phréatiques. L'eau captée par des puits traditionnels d'une vingtaine de mètres de profondeur en moyenne mais qui peuvent atteindre 50 m et plus, permet l'irrigation des cultures pérennes et en particulier les dattiers.

L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont liés étroitement à la pluviométrie.

- ❖ La qualité chimique des eaux est comme suit :
- ❖ A l'amont, elle est bonne à la consommation ;
- ❖ A l'aval, elle est mauvaise et impropre à la consommation, contaminée par les eaux urbaines (Tina , 2015).

❖ **NAPPE DU CONTINENTAL INTERCALAIRE**

La nappe du Continental Intercalaire draine, d'une façon générale, les formations gréseuses et gréso-argileuses du Barrémien et de l'Albien. Elle est exploitée, selon la région, à une profondeur allant de 250 à 1000m. Localement, l'écoulement 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 de l'Atlas Saharien en faveur de l'accident Sud-Atlasique.

La nappe du CI, selon l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, 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 120 m dans les régions de Ghardaïa, Metlili, Berriane et certaines régions d'El Menia (Tina, 2015).

La commune de Hassi Lefhal satisfait ses besoins en eau d'irrigations à partir de la nappe continental intercalaire (l'Albien). Les coupes géologiques et les différents sondages montrent qu'on peut atteindre le toit de l'Albien à moins de 400m au centre de la commune et plus de 400m en Est et Ouest de la commune (PDAU, 2010).

1.3. ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE

1.3.1. POPULATION

La Population totale de la commune de Hassi Lefhal est estimée d'après le recensement de l'année **2008** à **4020** habitant.

En terme de poids démographique, l'agglomération de Hassi Lefhal occupait en 2008, le 10ème rang dans la hiérarchie urbaine avec **4020 habitants**. (PDAU, 2010).

L'analyse démographique au niveau de la commune permettrait non seulement de renseigner sur la répartition de la population par dispersion mais aussi de saisir les tendances d'évolutions passées. Elle servira aussi pour mieux appréhender les mutations de la population en termes d'évolution des paramètres démographiques et ce pour mieux cerner les tendances d'évolutions futures (perspectives) à savoir, à court, moyen et long terme. (PDAU, 2010).

1.3.2. DETERMINATION DE NOMBRE D'HABITANT

On détermine le nombre a l'horizon 2040 par l'expression de TABARASSEN suivante :

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

P_n : Nombre d'ahabitant futur.

P₀ : Nombre d'ahabitant actuel.

T : Taux d'accroissement T=2.88 %.

n : différence d'année entre 2040 et 2008.

$$\underline{\underline{P_n = 9973 \text{ habitants}}}$$

1.3.3. INDUSTRIE

L'activité industrielle dans la commune n'a pas d'ampleur, étant donné que la commune ne dispose pas des grandes potentialités industrielles (PDAU, 2010).

Dans ce cadre on propose cette étude dont l'objectif est d'intégrer l'industrie agricole dans la ville Hassi Lefhal.

1.3.4. AGRICULTURE

La commune de Hassi Lefhal, ville oasis à vocation agricole, dispose d'un périmètre agricole important qui lui permet de garder son cachet traditionnel de région à vocation essentiellement agricole (PDAU, 2010).

- ❖ La superficie de la commune : 687 539 ha (DSA, 2016).
- ❖ La superficie agricole totale (S.A.T) s'étend sur 102 420 hectares (DSA, 2016).
- ❖ La surface agricole utile (S.A.U) : 6 066 ha en irrigué en totalité (DSA, 2016).

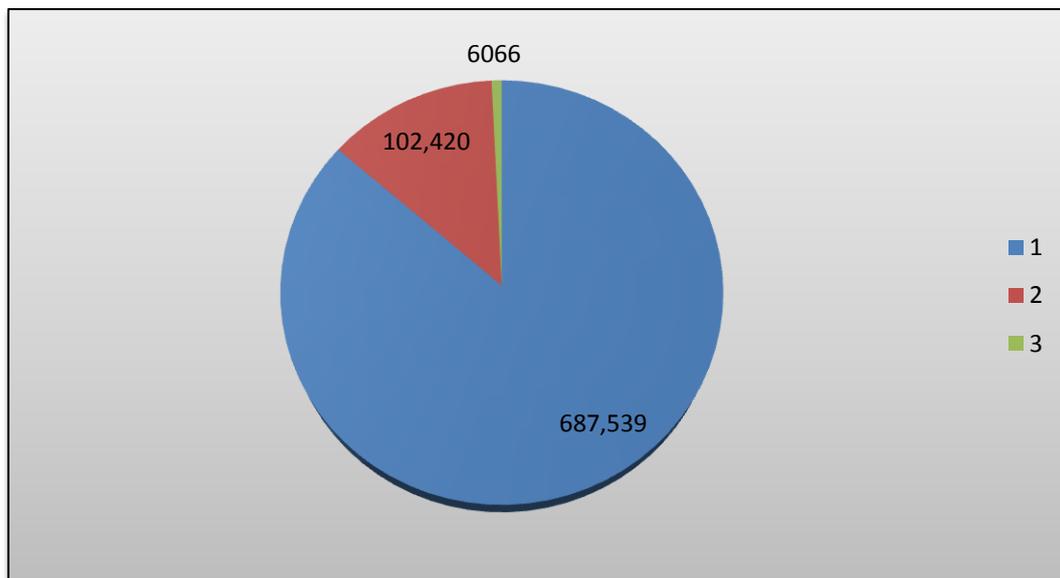


Figure N°15 - Répartition des terres Agricoles (DSA, 2016)

1.3.4.1. TERRES AGRICOLES

❖ NATURE JURIDIQUE DES TERRES

Toutes les terres agricoles sont domaniales et privées. La plupart des terres agricoles sont situées à la palmeraie qui occupe la grande partie de la totalité des terres agricoles à la commune (PDAU, 2010).

❖ **OCCUPATION AGRICOLE DU SOL**

Les terres agricoles de la commune sont occupées essentiellement de grande culture de la palmeraie (PDAU, 2010).

Dans la commune de Hassi Lefhal, le secteur agricole est limité, il est à vocation phoénicicole. Sur les **687539** hectares couverts par la superficie de la commune **102420** hectares sont affectés à l'agriculture et la superficie agricole utile (SAU) est évaluée à **6066** hectares (DSA, 2016).

L'élevage ovin est essentiellement du ressort des nomades qui se subdivisent en deux grandes catégories :

- ❖ Ceux inscrits dans la commune et se déplaçant sur des courtes et moyennes distances (PDAU, 2010).
- ❖ Ceux venant d'autres communes, en transit pour des durées plus ou moins longues sur les pâturages de la commune (PDAU, 2010).

❖ **STRUCTURE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES**

Le secteur de l'agriculture de la commune de Hassi Lefhal est caractérisé par deux systèmes d'exploitation (PDAU, 2010) :

- ❖ L'ancienne palmeraie.
- ❖ La mise en valeur.

Le système oasien de l'ancienne palmeraie est caractérisé par une forte densité de plantation, palmiers âgés, irrigation traditionnelle par seguias, exploitations mal structurées et fortement morcelées (PDAU, 2010). Sont complantés en étages Palmiers dattiers, Arbres fruitiers, maraîchage et fourrages en intercalaire (PDAU, 2010). Des activités d'élevages familiaux sont souvent pratiquées avec des cheptels de petites tailles (PDAU, 2010).

Le système de mise en valeur se scinde en :

- ❖ 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 (PDAU, 2010).
- ❖ 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 ovins et bovins (PDAU, 2010).



CHAPITRE 02

Etude d'aménagement
hydro-agricole existant



2.1. LIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1.1. METHODOLOGIE

Pour répondre aux objectifs de l'étude, la méthodologie utilisée consiste, en premier temps, à élaborer une synthèse bibliographique sur la zone d'étude, puis dans un deuxième temps, à effectuer des entretiens directs et indirects sur site avec des agriculteurs. Enfin, de procéder à l'analyse des données collectées.

2.1.2. RECUEIL DES INFORMATIONS

L'ensemble des informations recueillies sur la zone agricole de Hassi Lefhal sont d'origine de :

- ❖ L'historique des réseaux d'irrigation existants auprès de l'APC de Hassi Lefhal.
- ❖ L'historique des réseaux d'irrigation existants auprès de la Direction des Services agricoles de la wilaya de Ghardaïa.
- ❖ L'étude du PDAU de la zone de Hassi Lefhal par le Bureau d'étude URBATIA 2010.
- ❖ l'étude Pédologique de la zone de Hassi Lefhal par le Bureau d'étude SARL NILS
- ❖ Les fiches techniques des forages d'irrigation de Hassi Lefhal (Agence Nationale des Ressources Hydraulique ANRH Secteur de Ghardaïa).

2.1.3. REALISATION D'OBSERVATION DE TERRAIN

Une visite sur terrain aux niveaux de la commune de Hassi Lefhal a été entreprise durant la période 18/02/2016 jusqu'à 23/04/2016. Ces visites ont permis de :

- ❖ Entretien technique avec le délégué communal et les agriculteurs.
- ❖ Enquêter sur le déficit hydrique.
- ❖ Découvrir le tour d'eau existant.

2.1.4. OBSERVATION DES PRATIQUES ACTUELLES D'IRRIGATION

Durant les premiers visites, on a essayé en présence des agriculteurs, de comprendre la pratique et le fonctionnement hydraulique des réseaux existants, ainsi de relever tous les problèmes et contraintes rencontrées. Cela pour juger l'efficacité de cette pratique, ces avantages et ces inconvénients; et de savoir où et comment on intervienne.

2.1.5. SYNTHÈSE DES DIFFICULTÉS

Cette étape consiste à synthétiser les difficultés et les contraintes relevées lors des étapes précédentes. Quelques informations confirmatives peuvent être aussi recueillies aux pris des services techniques locales de Hassi Lefhal.

2.1.6. ANALYSE DES INFORMATIONS RECUEILLIES

Les différentes informations recueillies ont été analysées dans le but d'élaborer une synthèse pour chaque partie, et de présenter des propositions tenant compte des contraintes rencontrées. Ces propositions de remède consistent à organiser la gestion du réseau d'irrigation suivant le débit mobilisé de chaque forage.

2.1.7. MATÉRIEL UTILISÉ

Le matériel utilisé est le suivant :

PDAU de la zone de Hassi Lefhal qui figure : la situation des périmètres, la situation des forages, la forme des parcelles.

Fiches d'enquête pour la collecte des données sur terrain, apportés sur: le système de d'irrigation, l'organisation sociale et la nature de tours d'eau pour chaque périmètres.

Matériels audio-visuelle pour la collecte de quelques informations locales (photos...). Logiciels techniques (Auto CAD, Word et Excel, etc....).

2.1.8. LIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est correspond à la zone agricole de Hassi Lefhal centre située à quarante (40) kilomètre du chef lieu daïra de Mansoura. La zone d'étude s'étend sur une superficie de **551** hectares.

Le site est repéré par des coordonnées polaires suivantes :

Tableau N°08 : Les coordonnées du Site

Coordonnées	Angle	
Longitude	3 ⁰ 39' 12"	3 ⁰ 41' 53"
Latitude	31 ⁰ 36' 28"	31 ⁰ 37' 17"
Altitude	368 à 389m	

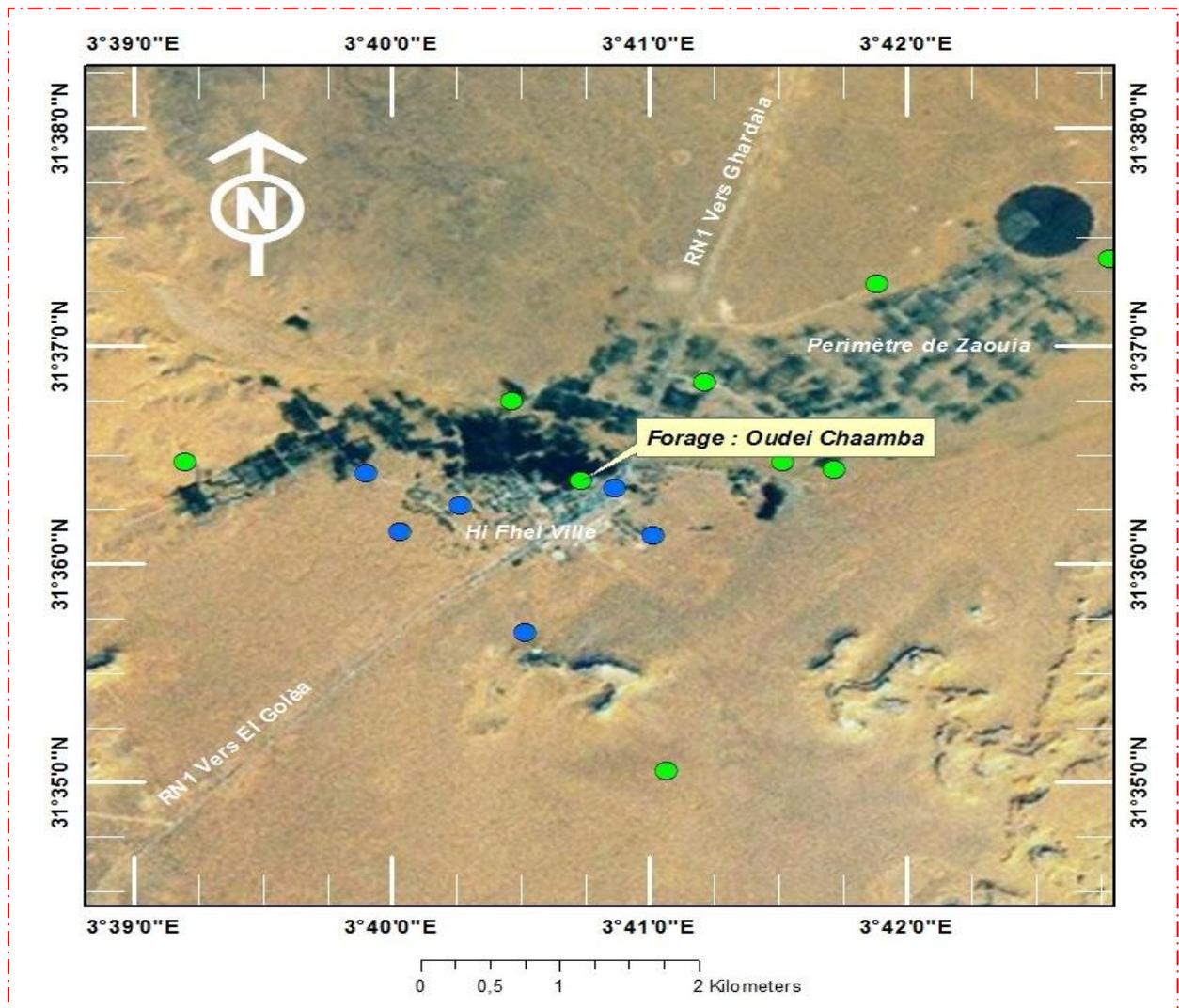


Figure N°16 - Localisation de la zone d'étude (ANRH, 2011)

2.2. DESCRIPTION DE LA SITUATION HYDRO-AGRICOLE

2.2.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous commençons par décrire la description de la situation actuelle de la zone de l'étude.

Pour cela, on a procédé à un diagnostique afin de minimiser les interventions éventuelles sur les lieux et de recenser les points de dysfonctionnement et d'éviter toute exploitation anarchique. Le résultat de ce diagnostique est un état des lieux et une situation de référence.

Ainsi, on a divisé la zone en deux parties, Est et Ouest, contenant chacune différentes parcelles indépendantes dites zones.

2.2.2. DESCRIPTION DE LA PARTIE OUEST

2.2.2.1. SITUATION

La partie Ouest, située à Gauche de la route nationale (RN) N°01 sur une superficie irriguée de 214,00 ha, est répartie en cinq (05) zones formant l'ancienne palmeraie.



Figure N°17 - Une vue de la zone Ouest

2.2.2.2. RESEAU DE PISTES

Toutes les parcelles sont accessibles à partir de piste d'exploitation, de largeurs variables entre (6 – 20) m.



Figure N°18 - Réseau de Pistes de la zone d'étude

2.2.2.3. FORAGE

Dans la partie Ouest existe cinq forages pour alimenter le réseau d'irrigation. Le débit mobilisé des forages varie entre 40 à 60 L/s pour chaque forage, avec un débit total mobilisé est 250 l/s. Leurs profondeurs varient de 400 à 450 m (ANRH, 2016). La pression à la tête des forages varie de 1,5 à 3,5 Bars.

Les forages ne sont pas protégés par des clôtures, et y sont exposés à différents aléas.

Tableau N°09 - Les coordonnées des forages (ANRH , 2016)

N° FORAGE	Longitude	Latit ude	Z	Réalisation	Débit mobilisé
Forage N°01	3° 39' 12"	31° 36' 28"	389m	2000	60
Forage N°02	3° 39' 54"	31° 36' 25"	383m	1987	40
Forage N°03	3° 40' 02"	31° 36' 09"	384m	2009	50
Forage N°04	3° 40' 44"	31° 36' 23"	379m	2010	40
Forage N°05	3° 40' 28"	31° 36' 45"	377m	1996	60



Figure N°19 - Forage et Conduite d'irrigation de la zone d'étude

2.2.2.4. PARCELLES

Elle couvre une superficie variant de 01 ha à 07 ha. La technique d'irrigation la plus pratiquée est par Seguia (Gravitaire), avec :

- ❖ Des dispositifs de plantation variant du 10 x10 m.
- ❖ Nombre moyen des palmerais par hectar : 120 U.
- ❖ Utilisation des Palmes sèches comme Brise Vent.



Figure N°20 - Seguia dans la parcelle de la zone d'étude

2.2.2.5. RESEAU D'IRRIGATION

Le réseau d'irrigation est ramifié, constitué de trois têtes mortes ; en amiante ciment posée sur le sol, de diamètre de 200 mm, en PVC enterrée, de diamètre de 250 mm, et une autre conduite principale en amiante ciment également, enterrée, de diamètre variant de 150 mm à 200 mm.

Les conduites secondaires sont enterrées, en PVC de diamètres variant de 160 mm à 200 mm, elles alimentent les parcelles par des vannes parcellaires (Absence des niches parcellaires). La technique la plus pratiquée est l'irrigation par seguaia.

2.2.3. DISCRIPTION DE LA PARTIE EST

2.2.3.1. SITUATION

Le partie Est, est situé à la droite de la RN N°01 sur une superficie irriguée de 285,00 ha, répartie en 04 zones.

2.2.3.2. RESEAU DE PISTES

Toutes les parcelles sont accessibles à partir de piste d'exploitation, de largeurs variables entre (7 – 20) m.

2.2.3.3. FORAGE

Dans la partie Est existe quatre forages pour alimenter le réseau d'irrigation. Le débit mobilisé des forages varie entre 50 à 60 L/s pour chaque forage, avec un débit total mobilisé est 230 l/s. Leurs profondeurs varient de 400 à 450 m (ANRH, 2016). La pression à la tête des forages varie de 1,5 à 3,5 Bars.

Les forages ne sont pas protéger par des clôtures, et y sont exposées à différents alias.

Tableau N°10 - Les coordonnées des forages (ANRH, 2016)

N° FORAGE	Longit	Latit	Z	Réalisation	Débit mobilisé
Forage N°06	3° 41' 13"	31° 36'	375m	1989	60
Forage N°07	3° 41' 44"	31° 36'	373m	2009	60
Forage N°08	3° 41' 53"	31° 37'	373m	1990	60
Forage N°09	3° 42' 47"	31° 37'	369m	1998	50



Figure N°21 - Seguia dans la parcelle de la zone d'étude

2.2.3.4. PARCELLES

Elle couvre une superficie variant de 01 ha à 04 ha. La technique d'irrigation la plus pratiquée est par Seguia (Gravitaire), avec :

- ❖ Des dispositifs de plantation variant du 10 x10 m.
- ❖ Nombre moyen des palmerais par hectar : 120 U.
- ❖ Utilisation des Palmes sèches comme Brise Vent.

2.2.3.5. RESEAU D'IRRIGATION

Le réseau d'irrigation est ramifié, constituée de deux têtes mortes, en amiante ciment posée sur le sol, de diamètre variant de 200 mm à 300mm, et une conduite principale en amiante ciment enterrée, de diamètre variant de 150 mm à 250 mm.

Les conduites secondaires sont enterrées, en PVC avec des diamètres variant de 160 mm à 200 mm. Ces conduites secondaires alimentent les parcelles par des vannes parcelaires (Absence des niches parcelaires). La technique la plus pratiquée est l'irrigation par seguia.



Figure N°22 - Conduite en Amiante Ciment



Figure N°23 - Plaque Pleine et Joint Gibault



Figure N°24 - Te en PVC



Figure N°25 - Conduite en Amiante Ciment Apparente



CHAPITRE 03

Diagnostic des Ouvrages
& Réseau D'irrigation



3.1. INTRODUCTION

Lorsque des difficultés de gestion du réseau, ou des problèmes de fonctionnement du système d'irrigation apparaissent, il est fortement conseillé d'engager une étude couramment appelée "Diagnostic" (Djoudi,2009). Qui consiste à faire le point général sur tout le système d'irrigation.

Il s'agit d'établir un bilan aussi complet que possible de l'état structurel et du fonctionnement des systèmes hydrauliques(Djoudi,2009).

L'étude du diagnostic nous permet de juger l'état physique ainsi que le bon fonctionnement hydraulique d'un ouvrage, dont les objectifs sont :

- ❖ Augmenter le rendement de l'ouvrage ;
- ❖ Améliorer sa fiabilité ;
- ❖ Prolonger sa durée de vie ;
- ❖ Assurer une bonne gestion et entretien futur.

3.2. PROCEDURE AL'ETUDE DE DIAGNOSTIQUE

Au premier lieu, nous avons recherché des documents relatifs au système (plans, dimensions des ouvrage, etc.) ;

Au deuxième lieu, nous avons repéré et inventorié tous les ouvrages hydrauliques existants dans la palmeraie ;

En troisième lieu, nous avons procédé à une synthèse des informations concernant le système ;

Enfin, une synthèse dans laquelle ayant pour objectif de :

- ❖ Résumer les opérations menées dans le cadre de l'étude de diagnostic et notamment mettre en évidence les dysfonctionnements rencontrés.
- ❖ Proposer des solutions techniques viables ainsi qu'un échéancier des travaux à prévoir.
- ❖ Assurer un fonctionnement optimum du système en situation actuelle mais également au future (Djoudi,2009).

3.3. DIAGNOSTIQUE DES ETATS DES LIEUX

3.3.1. DIAGNOSTIC DU PARTIE OUEST

Dans la partie Ouest nous avons constaté lors du diagnostic des états des lieux, point de vue ressources hydriques, pistes, réseaux d'irrigation et parcelles, ce qui suit :

- ❖ L'ensemble de la ressource est sous forme de cinq forages de 400 à 450 m, avec un débit total de 250 l/s (de l'ordre de 40 à 60 l/s par forage), trois des forages ne sont pas doté d'abris et ni de clôtures, ils sont exposés aux différents alias, en plus l'état de leurs plates forme est dans l'ensemble dégradé (les données sur les forages sont résumées en annexes) ;
- ❖ Les parcelles ne sont accessibles que par des pistes de 6 à 20 m de largeur, malheureusement elles ne sont pas entretenues avec absence d'aménagement en plusieurs endroits ;
- ❖ Le réseau d'irrigation est composé d'un ensemble de conduites en amiante ciment interdites à toutes fins d'utilisation (de 150 à 250 mm dont des parties sont directement posées sur le sol) et en PVC (de 160 mm 250 mm enterrée), anciennes et en état vétuste ;
- ❖ Absence de niche d'irrigation, avec utilisation de canaux d'irrigation en état dégradé et souvent bloqué par le mauvais entretien, avec le chevauchement de deux réseaux d'irrigation fonctionnant en parallèle ;
- ❖ Le découpage parcellaire est constitué par des petites parcelles d'ordre individuel, allant de 01 à 07 Ha, protégées par des haies de palmiers sèches, avec des cultures composés de palmiers (de l'ordre de 120 unité par Ha) et autres cultures sous étages, irriguées gravitairement par des Seguia ;



Figure N°26 : Etat des Forage



Figure N°27: Etat de piste



Figure N°28: Réseau mixte amiante-ciment et PVC



Figure N°29: Absence de niche parcellaire



Figure N°30 :Limite d'une parcelle

3.3.2. DIAGNOSTIC DU PARTIE EST

Dans la partie Est nous avons constaté lors du diagnostic des états des lieux, point de vue ressources hydriques, pistes, réseaux d'irrigation et parcelles, ce qui suit :

- ❖ L'ensemble de la ressource est par le biais de quatre forages de 400 à 450 m, avec un débit total de 230 l/s (de l'ordre de 50 à 60 l/s par forage), trois des forages ne sont pas doté d'abris et ni de clôtures, ils sont exposés aux différents alias, en plus l'état de leurs plates forme est dans l'ensemble dégradé (les données sur les forages sont résumés en annexes) ;
- ❖ Les parcelles ne sont accessibles que par des pistes de 7 à 20 de largeur, malheureusement elles ne sont pas entretenues avec absence d'aménagement en plusieurs endroits ;
- ❖ Le réseau d'irrigation est composé d'un ensemble de conduites en amiante ciment interdites à toutes fins d'utilisation (de 150 à 300 mm dont des parties sont directement posées sur le sol) et en PVC (de 160 mm 200 mm enterrée), anciennes et en état vétuste ;
- ❖ Absence de niche d'irrigation, avec utilisation de canaux d'irrigation en état dégradé et souvent bloqué par le mauvais entretien, avec le chevauchement de deux réseaux d'irrigation fonctionnant en parallèle ;
- ❖ Le découpage parcellaire est constitué par des petites parcelles d'ordre individuel, allant de 01 à 04 Ha, protégées par des haies de palmiers sèches, avec des cultures composés de palmiers (de l'ordre de 120 unité par Ha) et autres cultures sous étages, irriguées gravitairement par des Seguia ;



Figure N°31 : Manque d'aménagement de piste



Figure N°32 : Réseau d'irrigation



Figure N°33 : Réseau d'irrigation



Figure N°34 : Utilisation de seguia



Figure N°35 : Utilisation de seguia

Tableau N°11 - Les zones Agricoles (PDAU , 2010)

Zone agricole	Superficie (ha)	Forage	Site
Cooperativechahidhoutia	150 ha Exentensible 703 ha	02	L’biadh
Da-dhehebi	150	02	Sareg el-arfedj
Arbaoui	150	01	Sareg el-arfedj
Behhaz	300	02	Sareg el-arfedj
Consessionhassi Elfrid	100	01	Ouad el ouibed
Rouani	Aquaculture : 04 ha Agricole : 50 ha	01	Oued el ouibed
Cooperativechrifa	100	01	Ouedf’hel
Cooperativebenattalah	100	01	Ouedf’hel
Cooperativezaouya (3)	100	01	Ouedf’hel
Cooperativezaouya (1+2)	96		Ouedf’hel
Ouedf’hel	117		Ouedf’hel
Chanba	100		Ouedchanba
El-fedj 01	100	01	Ouedshabzmeila
El-fedj 02	60	01	Ouedshabzmeila
Cooperativemechdel	200	01	Ouedteghir
Tighouret	200 ha Exentensible 360 ha	01	Ouedteghir
Bousecsou	150	01	Ouedteghir
Cooperativeouadteghir	100	01	Ouedteghir
Zmela	80	01	Ouedsaha el feidj
Ben hammouda	1000	05	Ouedsaha el feidj
Les qatariens	1800	01	Ouedsaha el feidj

3.4. PROBLEME RENCONTRE EN AGRICULTURE

Parmi les problèmes que nous avons rencontrés lors du diagnostic :

3.4.1. PROBLEMES D’ORDRE NATUREL

- ❖ Le manque de l’eau d’irrigation qui est un élément majeur pour le développement de l’agriculture.
- ❖ Les bassins versants sont exposés à l’érosion (PDAU, 2010).

3.4.2. PROBLEMES LIES AU MILIEU PHYSIQUE

- ❖ Une faible pluviométrie.
- ❖ Des températures excessives en été.
- ❖ Des gelées printanières importantes.
- ❖ Une fréquence de sirocco élevée(PDAU ,2010).

3.4.3. PROBLEMES LIES A L'HOMME

- ❖ L'irrigation illicite par les eaux usées constituant un danger pour la santé de la population et même pour la fertilité du sol.
- ❖ Coupe, pacage, extraction de pierre, et de sable, en plus des constructions illicites sur des terres de bonne valeur agricole (menaçant la forêt) faisant perdre plusieurs centaines d'hectares de terres (PDAU,2010).

3.4.4. BROBLEMES D'ORDRE TECHNIQUES ET MATERIELS

- ❖ Le non respect des itinéraires techniques (façon culturales).Par les agriculteurs, influant directement sur la production et le rendement.
- ❖ Le manque de moyens et matériels agricoles, dont la majorité existant est en vieux état et vétuste.

Tous se traduit par l'inexistence d'une politique agricole adéquate pour sauvegarder les terres agricoles et le patrimoine forestier.

3.5. AVANTAGES ET CONTRAINTES DANS LA COMMUNE HASSI LEFHAL

3.5.1. AVANTAGES

La commune bénéficie d'une source d'énergie naturelle considérable produite par une durée d'insolation assez étendue et une température relativement élevée pendant l'année à même de permettre la réalisation d'une gamme variée et de qualité de cultures à maturation précoce.

Tous les plateaux bas et les Dhayate (grandes dépressions) sont favorables à d'éventuelles mises en valeur agricole et/ou pastorales grâce aux alluvions et éléments fertilisants qui s'y déposent et aux eaux d'infiltration qui s'y accumulent.

L'Erg occidental renferme une nappe aquifère libre qui alimente la nappe du Continental Intercalaire et les eaux souterraines telles que les nappes phréatiques (potentiel à préserver), la nappe du Continental Intercalaire couvre l'ensemble du Territoire de la Wilaya et la nappe du Complexe Terminal recèle d'importantes ressources hydriques inexploitées offrant des possibilités immenses au développement de la région.

Les parcours de la région disposent des possibilités de régénération grâce à la densité du réseau hydrographique et la diversité des espèces, et l'élevage par l'importance de ses effectifs constitue une richesse capable de générer une production conséquente par une conduite rationnelle.

3.5.2. CONTRAINTES

La pluviométrie caractérisée par la faiblesse des précipitations, la température particulièrement élevée, les vents très fréquents et violents qui contribuent au dessèchement des cultures, l'évaporation très élevée, notamment en été quand les besoins en eau sont à leur maximum, font qu'aucune agriculture ne peut être envisagée sans irrigation ni protection.

Les sols cultivables sont rares et limités aux zones d'accumulation des eaux et de dépôts alluvionnaires.

Compte tenu des conditions climatiques de la commune, les plantations forestières reviennent excessivement chères du fait qu'elles nécessitent impérativement une clôture, une amenée d'eau et une irrigation permanente. Le coût à l'hectare revient très cher par rapport à d'autres régions du pays.

La population est fortement concentrée dans l'agglomération urbaine ; une telle structure de population ne favorise guère le développement agricole.

L'une des conséquences les plus graves relevée est la destruction de la palmeraie environnante ; de ce fait les extensions ne peuvent être envisagées qu'en dehors de la commune(PDAU ,2010).

3.6. CONCLUSION

Vu l'importance de ce système et la diversité de ses éléments composants, il est vital de maintenir en bon état ses ouvrages.

De ce fait, sa restauration doit être prise en urgence pour arrêter son processus de dégradation, pour la survie du mode de vie oasien typique à la préservation de l'palmeraie.

Au terme de notre étude et compte tenu des résultats auxquels nous sommes parvenus et des constats que nous avons pu faire sur le terrain, nous formulons les propositions et recommandations générales qui s'articulent comme suit :

- ❖ Amélioration et modernisation de tous les ouvrages constituant le système d'irrigation, ou en état de dégradation, en respectant leurs caractéristiques hydrauliques, comme la réalisation des niches ou encore d'abris de forage (voir annexes).
- ❖ Restauration de ces ouvrages en utilisant les matériaux locaux à haute résistance, et de les entretenir (Djouidi, 2009) ...etc.
- ❖ Changement des ouvrages et canalisations vétustes et non adéquats à la norme d'art et de santé en vigueur, tel que les rigoles détériorées, les pistes non aménagées ou encore les conduites en amiantes ciments ou en PVC anciennes et endommagées.



CHAPITRE 04

Dimensionnement et
Modernisation du Système
d'irrigation



4.1. INTRODUCTION

L'irrigation dépend essentiellement, des types des cultures, du système d'irrigation et des conceptions édaphique du sol (Tina ,2015).

C'est elle qui permet la photosynthèse en alimentant les cellules des feuilles et encore elle favorise la turbulence des fleurs pour mettre leur fécondation et ainsi donner des bonnes graines et semences (Tina ,2015).

Dans ce chapitre nous donnons une description sur le Pédologie des sols et les systèmes d'irrigation, ainsi que la détermination des besoins en eau des cultures, Dimensionnement et modernisation du système d'irrigation.

4.2. PEDOLOGIE DES SOLS

En fait, de la qualité des eaux, la pédologie des sols, est l'un des paramètres déterminant en irrigation, pour le plus du climat connaître il faut déterminer la structure du sol, sont type et sa capacité de rétention et d'emmagasinement de l'eau(Tina ,2015).

4.2.1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU SOL

Le sol est un milieu vivant avec des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques qui ont chacune un rôle déterminé pour le développement des plantes. Dans ce paragraphe nous étudions les caractéristiques physiques du sol. (Tina ,2015)

L'eau se trouve dans le sol sous diverses formes, selon sa position par rapport aux particules terreuses et selon son origine (figure N°36).

L'eau dans le sol se répartit en trois catégories :

4.2.1.1. EAU DE RETENTION

Elle comprend deux types d'eau distincts :

- ❖ L'eau hygroscopique se trouve au contact des particules solides en quantité variable en fonction surtout de la texture, mais aussi de la température de la pression et de l'humidité de l'air. Cette eau ne peut être utilisée par les plantes à cause de la très forte attraction des particules qui dépasse fortement la force de succion des plantes(Tina ,2015).

- ❖ L'eau pelliculaire appelée aussi d'adhésion, entoure les particules du sol et leur eau hygroscopique. L'eau pelliculaire peut être en partie (la couche superficielle de la pellicule) utilisée par certaines plantes à fort pouvoir de succion(Tina ,2015).

4.2.1.2. EAU CAPILLAIRE

Elle occupe une partie des interstices du sol. On distingue l'eau capillaire isolée et l'eau capillaire continue :

- ❖ L'eau capillaire isolée ne subit pas l'action de la gravité ;
- ❖ L'eau capillaire continue, qui se retrouve dans les zones inférieures.

Ce sont ces eaux qui sont utilisées par les plantes et qui constituent la réserve utile RU(Tina ,2015).

4.2.1.3. EAU GRAVIFIQUE

Elle occupe les espaces restés libres et subit l'action de la gravité. Elle forme avec l'eau capillaire continue la catégorie des eaux libres. Les eaux gravifiques disparaissent rapidement par écoulement et ne sont pratiquement d'aucune utilité pour les plantes(Tina ,2015).

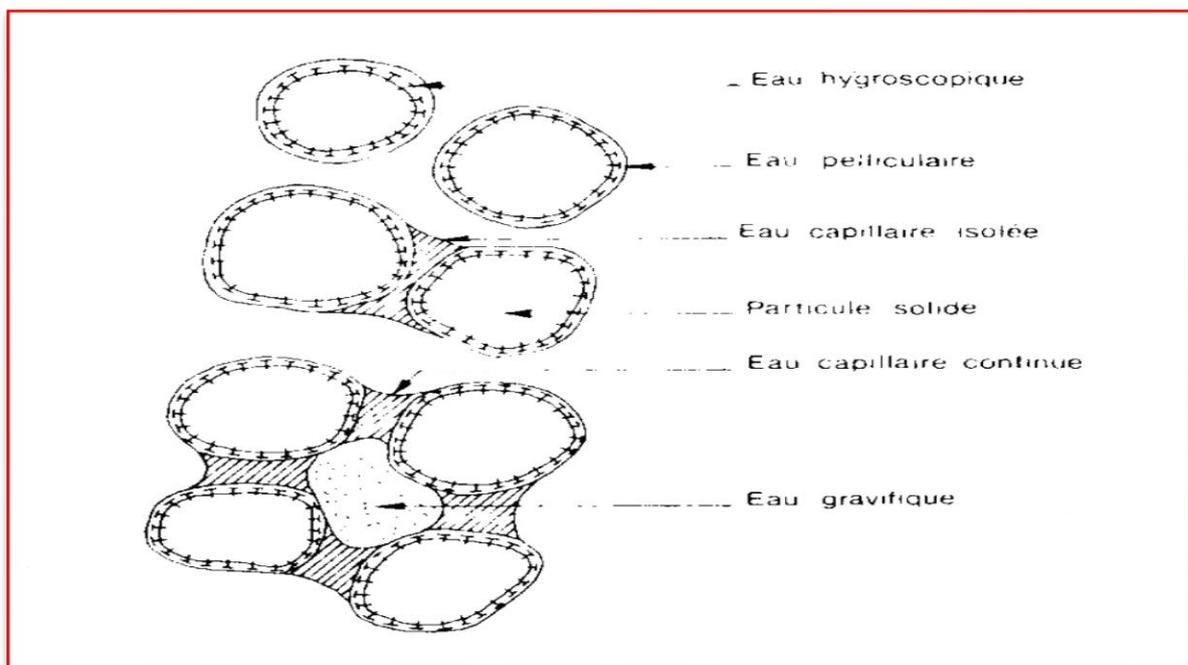


Figure N°36 : Divers formes de l'eau dans le sol(Tina ,2015)

4.2.2. REALISATION DES PROFILS PEDOLOGIQUES

Une prospection pédologique a été effectuée par une pelle hydraulique ; au total 34 profils ont été exécutés, descriptifs et échantillonnés (BET NILS, 2014).

4.2.3. DESCRIPTION DES PROFILS PEDOLOGIQUES

La prospection sur terrain a permis de classer les sols de la région HassiLefhal dans la classe : **des sols peu évolués climatiques d'apport alluvial**, sous classe : **xériques**, groupe : **subdésertiques**, sous groupe : **faiblement salins**.

La texture générale est : **sablo-limono** ; la structure est : **friable à faiblement consolidé** ; la couleur dominante est : **rouge brun jaunâtre**.

4.2.4. CLASSIFICATION DES PROFILS PEDOLOGIQUES

On peut classer tous les profils en deux types à savoir :

- ❖ **Profil type 1** : sable fin à grossier friable avec élément grossiers en profondeur (galets de 1 à 15 cm de diamètre plus au mois consolidé) de couleur brun jaunâtre (HASBA) ;
- ❖ **Profil type 2** : sable limoneux fin à grossier friable avec élément grossiers en profondeur (galets de 1 à 15 cm de diamètre plus au mois consolidé) de couleur brun jaunâtre (HASBA). (BET NILS, 2014).

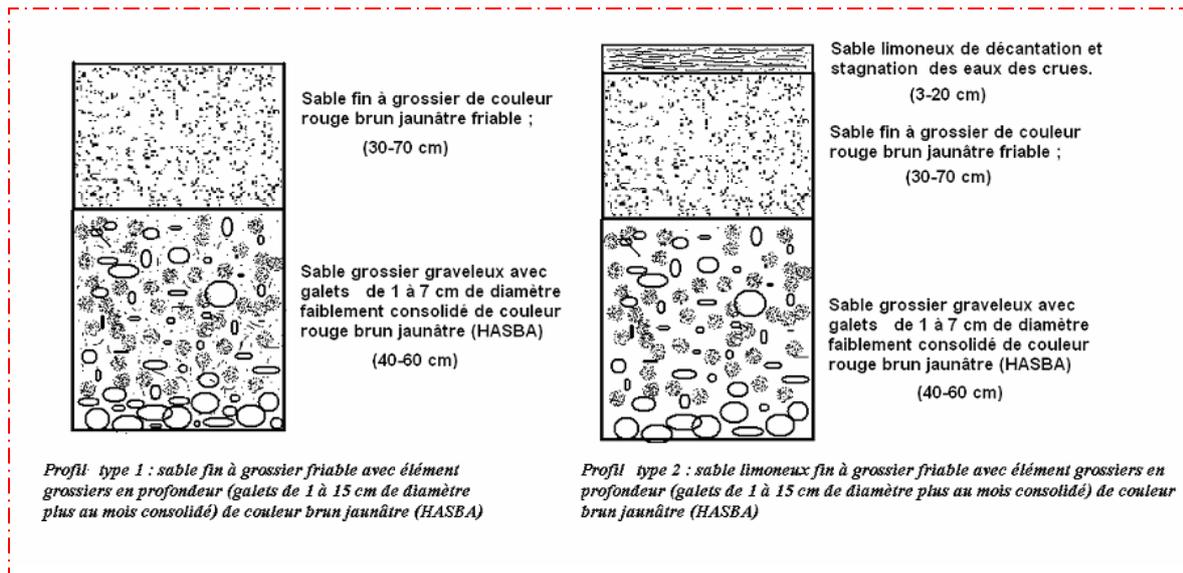


Figure N° 37 : Description des profils (BET NILS ,2014)

4.2.5. RESULTATS DES ESSAIS AU LABORATOIRE

Les résultats de laboratoire donne ce qui suit :

- ❖ Masse volumique moyenne du sol 2200 g/cm^3 ;
- ❖ Densité du sol 2.2 ;
- ❖ Point de flétrissement 23% ;
- ❖ Point critique 25% ;
- ❖ Capacité au champ 47 % ;
- ❖ Capacité de rétention 51 % ;
- ❖ Saturation 53 % ;
- ❖ Profondeur racinaire moyenne 65 cm(BET NILS, 2014).

Tableau N°12 - la description des profils (BET NILS,2014)

profil	Description	Observation (état de surface)
P1	0 – 50 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 110 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 110 – 140 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence de végétation spontanée avec la dominance de Tarfa et Rthem -Présence de nappe phréatique à 140 cm de profondeur
P2	0 – 60 cm Sable fin 60 – 110 cm Sable grossier 110 – 140 cmsable grossier graveleux (HASBA) ;	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence de végétation spontanée avec la dominance de Tarfa et Rthem -Présence de nappe phréatique à 140 cm de profondeur
P3	0 – 60 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 60 – 110 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 110 – 140 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence Drine et Rthem,
P4	0 – 60 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 60 – 110 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 110 – 140 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence Drine et Rthem,
P5	0 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20 – 130 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130 – 150 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence Drine et Rthem,
P6	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20 – 140 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ;	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence Drine et Rthem, - Daya de stagnation des eaux des crues

	140 – 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	
P7	0 – 5 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 5 – 15 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15– 100 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 100 – 140 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ;	-Absence de la charge caillouteuse, -Présence Drine et Rthem, - Daya de stagnation des eaux des crues
P8	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 10 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 10– 40 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 40 – 120 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- Présence Tarfa et Rthem, - présence des traces d'écoulement superficiel des eaux de crues, - la nappe à 120 cm
P9	0 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20 – 120 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 120 – 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P10	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 15 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15– 50 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 130 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P11	0 – 5 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 5 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20– 120 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 120– 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- Présence Drine et Rthem, - Daya de stagnation des eaux des crues
P12	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de	- traces des crues,

	décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 15 cmSable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15– 130 cmSable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130– 150 cmsables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	-Présence Drine et Rthem,
P13	0 – 3 cmlimon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 20 cmSable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20– 120 cmSable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 120– 160 cmsables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P14	0 – 15 cmlimon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 15– 25 cmSable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25– 60 cmSable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 60– 120 cm : sable grossier graveleux avec galets de 1 à 20 cm de diamètre, consolidé de couleur rouge brun jaunâtre;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P15	0 – 3 cmlimon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3– 25 cmSable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25– 110 cmSable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 110– 160 cm sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 20 cm de diamètre, consolidé de couleur rouge brun jaunâtre;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P16	0 – 15 cm Sable fin 15 – 130 cm Sable grossier 130 – 160 cmsable grossier graveleux (HASBA) ;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P17	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 15 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15– 130 cmSable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130– 160 cmsables grossiers graveleux avec	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,

	galets de 1 à 20 cm de diamètre, consolidé de couleur rouge brun jaunâtre;	
P18	0 – 15 cm Sable fin 15 – 130 cm Sable grossier 130 – 160 cm sables grossiers graveleux (HASBA) ;	- Présence de Tarfa et Rthem -Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur
P19	0 – 15 cm Sable fin 15 – 130 cm Sable grossier 130 – 160 cm sables grossier graveleux (HASBA) ;	- Présence de Tarfa et Rthem -Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur
P20	0 – 15 cm Sable fin 15 – 130 cm Sable grossier 130 – 160 cmsable grossier graveleux (HASBA) ;	- Présence de Tarfa et Rthem -Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur
P21	0 – 3 cm limon grossier de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 30 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 30 – 140 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- Présence Drine et Rthem, - Daya de stagnation des eaux des crues
P22	0 – 3 cm limon grossier (sable limoneux) de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 15 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15– 130 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130– 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 20 cm de diamètre, consolidé de couleur rouge brun jaunâtre;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P23	0 – 15 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15 – 50 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 140 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;	- traces des crues, -Présence Drine et Rthem,
P24	0 – 3 cm limon grossier de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 50 cm Sable grossier de couleur rouge	- Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 100 cm de profondeur

	<p>brun jaunâtre friable ; 50 – 130 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130 – 160 sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;</p>	
P25	<p>0 – 25 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25 – 150 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ;</p>	<p>- présence des dunes de sable - Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur</p>
P26	<p>0 – 25 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25 – 150 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ;</p>	<p>- présence des dunes de sable - Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur</p>
P27	<p>0 – 25 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25 – 150 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ;</p>	<p>- présence des dunes de sable - Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur</p>
P28	<p>0 – 25 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 25 – 150 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ;</p>	<p>- présence des dunes de sable - Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur</p>
P29	<p>0 – 3 cm limon grossier de décantation et stagnation des eaux des crues. 3 – 50 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 130 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 130 – 160 sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;</p>	<p>Présence de Tarfa et Rthem - Présence de nappe phréatique à 100 cm de profondeur. -dune en surface</p>
P30	<p>0 – 15 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15 – 50 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 140 cm sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;</p>	<p>- présence des dunes de sable - Présence de nappe phréatique à 110 cm de profondeur</p>
P31	<p>0 – 15 cm Sable grossier de couleur rouge</p>	<p>- lit d'oued M'zab - Présence de nappe</p>

	<p>brun jaunâtre friable ; 15 – 50 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 140 cm sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;</p>	<p>phréatique à 120 cm de profondeur</p>
P32	<p>0 – 15 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 15 – 50 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 50 – 140 cm sables grossiers graveleux avec galets de 1 à 7 cm de diamètre faiblement consolidé de couleur rouge brun jaunâtre (HASBA) ;</p>	<p>traces des crues, -Présence Drine et Rthem</p>
P33	<p>0 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20 – 120 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 120 – 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé</p>	<p>traces des crues, -Présence Drine et Rthem</p>
P34	<p>0 – 20 cm Sable fin de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 20 – 120 cm Sable grossier de couleur rouge brun jaunâtre friable ; 120 – 160 cm sables grossier graveleux avec galets de 1 à 15 cm de diamètre faiblement consolidé</p>	<p>traces des crues, -Présence Drine et Rthem</p>

4.3. CALCUL DES PARAMETRES DE L'APTITUDE DU SOL AUX CULTURES

Les résultats d'analyses nous permettrons de connaître l'aptitude du sol aux cultures que nous choisissons à la région point de vu plantes cultivées et quantités d'eau disponible.

4.3.1. RESERVE UTILE (RU)

C'est la quantité d'eau que le sol est capable d'emmagasiner et qui est utilisée par les plantes (Tina, 2015).

Elle est fonction du point de flétrissement et Capacité de rétention.

$$RU = CR - PF$$

Avec :

RU : réserve utile.

CR : Capacité de rétention.

PF : point de flétrissement.

4.3.2. RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

La réserve utile RU n'est pas entièrement utilisée par les plantes du fait des pertes dues principalement à l'évaporation. On définit alors la réserve facilement utilisable RFU(Tina, 2015)..

Cette grandeur qui dépend de facteurs aléatoires variables comme le couvert végétal.

Elle est fonction du Capacité au Champ et Point Critique :

$$RFU = CC - PC$$

Avec :

RFU : Réserve Facilement Utilisable.

CC : Capacité au Champ.

PC : Point Critique.

Les calculs de la RU et la RFU sont donnés par le tableau N°13 suivant :

Tableau N°13 -Valeurs de la RU etRFU

Cultures		RU (%)	RFU (%)
Arboriculture	Palmier Dattier	28	22

4.4. SYSTEME D'IRRIGATION

Les différents systèmes d'irrigation rencontrés dans le monde peuvent être ramenés à trois grands types :

- ❖ Irrigation gravitaire.
- ❖ Irrigation par aspersion.
- ❖ Irrigation localisée(Tina, 2015)..

4.4.1. IRRIGATION GRAVITAIRE

Dans ce mode d'irrigation le ruissellement de l'eau créé par la pente du terrain naturel humecte le sol par percolation à travers ses pores. Cependant l'action les deux forces gravitationnelle et capillaire sur l'eau dans le sol la laisse en mouvement ce qui donne sa répartition dans la

surface concernée, et l'arrosage se fait soit par ruissellement ou déversement suivant des rigoles, par submersion ou inondation en recouvrant le sol par l'eau, ou par infiltration par l'intermédiaire de fossés (Figure N°38 et N°39) (Tina, 2015)..

4.4.1.1. IRRIGATION PAR RUISSELEMENT

L'irrigation par planches ou par calant sont des sous classes de l'irrigation par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol(Tina, 2015)..

4.4.1.2. IRRIGATION PAR INFILTRATION(PAR RIGOLES)

C'est une méthode qui consiste à faire distribué l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale(Tina, 2015)..

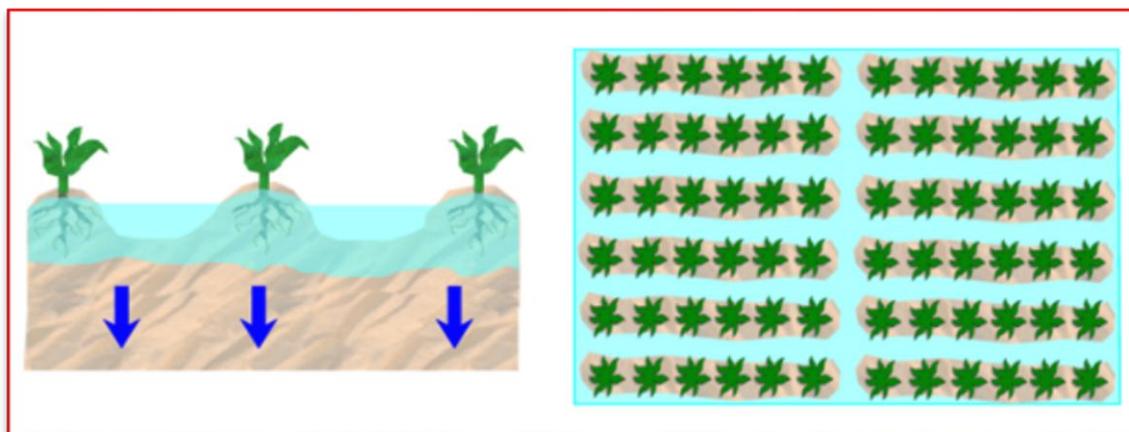


Figure N°38 : Irrigation par Rigole

4.4.1.3. IRRIGATION PAR SUBMERSION

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on laisse s'ajourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre en réserve l'eau indispensable au développement des cultures.

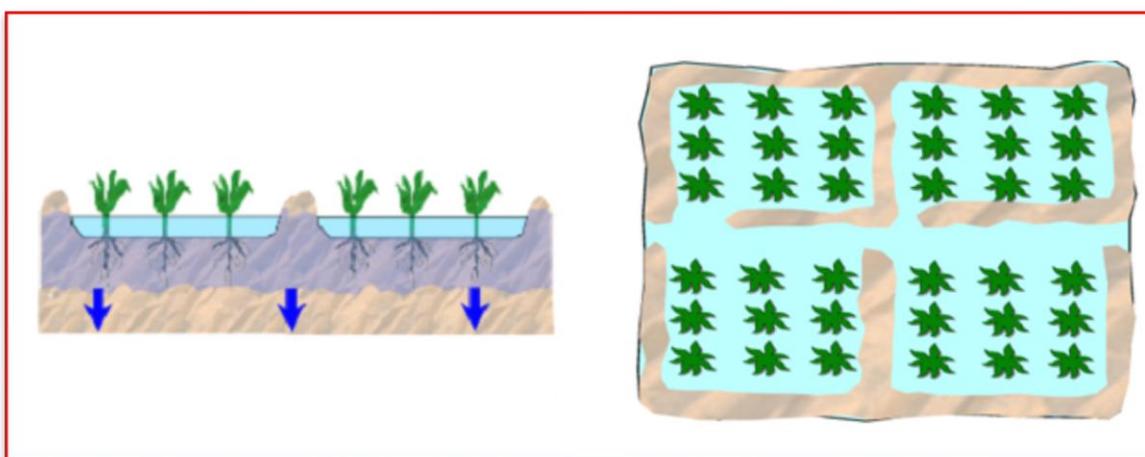


Figure N°39 : Irrigation par Submersion

4.4.2. IRRIGATION PAR ASPERSION

Dans ce système d'irrigation l'eau est répandue sous forme de pluie artificielle sur le sol, grâce à l'utilisation d'appareils dits « arroseurs » appelés aussi « asperseurs » alimentés en eau sous pression. Ce mode d'irrigation permet un dosage précis des apports d'eau, donc une économie d'eau (Tina, 2015).

Employée depuis longtemps par les jardiniers horticulteurs et les arboriculteurs pour les cultures maraîchères florales, arbustives, fruitières, cette technique peut être utilisée pour les grandes cultures.

Ici l'eau tombe naturellement sur le sol donc dans les mêmes conditions que les précipitations atmosphériques, et s'y infiltre compte tenu seulement de la perméabilité du sol (Tina, 2015).

On distingue plusieurs types d'arroseurs (Figure N°40):

- ❖ Arroseurs mono-buse ;
- ❖ Arroseurs à double buses ;
- ❖ Arroseurs géant.



Figure N°40 : Types d'asperseurs

Le choix du type d'asperseur dépend de la nature du sol, du type de cultures et du mode d'installation qui peut être fixe ou mobile.

4.4.3. IRRIGATION LOCALISEE OU MICRO-IRRIGATION

Cette méthode d'irrigation sous pression est appelée ainsi du fait que l'eau est appliquée sous forme de gouttes à la partie du sol devant être alimentée seulement ; la plus grande partie du sol superficiel restant ainsi sec. L'eau est distribuée ponctuellement au niveau de la plante au moyen de distributeurs qui peuvent être des goutteurs, des mini-diffuseurs, des ajutages calibrés ou des gaines qui sont des tubes poreux (Figure N°41).

Le système adapté à l'irrigation localisée dépend de :

- ❖ Type de sol ;
- ❖ La nature des cultures ;
- ❖ La qualité de l'eau ;
- ❖ La configuration de la parcelle à irriguer(Tina, 2015).

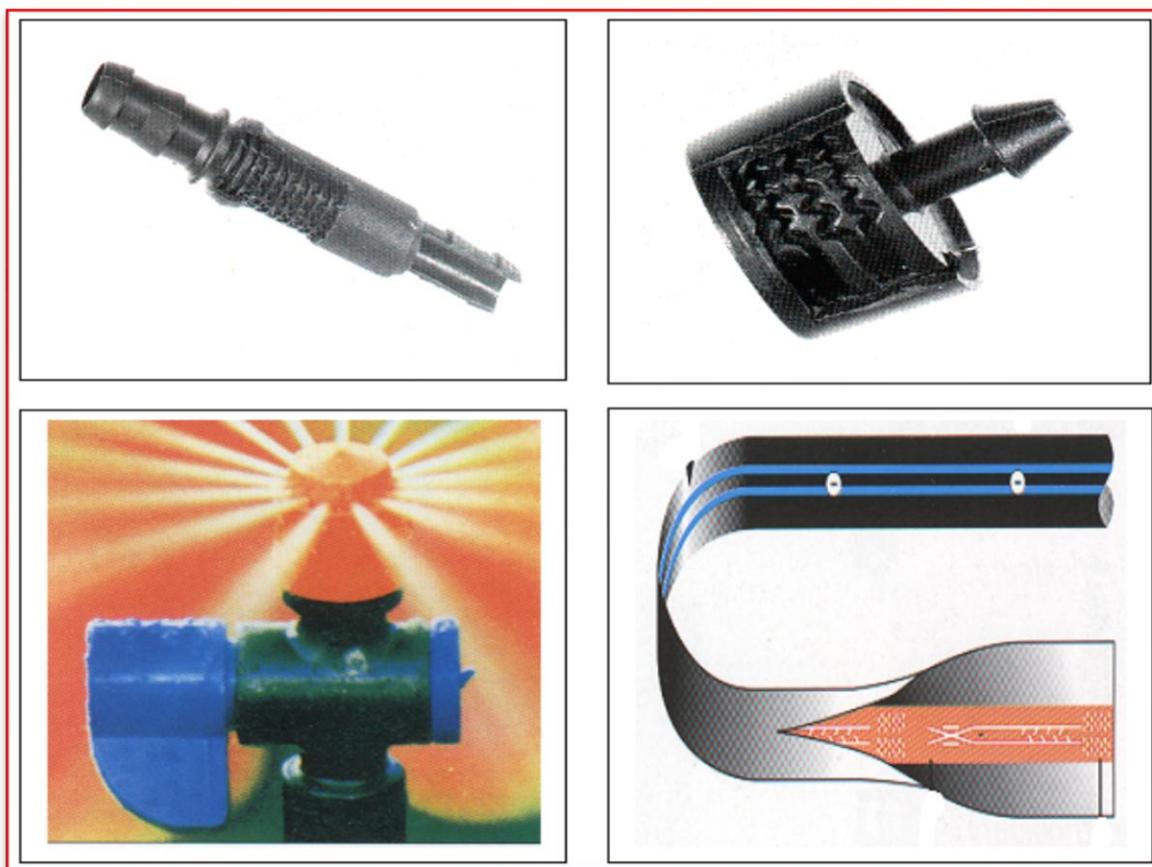


Figure N°41 : Types des distributeurs

Pour la protection et la durée de vie des équipements à la parcelle, l'irrigation localisée ou goutte à goutte demande l'utilisation d'une eau propre, nécessitant une filtration préalable(Tina, 2015).

4.4.4. LA PLASTICULTURE(Tina, 2015)

C'est une méthode d'irrigation qui recourt aux protections en matière plastique (abris, tunnels, serres, paillages artificiels, etc.) pour les plantations et les semis. C'est une forme d'agriculture très intensive permettant l'obtention de fruits et légumes hors saison (poivrons, tomates...en hivers) ou des produits spéculatifs (bananes, fraises...).

Les serres isolent les cultures pratiquées du milieu externe entraînant une importante augmentation de l'humidité dans les cellules, ce qui ralentit l'évapotranspiration et par conséquent diminue les besoins en eau.

4.5. BESOINS EN EAU ET DEFICIT AGRICOLE

4.5.1. DEFINITION

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré (Tina, 2015).

4.5.2. EVAPOTRANSPIRATION

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$ ou en $m^3/ha/an$ (Tina, 2015).

Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an, On distingue :

4.5.2.1. L'EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE

Est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive » (Tina, 2015).

4.5.2.2. L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

Est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'Etp correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air (Tina, 2015).

4.5.2.3. L'EVAPOTRANSPIRATION REELLE

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle E_{tr} : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l' E_{tp} selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non (Tina, 2015).

4.5.3. METHODE D'EVALUATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION

On distingue généralement deux types (Tina, 2015) :

4.5.3.1. METHODE DIRECTES

❖ L'EVAPOTRANSPIROMETRE OU CUVE LYSIMETRIQUE

Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal.

❖ LE BAC EVAPORANT

Cet appareil très simple permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l' E_{tp} .

❖ L'EVAPOROMETRE PICHE

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lie directement sur les graduations du tube.

4.5.3.2. METHODE INDIRECTES

Plusieurs relations empiriques pour le calcul de l' E_{tp} ont été établies. Elles tiennent compte du climat et des conditions thermiques du milieu. Les plus utilisées sont celle de Turc, de Thornthwaite et de Blaney-Griddle.

❖ METHODE DE TURC

Turc a proposé une formule pour calculer l'évapotranspiration potentielle en fonction de la température et de l'intensité de rayonnement :

Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$Etp = 0,40. (Ig + 50). \left(\frac{T}{T + 15} \right)$$

Dans laquelle :

- Etp** : Evapotranspiration mensuelle exprimé en millimètre d'eau par mois ;
Ig : est la radiation solaire globale du mois considéré sur une surface horizontale ; elle est exprimée en calories par cm² etpar jour ;
T : est la température moyenne mensuelle en °C du mois considéré ;

Si l'humidité relative de l'aire est inférieure à 50%.
 L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$Etp = 0,40. (Ig + 50). \left(\frac{T}{T + 15} \right). \left(1 + \frac{50 - Hr}{70} \right)$$

Dans laquelle :

Hr : L'humidité de l'air en %.

La radiation solaire globale Ig est donnée par la formule suivante :

$$Ig = Io. \left(0,18 + 0,62 \frac{h}{H} \right)$$

Avec :

Io: Radiation maximale théorique ;

H : Durée astronomique de jour en heure par mois ;

h : durée d'insolation de la station considérée en heure par mois ;

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures(Tina, 2015).

❖ METHODE DE TRONTHWAITE

Tornthwaite a mis au point une formule empirique basée sur la corrélation entre la température moyenne de l'air et le taux de transpiration des plantes :

$$Etp = 1,6 \cdot f \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a$$

Où :

$$Etp = 16. \left(\frac{10 * t}{I} \right)^a \quad i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

$$a = \left(\frac{1,6 * I}{100} \right) + 0,5$$

Dans laquelle :

F : est un facteur de correction pour la longueur du jour, le nombre de jours du mois et la latitude ; il donne la durée moyenne possible de l'ensoleillement ;

t : est la température moyenne mensuelle de l'air (°C) ;

I : est le total des 12 valeurs mensuelles de l'indice de chaleur,

$$Etp_c = K.ETP$$

k : facteur de correction de latitude (=0,95).

❖ METHODE DE BLANEY-GRIDDLE

La méthode de Blaney-Griddle est basée sur la relation entre la consommation d'eau des plantes, la température moyenne mensuelle, la longueur moyenne mensuelle du jour, les précipitations et du type de plantes représentées par leur coefficient cultural Kc.

L'équation de Blaney-Griddle est :

$$Etp = Kc (8,13 + 0,45 t) P$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour ;

t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois) ;

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année ;

Le coefficient Kc est exprimé par le rapport **Etp/ETm** et définit le rythme de consommation d'eau de la culture. Il est déterminé expérimentalement pour chaque type de plantes (Tina, 2015).

L'ensemble des calculs est résumé en annexes.

4.5.4. BESOINS EN EAU DU PALMIER DATTIER

Les besoins en eau des cultures dans la palmeraie ne sont pas liés uniquement aux conditions climatiques, mais aussi à la biologie, de la plante, à sa place dans l'étagement la palmeraie et à la nature du sol.

Le palmier dattier est une plante xérophytique qui est souvent associée au concept du désert. Cependant si cet arbre est adapté aux climats chauds et secs des régions arides et semi arides chaudes du globe, on peut constater qu'il est toujours localisé dans les zones possédant des ressources hydrauliques importantes pouvant subvenir à ses besoins et pallier ainsi aux précipitation faibles et parfois nulles de ces endroits.

Le palmier dattier peut donc se développer parfaitement dans ces atmosphères sèches, pourvu qu'il puisse satisfaire ses besoins en eau au niveau des racines ; ceci est illustré par le vieil adage populaire « le palmier dattier vit les pieds dans l'eau et la tête au soleil »(Heriz,2015)

L'évaluation des besoins en eau dans la palmeraie fera principalement pour les palmiers dattier, qui constituent la principale culture dans l'assolement des différents périmètres. On la retrouve à l'état pur avec des dispositifs de plantation variant du 10x10 m et 08x08 m, ou mélangé à d'autre espèces d'arbres fruitiers en intercalaire entre les plants de palmiers dont le dispositif est du 10x10m(Heriz,2015).

Les besoins net en eau sont calculés moyennant la formule suivante :

$$BNC = Kc \times ETP - Pef - RFU$$

Où:

Kc: Coefficient culturale.

ETP: Evapotranspiration potentielle.

Pef : Pluie efficace.

RFU: Réserve facilement utilisable dans le sol.

Les besoins en eau des cultures présentent le prélèvement journalier de l'humidité édaphique dans la zone radiculaire dû à l'évapotranspiration des cultures en soustrayant les pluies efficaces et éventuellement les réserves hydriques du sol.

Vu les conditions climatique pré analysées il est évident que les pluies efficaces et les réserves hydriques du sol sont négligeable.

La première formule peut se simplifiée sous la forme suivante:

$$BNC = Kc \times ETP$$

Il est a noté aussi que le coefficient cultural dépend du stade végétatif de la culture et les conditions agro climatiques qui régissent sont développement.

4.5.4.1. DETERMINATION DE L'ETP

Les exigences hydriques des cultures dépendent essentiellement d'un facteur climatique, l'évapotranspiration potentielle calculée à partir des données climatiques. Nous avons calculé les besoins nets mensuels d'irrigation du palmier dattier.

Les calcules sont résumés dans le tableau ci-après:

Tableau N°14 : Evapotranspiration de référence ETo de Penman-Monteith

Mois	T (°C)	H (%)	V (m/s)	I (H)	ET _o (mm/j)
Jan.	11.35	52.66	10.24	7.70	2.29
Fev.	12.88	43.11	13.30	8.10	3.23
Mar.	17.52	36.80	14.36	8.60	4.45
Avr.	21.57	33.68	15.88	9.60	6.55
Mai	26.00	28.46	15.17	10.70	8.67
Jui.	31.37	24.65	13.36	11.30	10.52
Jt.	35.32	21.46	11.52	11.70	9.82
Aot.	34.05	26.05	10.89	10.90	9.11
Sep.	28.85	36.20	11.28	9.30	7.13
Oct.	24.64	40.67	10.01	8.70	4.63
Nov.	16.72	47.41	10.03	8.10	2.68
Déc.	11.78	55.63	11.53	7.80	1.96

4.5.4.2. BESOINS BRUTS EN EAU DU PALMIER DATTIER

Les besoins bruts en eau sont calculés par la formule:

$$Bb = BNC / e$$

Où:

BNC: Besoin nets des cultures.

e: Efficience du système d'irrigation.

L'efficience du système d'irrigation dépend de l'efficience de l'irrigation à la parcelle et du système de distribution (Heriz,2015).

Au niveau de la parcelle, le système d'irrigation souhaité est celle de Goutte à Goutte, dans ce cas l'efficience de notre système est de $e = 0,90$.

Les calculs sont résumés comme suite:

Tableau N°15 -Besoins Bruts en eau

Mois	ETP (mm/j)	Kc	BNC(m3/j/Ha)	e (%)	Bb(m3/j/Ha)	Bb(m3/mois/Ha)
Jan.	2.29	0.75	17.17	90	19.08	572.40
Fev.	3.23	0.75	24.22	90	26.91	807.30
Mar.	4.45	0.75	33.37	90	37.08	1112.40
Avr.	6.55	0.75	49.12	90	54.58	1637.40
Mai	8.67	0.74	64.16	90	71.29	2138.70
Jui.	10.52	0.79	83.11	90	92.34	2770.20
Jt.	9.82	0.78	76.60	90	85.11	2553.30
Aot.	9.11	1.00	91.10	90	101.22	3036.60
Sep.	7.13	0.90	64.17	90	71.30	2139.00
Oct.	4.63	0.90	41.67	90	46.30	1389.00
Nov.	2.68	0.75	20.10	90	22.33	669.90
Déc.	1.96	0.75	14.17	90	16.33	489.90

Le besoin brut maximum est enregistré au mois d'Août avec 3036.60 m³/mois/Ha qui correspond à un débit fictif continu unitaire de 1,2 l/s/Ha.

4.5.5. REGIME D'IRRIGATION DES CULTURES AGRICOLES

Les besoins Bi en eau varient suivant les plantes, les mois et les années, et correspondent à l'apport d'eau complémentaire équivalent aux déficits agricoles donnés par la relation :

$$E_{tpi} - P_i - K_i - 1 \text{ (RFU)}$$

Une fois les besoins en eau de la zone à irriguer déterminés, le problème est de répartir ces besoins sur les parcelles de façon que chacune d'elles reçoive la dose correcte au moment opportun.

C'est un problème délicat et complexe qui dépend des types de sols, des dimensions des parcelles et des cultures pratiquées.

Trois modes de répartition peuvent être employés :

- ❖ La distribution continue.
- ❖ La distribution par rotation.
- ❖ La distribution à la demande.

L'ensemble des calculs est résumé en annexes.

4.5.5.1. MODE DE DISTRIBUTION

❖ DISTRIBUTION CONTINUE

Son principe est de donner à chaque exploitation le débit qui lui est nécessaire, d'une façon continue pendant toute la période des arrosages (Tina, 2015).

❖ DISTRIBUTION PAR ROTATION

L'eau est délivrée aux exploitants selon un calendrier précis et fixe. La parcelle reçoit le débit nécessaire sous forme d'un volume délivré pendant un intervalle de temps prédéterminé (Tina, 2015).

❖ DISTRIBUTION A LA DEMANDE

Elle consiste à livrer l'eau à l'irrigant quand il la demande parce que les plantes en ont besoin à ce moment-là.

Il s'agit donc d'adopter pour l'irrigation les mêmes modalités de distribution que dans les services d'alimentation en eau potable (Tina, 2015).

❖ CHOIX DU MODE DE DISTRIBUTIONS

La distribution continue est une distribution non économique ; l'eau est distribuée continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal assurée sur les zones à irriguer.

La distribution par rotation présente l'inconvénient de ne pas tenir compte de la variation des besoins de la plante au cours de son cycle végétatif ce qui entraîne des rendements plus faibles.

La distribution à la demande offre l'avantage de fournir l'eau à la plante suivant ses besoins. Elle n'est pas contraignante pour les fellahs mais demande pour une meilleure efficacité une automatisation asservie à l'humidité du sol, aux besoins instantanés des plantes (irrigation programmée) et au temps d'arrosage (irriguer par exemple la nuit pour éviter des pertes importantes par évaporation).

4.5.5.2. CHOIX DU MODE D'IRRIGATION

❖ AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'IRRIGATION GRAVITAIRE

Le principal avantage de l'irrigation gravitaire est qu'elle ne demande pas des installations coûteuses au niveau de la parcelle et ne nécessite pas de bonnes connaissances en irrigation de la part des fellahs qui en ont une bonne expérience.

Seulement, ce système d'irrigation présente plusieurs inconvénients dont nous citons :

- ❖ Une consommation abusive d'eau ;
- ❖ Des importantes pertes d'eau dues au ruissellement, à l'évaporation ou encore par percolation ;
- ❖ Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- ❖ Difficultés de gestions dans la répartition des eaux ;
- ❖ Nécessite d'importants terrassements pour obtenir des parcelles horizontales qui augmentent les coûts des investissements.

❖ AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'IRRIGATION PAR ASPERSION

L'inconvénient majeur de l'aspersion réside dans le fait qu'elle nécessite au départ, pour chaque irriguant, une dépense importante pour l'achat des équipements, ainsi que dans le développement des mauvaises herbes. Nous observons aussi par temps ensoleillé la formation de gouttelettes qui peuvent provoquer des brûlures sur les feuilles (il est alors conseillé par temps très ensoleillé d'irriguer la nuit).

Pendant, ces inconvénients sont négligeables devant les avantages de l'aspersion :

- ❖ L'inutilité d'aménagements préalables de la surface à irriguer ;
- ❖ la méthode peut être employée aisément aussi bien sur des terrains accidentés que sur des terrains à pente nulle ;
- ❖ L'utilisation pour tous les types de sol ;
- ❖ Forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
- ❖ L'utilisation des fertilisants en solution dans l'eau ;
- ❖ Réalise une importante économie d'eau ;
- ❖ Peut être commandée par automatisation.

❖ **AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE**

L'inconvénient de l'irrigation goutte à goutte réside dans le coût très élevé de l'achat et l'installation des équipements. Il demande certaines connaissances en irrigation et nécessite également une filtration des eaux et un soin particulier pour l'entretien des équipements (Tina, 2015).

Pour ce qui est des avantages, nous citons :

- ❖ Arrosage de la fraction utile du sol ;
- ❖ Lutte contre le développement des mauvaises herbes ;
- ❖ Utilisation de faibles débits avec des pressions modérées ;
- ❖ Assure une meilleure économie d'eau ;
- ❖ Ne mouille pas les feuillages ;
- ❖ Convient bien à l'irrigation fertilisante (par injection d'engrais) ;
- ❖ S'adapte dans la plupart des cas à l'automatisation ;
- ❖ S'adapte aux types des sols, à la nature des cultures et à la configuration topographique des parcelles à irriguer ;
- ❖ Répartition des sels à la périphérie des bulbes ce qui n'entravera pas le développement des plantes.

Le choix dépend de la comparaison entre les systèmes d'irrigation et de la quantité d'eau utilisée.

Tableau N°16 Choix du système d'irrigation

culture	Système d'Arrosage
Palmier Dattier	Goutte à Goutte

4.5.6. PARAMETRE D'ARROSAGE

4.5.6.1. DOSE MAXIMALE THEORIQUE

La dose maximale théorique est la quantité maximale d'eau que le sol est capable d'emmagasiner et qui est susceptible d'être utilisée par les plantes.

$$v = \sum_{i=1}^n \frac{H_{ri} - H_{fi}}{100} \cdot h_i$$

v : dose maximale théorique (mm) ;

h_i : profondeur des racines (mm) ;

H_r et H_f en % du volume.

Pour un hectare :

$$V = 10 \cdot v \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

Elle est égale au volume des eaux capillaires et dépend des caractéristiques des sols (Tina, 2015).

4.5.6.2. DOSE PRATIQUE D'ARROSAGE(D_p)

Elle est estimée généralement à 2/3 de V, soit :

$$D_p = \frac{2}{3} V \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

Ceci pour tenir compte des différentes pertes qui se produisent dans le sol.

4.5.6.3. ESPACEMENT D'ARROSAGE(N_i)

Le nombre d'arrosage pendant le mois i est donné par la relation :

$$N_i = \frac{B_i}{D_p}$$

Comme N_i n'est généralement pas entier, on prendra comme nombre d'arrosages le nombre entier juste supérieur à N_i.

4.5.6.4. DOSE REELLE(D_r)

La dose réelle est la quantité d'eau qu'on répartira sur la parcelle pendant la durée d'arrosage :

$$D_r = \frac{B_i}{N_i} \text{ (en m}^3\text{/ha)}$$

4.5.6.5. MODULE(m)

Le module (m) est fonction de la perméabilité du sol (K). Il faut donner autant d'eau que le sol est capable d'en absorber par infiltration. Il conviendrait cependant de relier le module (m) à la vitesse de filtration (K) :

$$m = K.S(\text{en m}^3/\text{s ha})$$

4.5.6.6. DEBIT FICTIF CONTINU

C'est la quantité d'eau distribuée en continu par hectare ; elle varie d'un mode d'irrigation à un autre. Elle est donnée par la relation suivante :

$$Q_{FC} = \frac{B_i}{E_r} \times C_a \text{ (en l/s/ha)}$$

Avec:

E_r : l'efficacité de répartition, il correspond au rendement de chaque système d'irrigation et il doit être inférieur à 1 ;

C_a : coefficient d'application au champ, qui est le rapport de tous les volumes mouillés entourant les champs des racines de toutes les plantes par le volume de toute la zone irriguée qui est égale à la surface de la zone en question par la profondeur des racines des plantes de cette même zone. Ce coefficient doit être inférieur ou égal à 1.

4.5.6.7. IRRIGATION GRAVITAIRE

L'eau est répartie par submersion sur l'ensemble des parcelles concernées par l'irrigation, de façon qu'aucune partie de ces parcelles ne soit épargnée.

Le coefficient d'application au champ (C_a) est égal à 1, ce qui occasionne d'importantes pertes par évaporation et infiltration entraînant une faible efficacité d'utilisation de la ressource hydrique (E_r) que nous prendrons égale à 50% (Tina, 2015).

4.5.6.8. IRRIGATION PAR ASPERSION

En irrigation par aspersion, l'application de l'eau sur l'aire occupée par les cultures est uniforme, entraînant une efficacité d'irrigation de l'ordre de 70%.

L'implantation des asperseurs suit une configuration géométrique rectangulaire, carrée ou triangulaire (Figure N°42) de façon que toutes les parties de la parcelle soient irriguées ce qui entraînerait un coefficient d'application au champ (Ca) égal à 1.

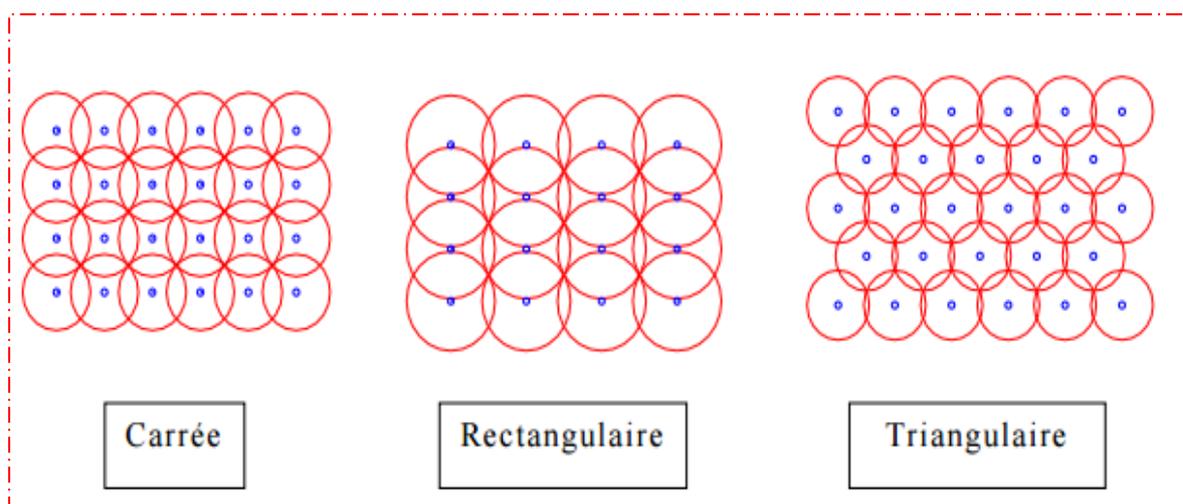


Figure N°42 : Implantation des asperseurs

La disposition triangulaire offre un nombre réduit d'asperseurs et une meilleure répartition de la pluviométrie avec un recouvrement minimum, c'est cette disposition que nous recommandons.

Le nombre d'appareils (N_0) dans l'hectare est donnée par :

$$N_0 = \frac{S}{\sigma} \times (1 - \% \text{ de recouvrement})$$

N_0 : nombre d'asperseurs utilisés dans un hectare,

S : la surface d'un hectare,

σ : la surface irriguée par l'asperseur,

Le nombre d'asperseurs final (N) par hectare correspond au nombre d'asperseurs utilisés dans un hectare (N_0) par l'espacement d'arrosage (N_i) :

$$N = \frac{N_0}{N_i}$$

4.5.6.9. IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE

Les distributeurs fournissent à la plante juste la quantité d'eau nécessaire à son développement et pendant toute la période végétale en maintenant l'humidité nécessaire au développement des cultures. L'efficacité d'irrigation sera donc élevée, et sera prise égale à 80%.

L'eau sortant d'un ou de plusieurs distributeurs crée dans le sol une zone humide dite « bulbe » dans lequel l'eau se transmet par capillarité en un écoulement non saturé vers la périphérie du bulbe. La forme du bulbe dépend du type du sol, du débit et de la durée totale de l'arrosage et est proche d'un demi-ellipsoïde géométrique (Figure N°43).

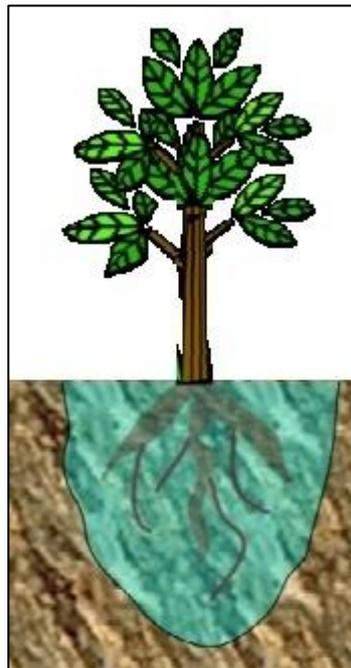


Figure N°43 : Forme de bulbe

Pour plus de sécurité nous considérons des bulbes cylindriques dont le volume est donné par :

$$V_{bulbe} = \pi \ r^2 \ h \text{ (en m}^3\text{)}$$

Le coefficient d'application au champ (Ca) est déterminé par le rapport du volume mouillé de tous les bulbes par le volume égal au produit de la surface de la parcelle par la profondeur des racines :

$$Ca = \frac{N \times V_{bulbe}}{S \times h}$$

N : le nombre des bulbes ;

V_{bulbe} : le volume de bulbe ;

S : la superficie à irriguer.

Le nombre de distributeurs dépend du type de cultures implantées et de leurs besoins en eau. Il varie d'un à plusieurs distributeurs par arbre pour l'arboriculture et à un distributeur par plante pour les cultures maraîchères.

L'écartement entre les distributeurs est fonction de la distance entre les plantes.

Pour notre étude, nous adopterons la localise pour l'Olivier, et localisé par gaines pour la Courge.

Dans notre cas nous utilisons l'irrigation goutte à goutte pour l'arboriculture et le maraîchage et nous procédons aux calculs de Ea pour l'arboriculture représenté par les agrumes et le maraîchage représenté par la tomate.

Pour notre étude, nous adopterons le goutte a goutte pour le Palmier Dattier.

4.5.6.10. VOLUME D'EAU MOBILISE

C'est la quantité d'eau en m³ livrée à tout le périmètre pendant toutes les périodes d'arrosage :

$$V = Q_{FC} \cdot T \cdot S$$

Avec :

V : volume d'eau livré aux cultures en m³ ;

Q_{FC} : le débit fictif continu en m³/s.ha ;

T : la période d'arrosage ;

S : la superficie du périmètre.

L'ensemble des calculs est résumé en annexes.

4.6. MODE DE GESTION DU RESEAU

Le mode de gestion d'eau proposé pour la zone d'étude est le mode de distribution à la demande. On divise la zone d'étude en deux Parties principales :

- ❖ Partie Ouest : elle contient 05 zones.
- ❖ Partie Est : elle contient 04 zones

Tableau N°17 - Répartition des surfaces Partie Ouest

N° Zone	01	02	03	04	05
Superficie irriguée(ha)	52	35	45	22	60
Total en (ha)	214				

Tableau N°18 - Répartition des surfaces Partie Est

N° Zone	06	07	08	09
Superficie irriguée(ha)	78	71	75	61.5
Total en (ha)	285			

La main d'eau est le débit délivré à la parcelle pendant l'arrosage:

- ❖ Pour Partie Ouest 01: $M = 1 \text{ l/s/ha}$.
- ❖ Pour Partie Est 02: $M = 0.80 \text{ l/s/ha}$.

Tableau N°19 : Mode de gestion du réseau Partie Est

Caractéristique	Symb.	Unité	Valeur
Main d'eau.	M	L/s	1
Tour d'eau.	T	Jours	/
Nombre d'irrigation par mois.	N	-	30
Surface irriguée par arrosage.	S	Ha	78,71,75,60.5
Dose d'irrigation par arrosage.	D	M ³ /Ha	69.12
Temps d'irrigation par arrosage.	t	H;min.	24;00

Tableau N°20 - Mode de gestion du réseau Partie Ouest

Caractéristique	Symb.	Unité	Valeur
Main d'eau.	M	L/s	0.8
Tour d'eau.	T	Jours	/
Nombre d'irrigation par mois.	N	-	30
Surface irriguée par arrosage.	S	Ha	52, 35, 45, 22,60
Dose d'irrigation par arrosage.	D	M ³ /Ha	86.4
Temps d'irrigation par arrosage.	t	H;min.	24;00

4.7. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Le dimensionnement du réseau est effectué moyennant la formule de HAZEN & WILLIAMS qui permet de calculer les pertes de charges linéaire, elle est exprimée dan l'unité métrique comme suite:

$$PCL = (10,67 \times L \times Q^{1,852}) / (CW^{1,852} \times D^{4,87})$$

Où:

PCL: Perte de charge linéaire.

L: Longueur du tronçon.

Q: Débit passant par le tronçon.

CW: Coefficient de HAZEN & WILLIAMS (On prend CW=150).

D: Diamètre de la conduite.

Les pertes de charges singulières sont évaluées à 20% des pertes de charge linéaires.

$$PCS = 0.20 \times PCL$$

Les pertes de charges totales seront donc:

$$PCT = 1.20 \times PCL$$

Le calcul des pressions aux niveaux des nœuds est suivent la formule:

$$P = CPN - CTN$$

Où:

P:Pression au nœud.

CPN: Cote piézométrique au nœud.

CTN: Cote de terrain naturel au nœud.

Avec :

$$CPN = CPNA - PCT$$

CPNA: Cote piézométrique au nœud amant.

L'ensemble des calculs est résumé en annexes.

4.8. CANALISATION DU RESEAU

4.8.1. MATIERE DE CANALISATION

Les conduites du réseau sont choisies en matière Polyéthylène à Haute densité PEHD (PVC Rigide) dont les principales raisons sont:

- ❖ Légèreté et manutention facile.
- ❖ Ecologiquement acceptables.
- ❖ Coût d'investissement réduit.
- ❖ Caractéristiques hydrauliques favorables.
- ❖ Durée de vie importante.

4.8.2. DIAMETRE DE CANALISATION

Le choix des diamètres nominaux des conduites est le résultat des conditions d'application des lois hydrauliques (Débit, vitesse, pression...), ainsi que les conditions économiques imposées (voir tableaux de calcul et tracé des réseaux en annexes).

4.8.3. PRESSION NOMINALE DE CANALISATION

La pression nominale des conduites est en totalité en PN10, pour que les conduites résistent non seulement aux pressions internes mais aussi aux pressions engendrées par les sur charges mécaniques provoquées par le passage des véhicules au dessus des conduites.

4.8.4. CONDITIONS DE POSE

La profondeur des fouilles: Pour ce type de canalisation, la profondeur moyenne est fixée à 1,10m.

La largeur des fouilles: La largeur demandée est toujours égale à la somme de diamètre de la conduite à posée et 60cm.

Le lit de sable: Les tubes ne doivent pas être posés à même le fond de fouilles, mais sur un lit de sable propre et soigneusement compacté d'une épaisseur minimale de 10cm au dessous et au dessus des conduites.

Remblaiement des fouilles: Le remblaiement des fouilles doit être exécuté par couches successives de 25cm, dont le matériau utilisé doit être dépourvu de toutes impuretés (rocheuse ou métallique).

4.9. STRATEGIE AGRICOLE

4.9.1. SAUVEGARDE DE PATRIMOINE AGRICOLE

Il s'agit d'opérations de rajeunissement du patrimoine phoenicicole âgé (arrachage/plantation) et de la préservation du patrimoine productif existant. Il s'agit aussi, d'une meilleure structuration des palmeraies (élimination des « touffes » de palmeraies et alignement) afin d'aboutir à une plantation moderne (DSA, 2016).

Ces mesures concernent aussi bien les cultures pérennes (Phoeniculture, arboriculture) que les cultures herbacées (cultures maraîchères, céréalières,...).

Pour une utilisation rationnelle de la ressource hydrique, l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation (pivot, goutte à goutte,...) s'impose. ; La réalisation du réseau de drainage est nécessaire dans les zones à risques (remontée de la nappe phréatique, remontée des sels,...)(DSA, 2016).

4.9.2. REVALORISATION DE L'ACTIVITE AGRICOLE

Cette revalorisation s'effectue essentiellement par l'entremise d'opérations de mise en valeur dans le cadre de l'accession à la propriété foncière agricole dont l'objectif vise l'accroissement des surfaces dans les zones localisées(périmètres délimités), le maintien de la population rurale,

la création d'emplois l'amélioration des conditions de vie des populations rurales (électrification, équipements sociaux,...).

Cela devrait aboutir à l'émergence de nouveaux centres de vie, autour des périmètres notamment le long de la RN 1.

Ces opérations de mise en valeur devront nécessairement être accompagnées voire précédées par des mesures incitatives telles que la mobilisation de la ressource en eau dans les zones difficiles (nappes profondes), l'électrification rurale, la construction des routes et pistes, la réalisation d'équipements sociaux et surtout la promotion de l'habitat.

Les possibilités de mise en valeur à grande échelle ne peuvent être menées qu'avec une très forte intervention de l'Etat, essentiellement au niveau de la mobilisation de la ressource hydrique, piste et électrification.

Toute politique de développement du secteur agricole ne peut être menée à bien sans la mobilisation d'un certain nombre de moyens (moyens infra structurels de base, approvisionnement en intrants et en matériels, structures d'accompagnement et mesures incitatives)(DSA, 2016).



Figure N°44 : Pro-type irrigation moderne



Figure N°45 : Pro-type irrigation par pivot



Figure N°46 : Utilisation de fertilisation



Figure N°47 : Pro-type irrigation G à G (Palmier Dattier)

4.10. SYNTHESE

Dans ce chapitre nous avons déterminé les différents paramètres du système d'arrosage, ainsi que les systèmes d'irrigation.

Ceci nous a permis de déterminer les besoins en eau de cultures en fonction du mode d'irrigation appliqué et convenable à chaque plante. En effet, nous avons utilisé l'irrigation localisée pour le palmier dattier.

Nous avons abouti à :

- ❖ le système d'arrosage par aspersion lui reste le plus mode moderne.
- ❖ L'irrigation gravitaire point de vu consommation, malgré qu'elle est cerné uniquement autour du d'arbre du palmier dattier, constitue une méthode très consommatrice d'eau ;
- ❖ Quant-à la goutte à goutte, il est le mode le plus économique point de vu consommation d'eau.
- ❖ Un déficit apparent au niveau des zones agricoles.

Nous avons ainsi opté pour l'irrigation localisée pour mieux satisfaire l'irrigation, avec un mode de distribution à la demande, et l'application de culture secondaire sous étages.



CONCLUSION GENERALE



CONCLUSION GENERALE

Les zones arides sont caractérisées par une grande pénurie en précipitations, avec des évaporations importantes ne permettant pas toutes activités agricoles sans irrigation.

Toutefois, l'irrigation pratiquée actuellement dans ces zones sahariennes de l'Algérie, dans la plupart des cas se fait sans études préalables approfondies (besoin réel des cultures, dose d'arrosage, temps d'arrosage, pression nécessaire).

Par ailleurs le manque de formation de l'agriculteur, induit à une irrigation artisanale impliquant beaucoup de perte avec peu de rendement agricole.

Ce travail s'inscrit dans un contexte à double intérêt, le premier vise le diagnostic du système existant et l'autre de modernisé le système d'irrigation de la région de Hassi Lefhal.

Le premier chapitre de ce mémoire est un aperçu sur la zone d'étude en générale et description du milieu physique, donnant un régime climatique désertique aride, un sol favorable pour les cultures principalement de palmiers dattiers et d'autres étagées avec une population principalement agricole.

Le deuxième chapitre composé d'une étude d'aménagement hydro-agricole existant, donnant un état du fait des zones agricoles de la région, en l'occurrence, la ressource hydrique constituée de forages, le réseau et ses différentes conduites, l'accès aux parcelles, l'irrigation au niveau des parcelle, ainsi que la composition des parcelles, en majeur partie de palmiers dattiers avec des cultures étagées.

Dans le troisième chapitre nous donnons un diagnostic des ouvrages et réseau d'irrigation existant, nous avons constaté que l'ensemble des ouvrages de la ressources (forages), pistes des parcelles, canalisations de la tête morte, l'état du réseau, les parcelles, sont en état lamentable, les outils pratiqués sont également en état vieilli, dont la nécessité de procéder à une étude détaillée avec changement de cet état de fais non honorifique point de vu agricole.

Dans le quatrième chapitre nous avons donné la théorie des systèmes d'arrosage, avec estimation des besoins en eau pour le Palmier dattier, la culture la plus pratiquée et considérée comme la principale dans la région, ainsi que pour d'autres cultures secondaires et autres plus consommatrices d'eau.

L'irrigation gravitaire du Palmier dattier reste le système le plus médiocre en matière de consommation d'eau, vu la quantité importante d'eau desservie sur les plans de la parcelle.

Quant-au goutte à goutte, reste le moyen le plus économique en matière de préservation de la quantité d'eau et le système adapté dans notre étude.

Par la suite, nous avons dimensionné notre réseau d'irrigation, par utilisation des conduites en PEHD permettant l'irrigation par goutte à goutte du palmier dattier.

Après, nous avons donné la stratégie du secteur agricole dans la zone de Hassi Lefhal, dans le but d'améliorer et modernisée le système d'irrigation suivant la demande, dont le résultat est la préservation de la ressource et l'augmentation du rendement agricole.

Les résultats obtenus à l'issue de ce travail montrent une mauvaise gestion de l'eau et des dysfonctionnements, dus essentiellement à la :

- ❖ Pratiques inadaptées des agriculteurs ;
- ❖ Mauvaise qualité de l'entretien des parcelles ;
- ❖ Absence ou non respect des règles de tour d'eau ;
- ❖ Absence de responsables de distribution.

D'après cette étude nous avons abouti à :

- ❖ L'irrigation goutte à goutte est le procédé le plus favorable préconisé dans les zones arides, suite aux avantages qu'il présente, surtout en matière d'économie d'eau d'irrigation.
- ❖ L'insuffisance de l'eau d'irrigation à cause de la régression du débit des forages et les performances des systèmes de cultures basées sur le palmier dattier.
- ❖ Moderniser l'agriculture locale (nouvelles cultures et modes d'irrigation efficients).

- ❖ Permettre aux agriculteurs de réaliser, en plus des bons rendements agricoles, des gains économiques.
- ❖ Contribuer au développement agriculture local de la zone.
- ❖ Rénovation totale du réseau d'irrigation avec respect des exigences de la maintenance des ouvrages et réseaux d'irrigation.
- ❖ Protection des forages et responsabiliser les chefs d'association en matière de gestion du réseau.

Enfin, avec ce travail est considéré comme un guide pratique pour améliorer la gestion de l'eau d'irrigation et moderniser le système d'irrigation aux niveaux de la zone de Hassi Lefhal. Cette base de données sur la région pourrait être complétée et amendée d'avantage dans le future. Ceci exige la multiplication des études pédologiques et des études de diagnostics des réseaux notamment dans les zones le plus défavorisés.

Nous souhaitons que cette étude soit une référence bénéfique pour les prochaines promotions.



Bibliographie



BIBLIOGRAPHIE

1. **ALI BEY.**, « L'étude d'un périmètre d'irrigation de Booukhaden», Mém. Ingénieur. En Hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique-, 2010.
2. **AMMAR HACHEMI.**, « Diagnostic des pratiques de l'irrigation par les techniques de la micro-irrigation et de l'aspersion (Cas du périmètre de la Mitidja ouest tranche II)», Mém. Ingénieur. En Hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique-, 2005.
3. **AZOUZ SORIA.**, « Diagnostic d'un réseau d'irrigation localisée d'une parcelle située a guerrouaou)», Mém. Ingénieur. En Hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique-, 2005.
4. **BOUKHALFA AMEL & KAFI KHADIDJA NADJLA**, « Conséquences de l'utilisation de deux types d'eau d'irrigation sur les paramètres physico-chimique d'un sol de la station d'épuration de Ouargla », Mém. Master en Sciences de la nature et de la vie, Univ Kasdi Merbah, d'Ouargla, 2013.
5. **BEN NADDIR SIHAM**, « Etude Comparative de la composition des eaux de forages de deux nappes de Oued Nechou », Mém. Master. En Hydraulique , Univ. Ghardaïa, 2015.
6. **BET NILS**, « Etude Pedologique de la Région de Hassi Lefhal », , 2014.
7. **CARTE D'ETAT MAJOR DE GHARDAIA.**,
8. **DJOUDI HAKIMA & RAFA AMINA .**, « fonctionnement du système hydraulique de partage de la palmeraie Est de Ghardaïa », Mém. Ingénieur. En hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de Polytechnique -, 2009.
9. **GOOGLE EARTH.**, 2016
10. **HERIZ ABDELHAMID**, « Diagnostic des réseaux d'irrigation de Gouifla », Mém. Master. En Hydraulique , Univ. Ghardaïa, 2015.
11. **KHOUIDER KHALED.**, « Etude Diagnostic du réseau de Alger,» Mém. Ingénieur. En Hydraulique Urbain. Ecole Nationale Supérieure de Polytechnique - Alger, 2009.
12. **MESSID IMANE.**, « Conception du réseau pluvial de la commune de Ghardaïa », Mém. Ingénieur. En Hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de Polytechnique –, 2009

- 13.MANSOUR ACHEUR.**, « vulnérabilité et protection des eaux souterraine en zone aride, cas de la vallée de M'zab, Ghardaïa Algérie)», Mém. Magister en science de la terre, Univ d'Oran, 2014.
- 14.OUISALIHA.**, « Impact des fluctuations climatiques sur la quantité et le qualité des eaux souterraines d'une région semi-aride : cas de la plaine de GHRISS (NORD-OUEST ALGERIEN) OUIS S»,. hydraulique, Université de Mascara -, 2012.
- 15.PDAU.**, « Plan Directeur D'Aménagement et Urbanisme de la commune de Hassi Lefhal » , 2010.
- 16.PROJET IRRIGATION.**,.
- 17.SAOUCHA LAMIA.**, « étude de faisabilité d'une digue sur oued Laadhira wilaya de Ghardaïa », Mém. Ingénieur. En hydraulique, Ecole Nationale Supérieure de Polytechnique -, 2009.
- 18.SELHANI SOUMIA**, « Etude des possibilites d'utilisation des eaux et boues d'epuration dans l'agriculture de Beni Messous », Mém. Ingénieur. En Hydraulique Urbain. Ecole Nationale Supérieure de Polytechnique - Alger, 2009.
- 19.TINA OUMELKHEIR.**, « Etude de la STEP de Belaïa –sidi belaabas », Mém. Licence. En hydraulique, Univ. Ghardaïa, 2013.
- 20.TINA OUMELKHEIR.**, « Etude d'un périmètre d'irrigation à Kef doukhane à partir des eaux épurées de la STEP de EL-Atteuf », Mém. Master. En hydraulique, Univ. Ghardaïa, 2015.
- 21.TERBOUD NAZIHA.**, « Etude du périmètre d'irrigation d'El-Fehoul à partir du Barrage de Sekkak (Wilaya de Tlemcen) », Mém. Ing. D'état en hydraulique, Univ. Abou Bakr Belkaid - Tlemcen, 2001.
- 22.TUTIEMPO.** Site internet, donnée climatique Algérie _ Ghardaïa_.
- 23.ZAHOUANI BACHIR.**, « Gestion des eaux usées épurées en zone aride : cas de la STEP d'EL Atteuf (Ghardaïa) », Mém. Ingénieur. En Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique – Alger, 2013.



ANNEXE

ANNEXE N°1 DONNEES CLIMATIQUESERIES**1.1. SERIES DE TEMPERATURES****Tableau N°21 Série des températures mensuelles de la période 2004 – 2014**

T	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2004	11,9	14,7	18	20,6	23,1	30,4	33,7	35,1	27,8	25	14,3	11,4
2005	9	10,6	18,2	22	28,4	31,7	37,1	34,1	28,5	23,7	22,6	10,8
2006	8,6	12,2	18,9	23,9	28,3	31,8	34,6	34,1	26,9	24,8	17	11,7
2007	12,1	15,3	16,1	19,8	26,4	32,6	33,9	33,7	30	23,6	15,7	11
2008	11,5	13,3	17,7	23	26,5	30,4	36,4	34,9	29,5	21,7	14,1	10,5
2009	10,7	12,3	16,6	19,1	25,5	31,9	35,9	34,5	26,6	22,7	17,1	15
2010	13,4	16,4	18,7	22,7	24,5	31,7	35,2	34,8	28,7	22,3	16,9	13,8
2011	12,2	12,4	15,2	22	24,9	29,6	35,4	34,1	31,4	20,8	16	12,1
2012	10,5	9,5	16,1	21	27,2	34,4	36,9	35,1	29,3	24,8	17,6	12,3
2013	12,5	12,5	18,6	21,6	25,6	30,3	34,7	32,1	29,3	34,7	16,3	10,5
2014	12,5	12,5	18,6	21,6	25,6	30,3	34,7	32,1	29,3	26,91	16,3	10,5
Moymen	11,35	12,88	17,52	21,57	26,00	31,37	35,32	34,05	28,85	24,64	16,72	11,78
Moy	22,67											

Tableau N°22 Série des températures mensuelles maximales de la période 2004 – 2014

T M	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2004	17,6	20,6	24,4	26,7	28,9	37,2	39,9	41,6	33,8	31	19,1	16
2005	15,3	16,1	23,9	28,3	34,7	37,7	43,3	40,2	34,3	29,4	28,8	16,4
2006	13,4	17,5	25,7	30,4	34,2	38,2	40,9	40,6	32,7	31,4	22,9	16,1
2007	18,1	20,9	21,9	25,7	32,6	39,5	40,1	40,2	36,7	29,3	22	16,4
2008	17,5	18,8	23,6	29,1	32,8	36,7	42,7	41,2	35,6	26,6	19,1	15,5
2009	15,4	17,7	22,4	24,9	32	38,3	42,3	40,5	32,2	28,7	23,3	21,1
2010	19	22,1	25	28,7	30,5	38,3	41,7	41	34,6	28,1	22,5	19,5
2011	18,5	18,1	20,2	27,7	30,4	35,5	41,5	40,2	37,9	26,1	21,4	17,7
2012	16,2	14,9	21,8	27,4	33,6	40,8	43	41,3	35,7	30,8	23,3	18,3
2013	18,3	18,4	25	27,8	32,6	36,8	41,1	38	35,2	41,1	21,7	15,2
2014	18,3	18,4	25	27,8	32,6	36,8	41,1	38	35,2	33,15	21,7	15,2
moy men	17,05	18,50	23,54	27,68	32,26	37,80	41,60	40,25	34,90	30,51	22,35	17,04
Moy	28,62											

Tableau N°23 Série des températures mensuelles minimales de la période 2004 – 2014

T m	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2004	7	9,1	11,2	13,8	16,4	23,5	26,3	28	21,6	19	9,7	6,6
2005	3,3	4,9	12	14,6	21	25	29,7	27,3	22,4	18,5	16,8	6,1
2006	4,4	7,1	11,8	16,8	21,1	23,3	26,9	26,6	21	18,5	11,8	7,8
2007	6,7	9,8	10,1	13,9	19,4	24,7	26,7	27,1	24	18,4	9,7	6,1
2008	6,1	8	11,5	16	19,3	23,1	29,4	28,1	23,6	17,4	9,4	6,1
2009	6,8	7	10,9	12,5	18,4	24,7	28,7	28,3	21,2	16,7	11,5	9,6
2010	8,2	10,8	12,1	16,2	17,9	24,3	28,3	28,3	22,8	16,4	11,5	8,5
2011	6,7	6,8	10	15,8	18,6	23,4	28,6	27,4	25	15,6	11,2	7,4
2012	5,6	4,4	10,3	14,4	19,9	27,2	29,7	28,3	22,5	19,1	12,6	7
2013	7,2	6,9	12,3	15,1	18,5	23,2	27,9	25,9	23,4	27,9	11,4	6,5
2014	7,2	6,9	12,3	15,1	18,5	23,2	27,9	25,9	23,4	20,71	11,4	6,5
moy men	12,46	7,43	11,32	14,93	19,00	24,15	28,19	27,38	22,81	18,93	11,55	7,11
Moy	17,10											

Tableau N°24 températures moyenne saisonnier de la période 2004 – 2014

	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
T° min	22,81	18,93	11,55	7,11	12,46	7,43	11,3 2	14,93	19,00	24,15	28,19	27,38
T° max	34,90	30,51	22,35	17,04	17,05	18,50	23,5 4	27,68	32,26	37,80	41,60	40,25
T° moy	28,85	24,64	16,72	11,78	11,35	12,88	17,5 2	21,57	26,00	31,37	35,32	34,05
T° moy saisonnier	23,40			12,01			21,70			33,58		
T° moy annuelle	22,67											

1.2. SERIES PLUVIOMETRIQUES

Tableau N°25 Série des précipitations mensuelles de la période 2004 – 2014

PP	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Annee	
2004	36,06	0,5	2,03	35,05	0,51	5,08	0	12,95	38,1	0,51	24,14	5,08	160,01	
2005	4,06	5,59	0	0	1,02	1,53	2,03	4,82	74,18	4,07	0	2,03	99,33	
2006	33,78	0	0,51	6,1	12,19	2,04	5,08	9,65	9,91	14,22	0	5,58	99,06	
2007	0	0	4,57	13,71	5,08	0	0	9,4	10,42	0	0	7,87	51,05	
2008	1,02	6,1	1,52	0	0,25	1,53	0	0	25,91	42,41	28,2	8,13	115,07	
2009	62,74	0,51	10,16	5,08	0	4,57	2,79	1,02	43,19	0	0	0	130,06	
2010	7,36	0	1,02	0	4,57	8,13	10,66	0	1,53	9,14	0	0	42,41	
2011	3,3	0	57,92	21,08	1,53	12,96	0	0	7,87	49,28	0	0	153,94	
2012	9,91	2,04	5,59	7,11	0	2,03	0	0	7,37	0,25	5,59	0	39,89	
2013	0,5	0	5,08	3,05	0,51		0	3,05	6,34	0	15,24	26,16	59,93	
2014	0,5	0	5,08	3,05	0,51	0	0	3,05	6,34	0,08	15,24	26,16	60,01	
moy men	14,48	1,34	8,50	8,57	2,38	3,79	1,87	3,99	21,01	10,91	8,04	7,36	91,89	Moy
Moy	7,69	Ecartype	5,78		min	1,34	max	21,01		CV	0,75		44,10	Ecartype
													39,89	min
													160,01	max
													0,48	CV

Tableau N°26 Série des précipitations journalières maximales de la période 2004 – 2014

PP j	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	PP j max	
2004	32	0,25	2,03	3,05	0,51	3,05	0	7,11	38,1	0,51	14,99	2,03	38,10	
2005	4,06	5,08	0	0	1,02	0,51	2,03	4,06	69,09	3,05	0	2,08	69,09	
2006	8,89	0	0,51	3,05	4,06	0	7,87	6,1	7;11	5,08	1,02	8,89	8,89	
2007	0	0	4,06	7,87	3,05	0	0	7,87	7,87	0	0	7,87	7,87	
2008	1;02	6,1	0,76	0	0,25	1,02	0	0	13,97	23,11	22,1	5,08	23,11	
2009	30,99	0,51	7,87	5,08	0	3,05	2,03	1,02	19,04	0	0	0	30,99	
2010	5,08	0	1,02	0	4,06	5,08	5,08	0	0,51	7,11	0	0	7,11	
2011	3,05	0	48,01	8,89	1,02	9,91	0	0	7,11	38,1	0	0	48,01	
2012	6,1	1,02	2,03	7,11	0	2,03	0	0	6,1	0,25	4,6	0	7,11	
2013	0,25	0	5,08	3,05	0,51	0	0	3,05	4,06	0	9;91	7,87	7,87	
2014	0,25	0	5,08	3,05	0,51	0	0	3,05	4,06	2,03	9;91	7,87	7,87	
Max	32,00	6,10	48,01	8,89	4,06	9,91	7,87	7,87	69,09	38,10	22,10	8,89	23,27	Moy
Min	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0	21,05	ecartype
													7,11	min
													69,09	max
													0,90	CV

Tableau N°27 précipitations moyenne saisonnière de la période 2004 – 2014

Précipitation saisonnière												
	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Max	69,09	38,1	22,1	8;89	32	6,1	48,01	8,89	4,06	9,91	7,87	7,87
Moy men	21,01	10,91	8,04	7,36	14,48	1,34	8,50	8,57	2,38	3,79	1,87	3,99
Min	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	129,29			38,1			60,96			25,65		
Moy men	39,96			23,18			19,44			9,65		
Min	0,51			0			0			0		

Tableau N°28 donnée mensuelle de période 2004 – 2014

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Humidité (%)	52,66	43,11	36,80	33,68	28,46	24,65	21,46	26,05	36,20	40,67	47,41	55,63
Vent (m/s)	10,24	13,30	14,36	15,88	15,17	13,36	11,52	10,89	11,28	10,01	10,03	11,53
Ensoleillement(H)	7,70	8,10	8,60	9,60	10,70	11,30	11,70	10,90	9,30	8,70	8,10	7,80
duré moy de jour	6,84	7,20	7,64	8,53	9,51	10,04	10,40	9,69	8,27	7,73	7,20	6,93

ANNEXE N°2 COUPES LITHOLOGIQUE DES FORAGES

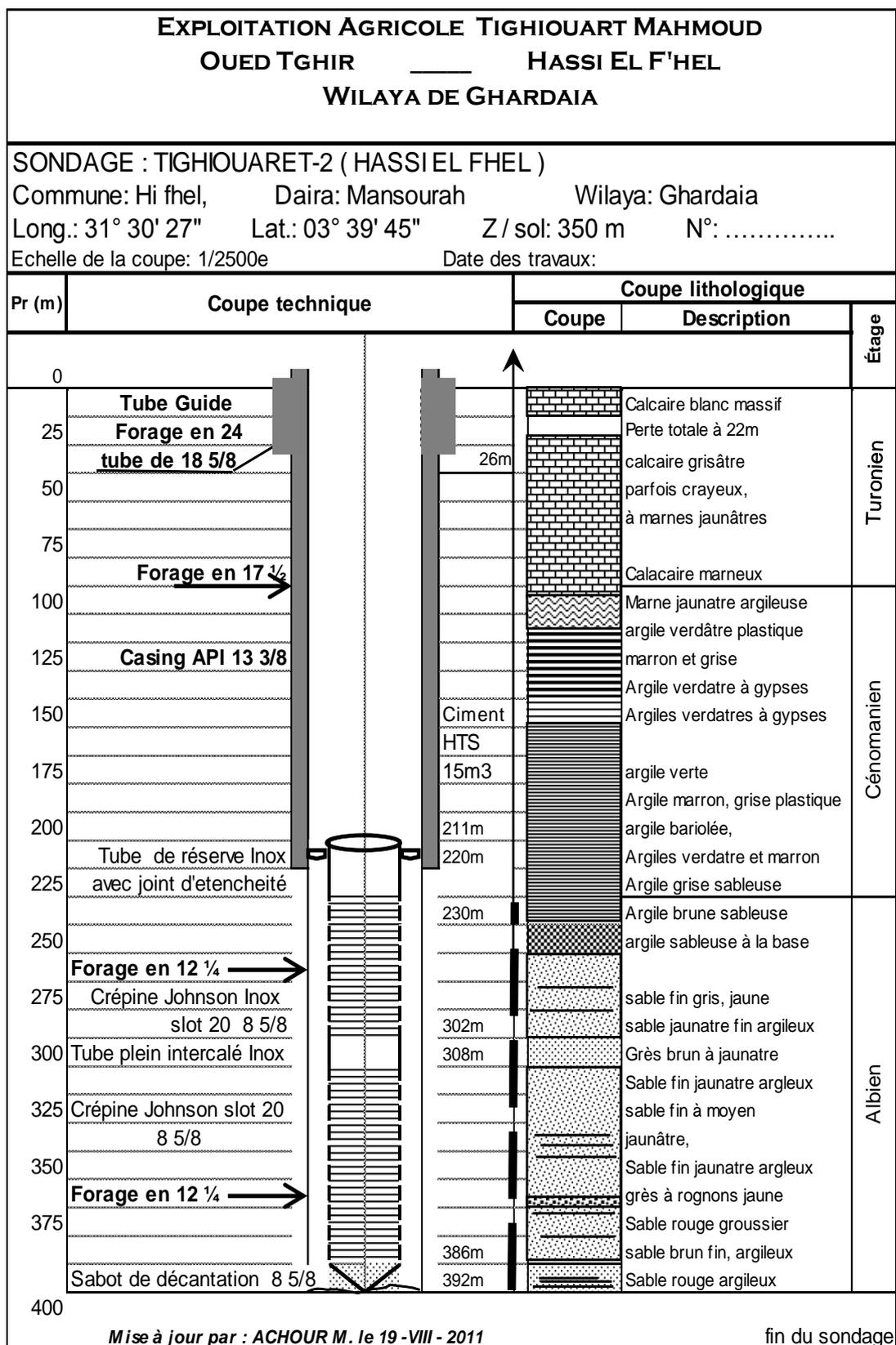


Figure N°48 : Coupe Lithologique du forage (ANRH, 2011)

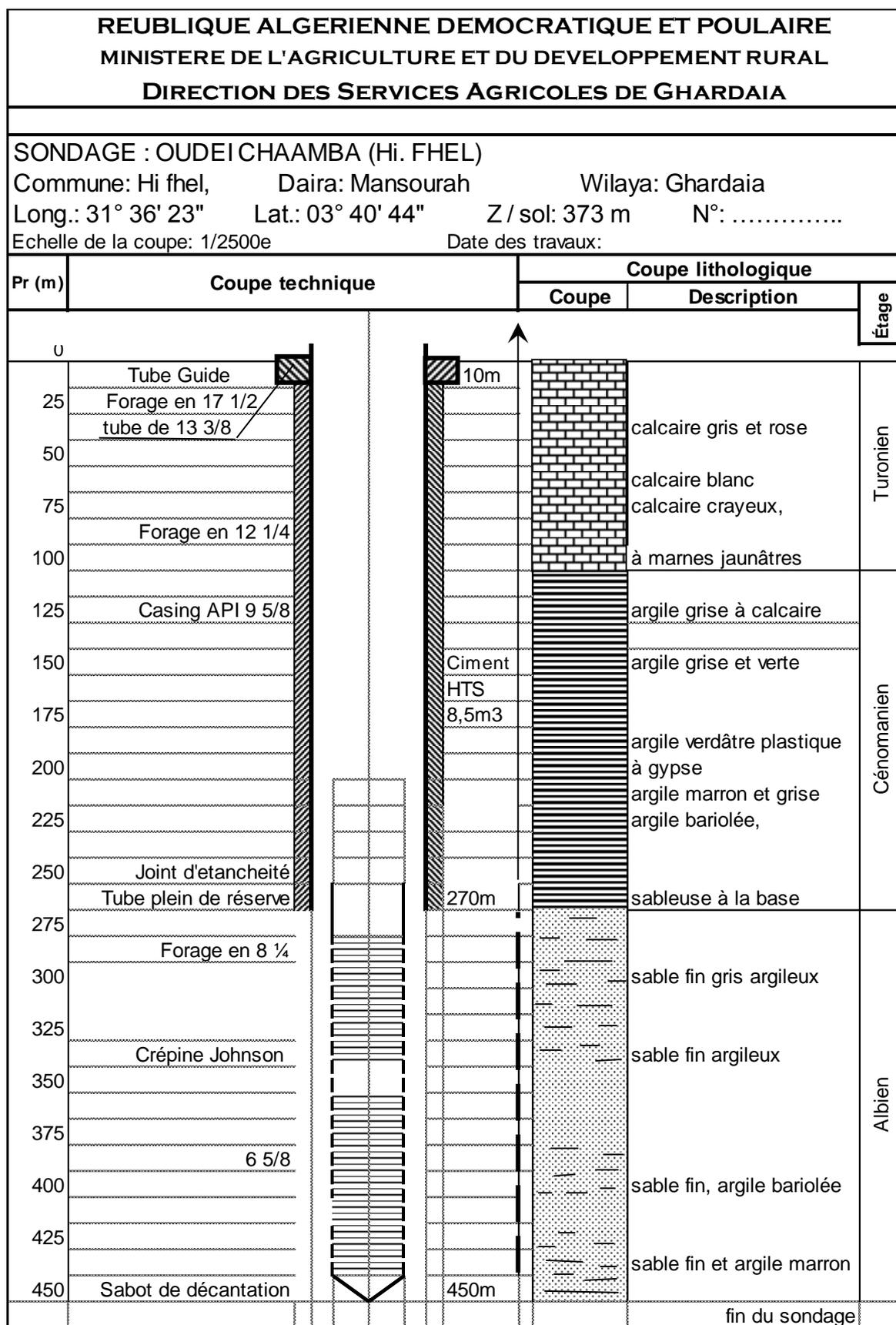


Figure N°49 : Coupe Lithologique du forage (ANRH, 2011)

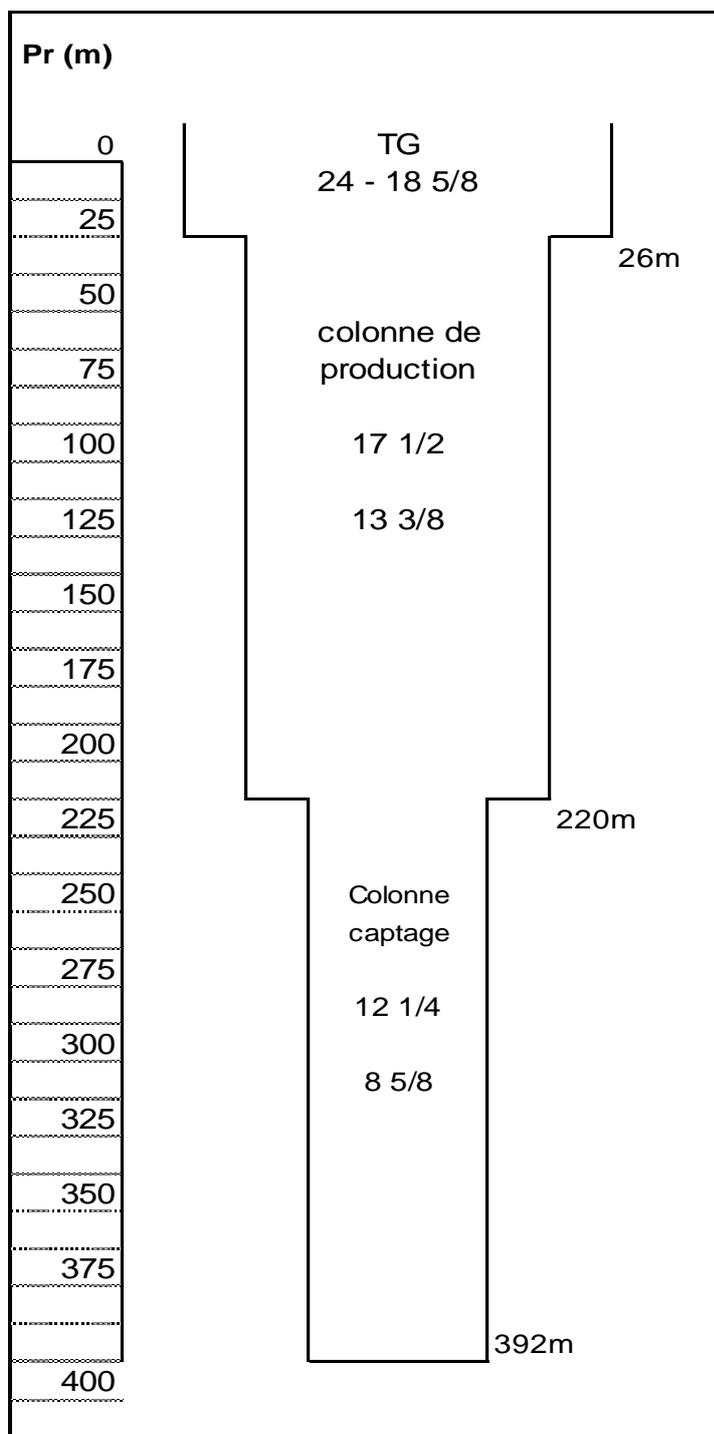


Figure N°50 : Technologie du forage(ANRH,2011)

ANNEXE N°3 STATISTIQUES SUR L'AGRICULTURE COMMUNE**H.LEFHAL****TABLEAU N°29 : Production végétale (DSA, 2016)**

Commune	Production en Qx					
	Céréales	Fourrages	Agrumes	Culture maraichère	Phonéciculture	Culture indust
<i>H El-F'hel</i>	12340	76891	20487	24894	17015	450

TABLEAUN°30 : Situation de la S.A.T, la S.A.U et MEV (DSA, 2016)*Unité :Ha*

Commune	S.A.T	S.A.U	Mise en valeur			
			Superficie susceptible d'être valorisée		Superficie Attribuée	Superficie réellement mise en valeur
			Total	dont en zone favorable		
Hassi-El-F'hel	102420	6066	12668	2690	1646	3133

TABLEAUN°31 :Les cultures herbacées Mises en intercalaire avec le palmier dattier(DSA, 2016)

Commune	Superficies par groupes de spéculation en (Ha)						Production (Qx)					
	CM	C	CI	CC	F	PD	CM	C	CI	CC	F	D
HEI-F'hel	500	242	30	12	480	700	107500	12340	450	296	76891	17015

C.M : Culture maraichères

C.C : Cultures condimentaires

C :Céréales

F : Fourragères

C.I :Cultures industrielles

P.D :Palmier dattier

D : Dattes

ANNEXE N°4 TABLEAUX CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU D'IRRIGATION**TABLEAU N°32 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 01**

<i>TRC.</i>	<i>CW</i>	\varnothing <i>mm</i>	<i>LONGUEUR</i> <i>ML</i>	<i>DEBIT</i> <i>L/s</i>	<i>PERTE de CHARGE</i>			<i>VITESSE</i> <i>m/s</i>	<i>COTE PIEZO.</i>		<i>C.T.N</i> <i>m</i>	<i>PRESSION</i> <i>m</i>
					<i>P.C.L</i>	<i>P.C.S</i>	<i>P.C.T</i>		<i>Amont</i>	<i>Aval</i>		
F01-N01	150	250	115,23	52,00	0,411	0,062	0,472	1,06	404,00	403,53	382,00	21,53
N01--N02	150	160	162,59	9,10	0,202	0,030	0,232	0,45	403,53	403,30	383,00	20,30
N02--N03	150	90	26,78	6,20	0,269	0,040	0,310	0,97	403,30	402,99	382,00	20,99
N03--N04	150	90	92,83	3,70	0,359	0,054	0,413	0,58	402,99	402,57	381,00	21,57
N04--N05	150	63	73,87	2,00	0,519	0,078	0,597	0,64	402,57	401,98	383,00	18,98
N01--N06	150	250	66,38	42,60	0,164	0,025	0,188	0,87	403,53	403,34	382,00	21,34
N06--N07	150	250	141,34	39,10	0,297	0,045	0,342	0,80	403,34	403,00	383,00	20,00
N07--N08	150	250	159,36	35,80	0,285	0,043	0,327	0,73	403,00	402,67	383,00	19,67
N08--N09	150	250	143,83	29,40	0,178	0,027	0,205	0,60	402,67	402,47	383,00	19,47
N09--N10	150	200	83,81	29,40	0,308	0,046	0,354	0,94	402,47	402,11	381,00	21,11
N10--N11	150	63	91,08	1,00	0,177	0,027	0,204	0,32	402,11	401,91	380,00	21,91
N10--N12	150	200	129,83	28,40	0,448	0,067	0,515	0,90	402,11	401,60	380,00	21,60
N12--N13	150	200	213,88	25,70	0,613	0,092	0,705	0,82	401,60	400,89	380,00	20,89
N13--N14	150	63	91,43	1,70	0,475	0,071	0,547	0,55	400,89	400,34	381,00	19,34
N13--N15	150	63	196,94	1,40	0,715	0,107	0,822	0,45	400,89	400,07	381,00	19,07
N13--N16	150	200	88,01	22,60	0,199	0,030	0,229	0,72	400,89	400,66	380,00	20,66
N16--N17	150	200	109,13	14,80	0,113	0,017	0,129	0,47	400,66	400,53	381,00	19,53
N17--N18	150	160	148,60	10,30	0,232	0,035	0,267	0,51	400,53	400,27	382,00	18,27
N18--N19	150	160	109,38	7,90	0,105	0,016	0,120	0,39	400,27	400,15	384,00	16,15
N19--N20	150	90	23,05	2,20	0,034	0,005	0,039	0,35	400,15	400,11	385,00	15,11
N20--N21	150	63	108,67	1,00	0,212	0,032	0,243	0,32	400,11	399,87	386,00	13,87
N21--N22	150	90	393,65	4,70	2,370	0,355	2,725	0,74	399,87	397,14	381,00	16,14
			2769,67									

TABLEAU N°33 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 02

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F02-N01	150	200	69,95	35,00	0,355	0,053	0,408	1,11	398,00	397,59	382,00	15,59
N01--N02	150	160	89,06	13,20	0,220	0,033	0,253	0,66	397,59	397,34	381,00	16,34
N02--N03	150	90	132,67	6,10	1,294	0,194	1,489	0,96	397,34	395,85	381,00	14,85
N03--N04	150	90	94,20	3,70	0,364	0,055	0,419	0,58	395,85	395,43	381,00	14,43
N01--N05	150	200	349,56	21,80	0,739	0,111	0,849	0,69	397,59	396,74	380,00	16,74
N05--N06	150	160	86,15	20,50	0,482	0,072	0,554	1,02	396,74	396,19	380,00	16,19
N06--N07	150	160	93,85	17,40	0,387	0,058	0,445	0,87	396,19	395,74	381,00	14,74
N07--N08	150	160	87,87	13,80	0,236	0,035	0,271	0,69	395,74	395,47	380,00	15,47
N08--N09	150	160	64,08	12,20	0,137	0,021	0,158	0,61	395,47	395,31	381,00	14,31
N09--N10	150	160	80,96	9,20	0,103	0,015	0,118	0,46	395,31	395,19	382,00	13,19
N10--N11	150	90	96,41	6,20	0,969	0,145	1,115	0,97	395,19	394,08	381,00	13,08
N11--N12	150	90	84,26	4,40	0,449	0,067	0,516	0,69	394,08	393,56	380,00	13,56
			1329,02									

TABLEAUN°34 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 03

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F03-N01	150	250	204,16	45,00	0,557	0,084	0,640	0,92	399,00	398,36	383,00	15,36
N01--N02	150	250	244,97	45,00	0,668	0,100	0,768	0,92	398,36	397,59	380,00	17,59
N02--N03	150	110	57,52	7,00	0,273	0,041	0,313	0,74	397,59	397,28	380,00	17,28
N03--N04	150	110	104,13	5,00	0,265	0,040	0,304	0,53	397,28	396,97	380,00	16,97
N04--N05	150	90	75,71	3,00	0,198	0,030	0,228	0,47	396,97	396,75	379,00	17,75
N05--N06	150	63	117,32	2,00	0,824	0,124	0,948	0,64	396,75	395,80	379,00	16,80
N02--N07	150	250	80,30	38,00	0,160	0,024	0,184	0,77	397,59	397,41	381,00	16,41
N07--N08	150	250	85,34	34,70	0,144	0,022	0,165	0,71	397,41	397,24	382,00	15,24
N08--N08'	150	160	2,00	7,90	0,002	0,000	0,002	0,39	397,24	397,24	382,00	15,24
N08'--N09	150	90	313,06	4,00	1,398	0,210	1,608	0,63	397,24	395,63	380,00	15,63
N09--N10	150	63	125,79	2,00	0,884	0,133	1,016	0,64	395,63	394,61	380,00	14,61
N08--N11	150	200	88,21	26,80	0,273	0,041	0,314	0,85	397,24	396,93	382,00	14,93
N11--N12	150	200	60,72	23,50	0,147	0,022	0,170	0,75	396,93	396,76	381,00	15,76
N12--N13	150	160	69,00	14,90	0,214	0,032	0,246	0,74	396,76	396,51	381,00	15,51
N13--N14	150	160	124,10	8,90	0,148	0,022	0,170	0,44	396,51	396,34	381,00	15,34
N14--N15	150	160	72,46	6,90	0,054	0,008	0,062	0,34	396,34	396,28	380,00	16,28
N15--N16	150	90	63,68	4,90	0,414	0,062	0,476	0,77	396,28	395,80	379,00	16,80
N16--N17	150	90	76,82	3,90	0,327	0,049	0,376	0,61	395,80	395,43	378,00	17,43
N17--N18	150	63	104,79	2,20	0,878	0,132	1,010	0,71	395,43	394,42	379,00	15,42
N18--N19	150	63	121,39	2,20	1,018	0,153	1,170	0,71	394,42	393,25	379,00	14,25
N12--N20	150	160	159,90	8,60	0,179	0,027	0,206	0,43	396,76	396,55	380,00	16,55
N20--N21	150	160	167,32	5,30	0,076	0,011	0,088	0,26	396,55	396,46	379,00	17,46
			2518,69									

TABLEAU N°35 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 04

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F04-N01	150	160	37,10	22,00	0,236	0,035	0,272	1,09	394,00	393,73	380,00	13,73
N01--N02	150	160	74,14	9,00	0,090	0,014	0,104	0,45	393,73	393,62	380,00	13,62
N02--N03	150	160	61,95	9,00	0,075	0,011	0,087	0,45	393,62	393,54	380,00	13,54
N03--N04	150	160	135,23	6,20	0,083	0,012	0,095	0,31	393,54	393,44	381,00	12,44
N04--N05	150	90	92,41	4,20	0,452	0,068	0,519	0,66	393,44	392,92	382,00	10,92
N05--N06	150	63	64,57	2,20	0,541	0,081	0,623	0,71	392,92	392,30	380,00	12,30
N01--N07	150	160	85,00	13,00	0,204	0,031	0,235	0,65	393,73	393,49	380,00	13,49
N07--N08	150	160	70,30	13,00	0,169	0,025	0,194	0,65	393,49	393,30	381,00	12,30
N08--N09	150	160	66,66	11,00	0,118	0,018	0,135	0,55	393,30	393,17	381,00	12,17
N09--N10	150	160	129,73	7,00	0,099	0,015	0,114	0,35	393,17	393,05	381,00	12,05
N10--N11	150	90	20,19	6,00	0,191	0,029	0,220	0,94	393,05	392,83	380,00	12,83
N11--N12	150	63	51,09	2,00	0,359	0,054	0,413	0,64	392,83	392,42	379,00	13,42
			888,37									

TABLEAU N°36 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 05

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F05-N01	150	250	38,20	60,00	0,178	0,027	0,204	1,22	392,00	391,80	378,00	13,80
N01--N02	150	250	76,40	60,00	0,355	0,053	0,408	1,22	391,80	391,39	378,00	13,39
N02--N03	150	250	82,43	57,00	0,348	0,052	0,401	1,16	391,39	390,99	380,00	10,99
N03--N04	150	250	131,83	57,00	0,557	0,084	0,641	1,16	390,99	390,35	378,00	12,35
N04--N05	150	250	153,16	51,00	0,527	0,079	0,606	1,04	390,35	389,74	377,00	12,74
N05--N06	150	200	13,93	22,60	0,031	0,005	0,036	0,72	389,74	389,70	377,00	12,70
N06--N07	150	200	155,02	18,60	0,244	0,037	0,281	0,59	389,70	389,42	377,00	12,42
N07--N08	150	160	29,29	16,10	0,105	0,016	0,120	0,80	389,42	389,30	376,00	13,30
N08--N09	150	160	178,55	10,90	0,310	0,046	0,356	0,54	389,30	388,94	376,00	12,94
N09--N10	150	160	173,70	10,90	0,301	0,045	0,347	0,54	388,94	388,60	375,00	13,60
N10--N11	150	110	188,97	7,40	0,992	0,149	1,141	0,78	388,60	387,46	376,00	11,46
N11--N12	150	90	189,24	4,00	0,845	0,127	0,972	0,63	387,46	386,49	373,00	13,49
N08--N08'	150	90	2,65	5,20	0,019	0,003	0,022	0,82	389,30	389,28	376,00	13,28
N08'--N13	150	63	148,88	2,50	1,582	0,237	1,819	0,80	389,28	387,46	377,00	10,46
N05--N14	150	200	135,30	28,40	0,467	0,070	0,536	0,90	389,74	389,20	377,00	12,20
N14--N15	150	200	122,25	22,90	0,283	0,042	0,325	0,73	389,20	388,88	375,00	13,88
N15--N16	150	200	66,61	18,60	0,105	0,016	0,121	0,59	388,88	388,76	375,00	13,76
N16--N17	150	160	217,20	14,90	0,672	0,101	0,773	0,74	388,76	387,99	376,00	11,99
N17--N18	150	160	42,59	11,90	0,087	0,013	0,100	0,59	387,99	387,89	377,00	10,89
			2146,20									

TABLEAU N°37 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 06

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F06-N01	150	315	87,72	60,00	0,132	0,020	0,152	0,77	390,00	389,85	375,00	14,85
N01--N02	150	315	78,69	41,77	0,061	0,009	0,070	0,54	389,85	389,78	375,00	14,78
N02--N03	150	315	101,45	41,02	0,076	0,011	0,087	0,53	389,78	389,69	375,00	14,69
N03--N04	150	315	51,82	38,62	0,035	0,005	0,040	0,50	389,69	389,65	375,00	14,65
N04--N05	150	63	171,39	1,28	0,527	0,079	0,606	0,41	389,65	389,05	374,00	15,05
N05--N06	150	63	129,60	1,28	0,398	0,060	0,458	0,41	389,05	388,59	374,00	14,59
N04--N07	150	200	157,50	37,34	0,902	0,135	1,037	1,19	389,65	388,61	373,00	15,61
N07--N08	150	200	282,41	20,76	0,545	0,082	0,627	0,66	388,61	387,99	373,00	14,99
N08--N09	150	160	133,87	9,36	0,175	0,026	0,201	0,47	387,99	387,79	372,00	15,79
N09--N10	150	90	135,51	4,86	0,868	0,130	0,998	0,76	387,79	386,79	372,00	14,79
N10--N11	150	63	153,36	2,43	1,546	0,232	1,777	0,78	386,79	385,01	372,00	13,01
N10--N12	150	63	160,80	2,43	1,621	0,243	1,864	0,78	386,79	384,93	372,00	12,93
N08--N13	150	90	154,61	5,40	1,204	0,181	1,384	0,85	387,99	386,61	372,00	14,61
N08--N14	150	90	326,91	6,00	3,093	0,464	3,557	0,94	387,99	384,43	373,00	11,43
N07--N15	150	160	168,46	13,65	0,443	0,067	0,510	0,68	386,61	386,10	374,00	12,10
N15--N16	150	160	43,90	10,20	0,067	0,010	0,077	0,51	386,10	386,02	374,00	12,02
N16--N17	150	160	137,68	5,70	0,072	0,011	0,083	0,28	386,02	385,94	373,00	12,94
N17--N18	150	90	165,89	2,92	0,414	0,062	0,476	0,46	385,94	385,46	373,00	12,46
N01--N19	150	160	337,89	14,25	0,963	0,144	1,107	0,71	389,85	388,74	374,00	14,74
N19--N20	150	160	111,07	8,10	0,111	0,017	0,128	0,40	388,74	388,61	375,00	13,61
N19--N21	150	90	84,36	6,56	0,942	0,141	1,083	1,03	388,74	387,66	374,00	13,66
N21--N22	150	90	26,30	3,26	0,080	0,012	0,092	0,51	387,66	387,57	374,00	13,57
N01--N23	150	90	133,72	3,98	0,592	0,089	0,680	0,63	389,85	389,17	375,00	14,17

N23--N24	150	63	121,34	1,95	0,814	0,122	0,936	0,63	389,17	388,23	375,00	13,23
N23--N25	150	63	150,22	2,03	1,085	0,163	1,248	0,65	389,17	387,92	375,00	12,92
			3606,47									

TABLEAU N°38 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 07

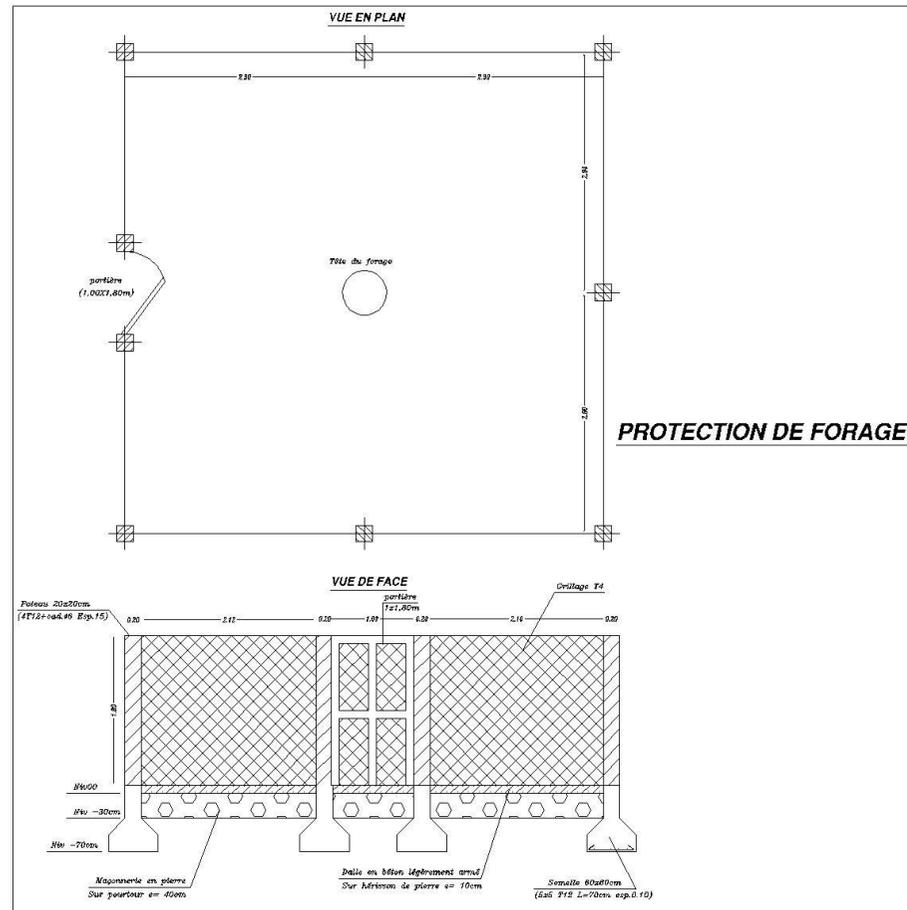
TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F07-N01	150	315	51,54	60,00	0,078	0,012	0,089	0,77	388,00	387,91	373,00	14,91
N01--N02	150	315	168,88	60,00	0,255	0,038	0,293	0,77	387,91	387,62	373,00	14,62
N02--N03	150	160	148,87	24,96	1,198	0,180	1,378	1,24	387,62	386,24	373,00	13,24
N03--N04	150	160	234,38	17,92	1,021	0,153	1,174	0,89	386,24	385,07	372,00	13,07
N04--N05	150	160	239,29	12,32	0,521	0,078	0,599	0,61	385,07	384,47	371,00	13,47
N05--N06	150	160	295,13	6,40	0,191	0,029	0,220	0,32	384,47	384,25	371,00	13,25
N02--N07	150	200	297,65	28,72	1,048	0,157	1,205	0,91	387,62	386,41	374,00	12,41
N07--N08	150	160	141,35	21,60	0,870	0,131	1,001	1,07	386,41	385,41	374,00	11,41
N08--N09	150	160	254,60	14,88	0,786	0,118	0,904	0,74	385,41	384,51	373,00	11,51
N09--N10	150	160	235,67	10,88	0,407	0,061	0,469	0,54	384,51	384,04	372,00	12,04
N10--N11	150	110	273,04	6,08	0,996	0,149	1,146	0,64	384,04	382,90	372,00	10,90
N07--N12	150	110	128,55	7,12	0,629	0,094	0,723	0,75	386,41	385,69	374,00	11,69
			2468,95									

TABLEAU N°39 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 08

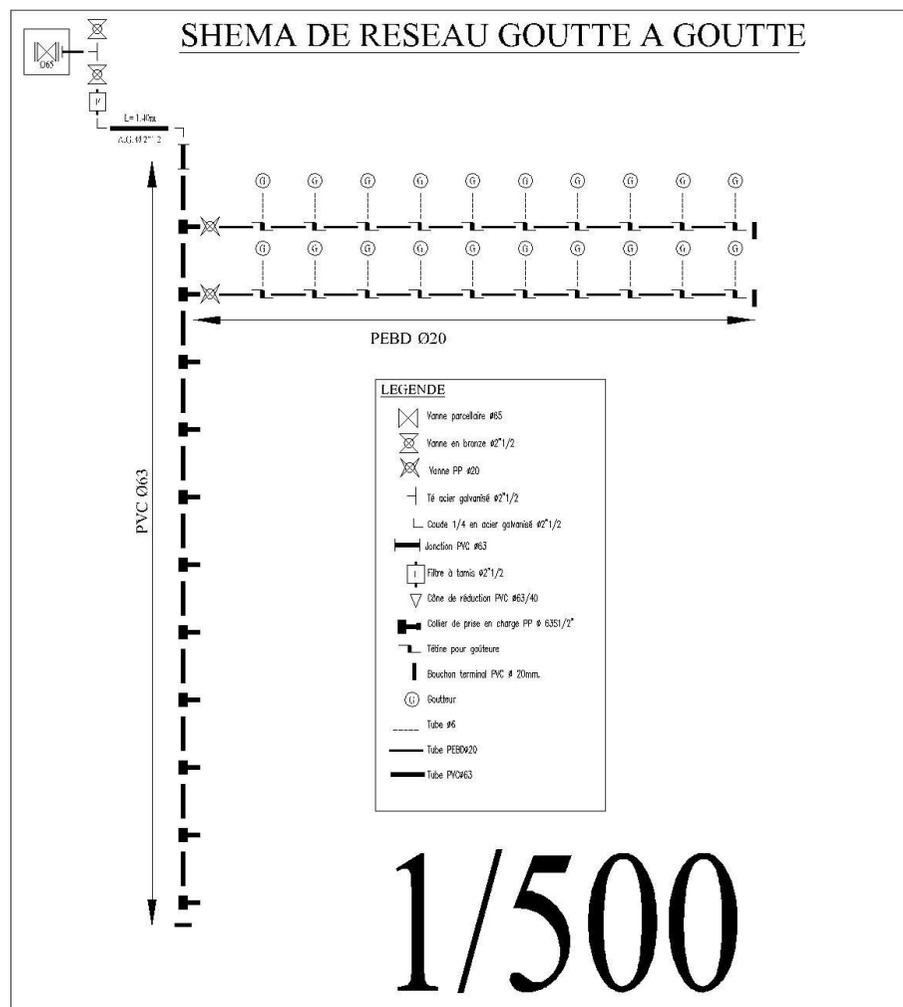
TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F08-N01	150	250	59,64	60,00	0,277	0,042	0,319	1,22	388,00	387,68	372,00	15,68
N01--N02	150	90	134,39	6,16	1,335	0,200	1,536	0,97	387,68	386,15	372,00	14,15
N02--N03	150	90	264,54	3,68	1,012	0,152	1,164	0,58	386,15	384,98	373,00	11,98
N01--N04	150	250	270,86	52,72	0,991	0,149	1,139	1,07	387,68	386,54	371,00	15,54
N04--N05	150	160	123,48	12,80	0,288	0,043	0,332	0,64	386,54	386,21	372,00	14,21
N05--N06	150	160	13,16	9,60	0,018	0,003	0,021	0,48	386,21	386,19	372,00	14,19
N06--N07	150	160	253,17	6,32	0,160	0,024	0,184	0,31	386,19	386,01	372,00	14,01
N04--N08	150	200	131,77	33,20	0,607	0,091	0,698	1,06	386,54	385,84	371,00	14,84
N08--N09	150	200	126,84	27,04	0,399	0,060	0,459	0,86	385,84	385,38	371,00	14,38
N09--N09'	150	200	146,32	23,60	0,358	0,054	0,412	0,75	385,38	384,97	371,00	13,97
N09'--N10	150	200	136,64	15,60	0,155	0,023	0,179	0,50	384,97	384,79	370,00	14,79
N10--N11	150	160	299,93	8,72	0,344	0,052	0,396	0,43	386,79	386,39	370,00	16,39
N11--N12	150	90	155,65	5,44	1,228	0,184	1,413	0,86	386,39	384,98	369,00	15,98
N11--N13	150	90	164,74	3,28	0,509	0,076	0,586	0,52	386,39	385,80	370,00	15,80
N04--N14	150	160	322,36	6,72	0,228	0,034	0,263	0,33	386,54	386,28	370,00	16,28
N14--N15	150	160	131,20	6,72	0,093	0,014	0,107	0,33	386,28	386,17	372,00	14,17
N15--N16	150	90	261,41	3,36	0,845	0,127	0,972	0,53	386,17	385,20	372,00	13,20
N09'--N17	150	160	322,36	8,00	0,315	0,047	0,363	0,40	384,97	384,61	369,00	15,61
N17--N18	150	90	137,88	4,80	0,863	0,129	0,993	0,75	384,61	383,62	370,00	13,62
N18--N19	150	63	127,49	1,60	0,593	0,089	0,681	0,51	383,62	382,94	370,00	12,94
N17--N20	150	90	136,18	3,20	0,402	0,060	0,463	0,50	384,61	384,15	370,00	14,15
			3720,01									

TABLEAU N°40 : CALCUL HYDRAULIQUE ZONE 09

TRC.	CW	Ø mm	LONGUEUR ML	DEBIT L/s	PERTE de CHARGE			VITESSE m/s	COTE PIEZO.		C.T.N m	PRESSION m
					P.C.L	P.C.S	P.C.T		Amont	Aval		
F09-N01	150	315	256,61	50,00	0,276	0,041	0,317	0,64	384,00	383,68	369,00	14,68
N01--N02	150	315	531,86	50,00	0,572	0,086	0,658	0,64	383,68	383,02	369,00	14,02
N02--N03	150	200	285,00	25,44	0,801	0,120	0,922	0,81	383,02	382,10	370,00	12,10
N02--N04	150	160	158,60	23,76	1,165	0,175	1,340	1,18	387,68	386,34	369,00	17,34
N04--N05	150	160	131,24	12,56	0,296	0,044	0,340	0,62	386,34	386,00	369,00	17,00
N05--N06	150	90	124,26	6,16	1,235	0,185	1,420	0,97	386,00	384,58	369,00	15,58
N04--N07	150	160	295,44	11,20	0,539	0,081	0,620	0,56	386,34	385,72	369,00	16,72
N07--N08	150	160	129,50	11,20	0,236	0,035	0,272	0,56	385,72	385,45	368,00	17,45
N08--N09	150	90	127,19	4,80	0,796	0,119	0,916	0,75	385,45	384,53	369,00	15,53
N03--N10	150	160	152,46	25,44	1,271	0,191	1,462	1,27	382,10	380,64	370,00	10,64
N10--N11	150	110	141,07	6,40	0,566	0,085	0,651	0,67	380,64	379,99	369,00	10,99
N10--N12	150	110	146,80	6,24	0,562	0,084	0,646	0,66	380,64	379,99	370,00	9,99
N10--N13	150	160	299,58	12,80	0,700	0,105	0,805	0,64	380,64	379,84	369,00	10,84
N13--N14	150	110	148,16	6,40	0,595	0,089	0,684	0,67	379,84	379,16	369,00	10,16
N13--N15	150	110	142,84	6,40	0,573	0,086	0,659	0,67	379,84	379,18	370,00	9,18
			3070,61									

ANNEXE N°5 PROTECTION DU FORAGE

ANNEXE N°6 SCHEMAT DE GOUTTE A GOUTTE



ANNEXE N°7 TRACE EN PLAN RESEAU D'IRRIGATION