

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION
PÉRIMÉTRE DE BORDJIA DANS LA COMMUNE DE
SIRAT (W.MOSTAGANEM) SUR 107 HA A PARTIR DE
FORAGE**

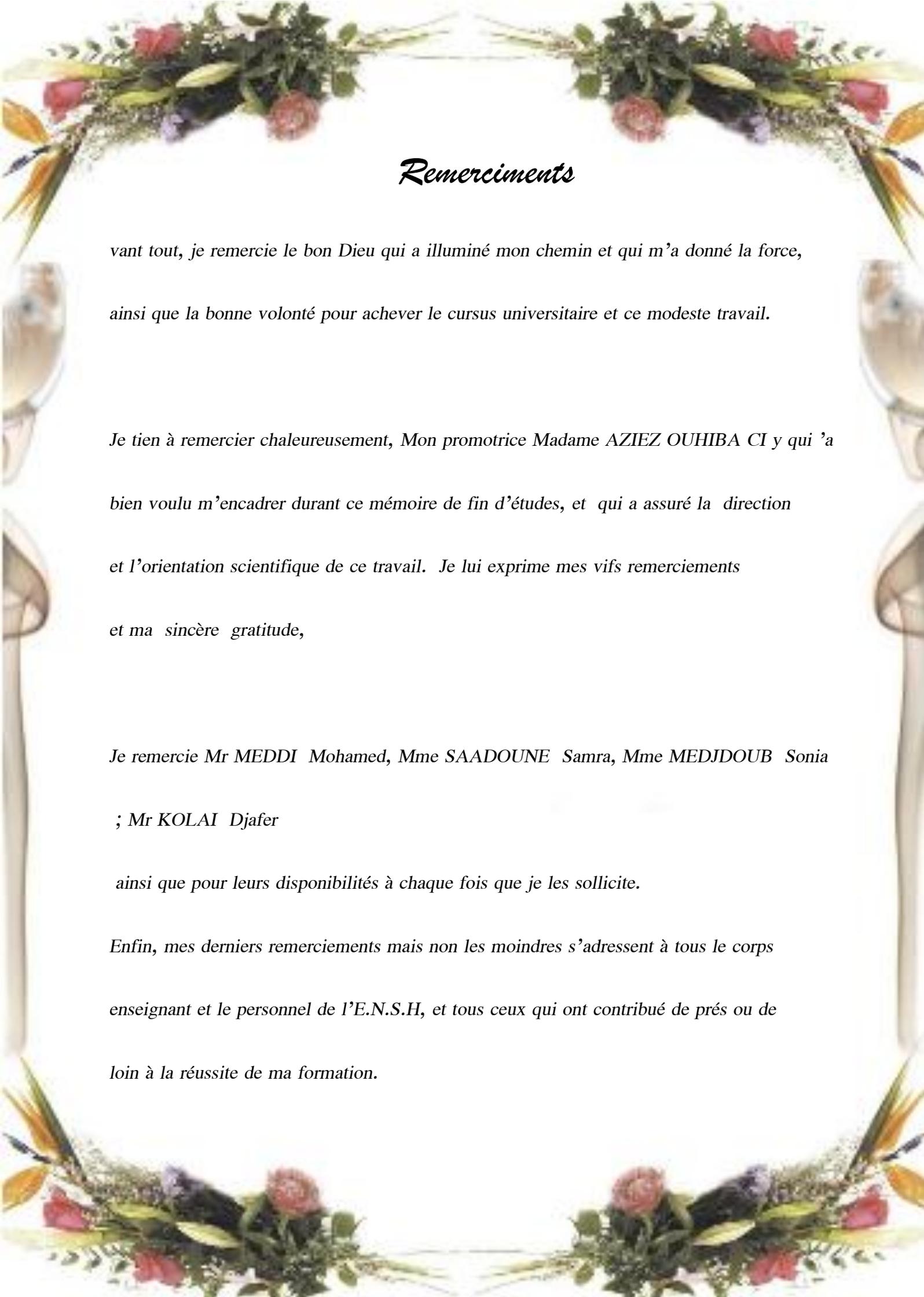
PRESENTE PAR :

M^r KANTAOUI ABDELKARIM

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mr MEDDI MOHAMED	Professeur	Président
Mme MEDJDOUB SONIA	M.A.A	Examinatrice
Mme SAADOUNE SAMRA	M.A.A	Examinatrice
Mr KOLAI DJAFER	Assistant	Examineur
Mme AZIEZ OUHIBA	M.A.A	Promotrice

Septembre - 2015



Remerciements

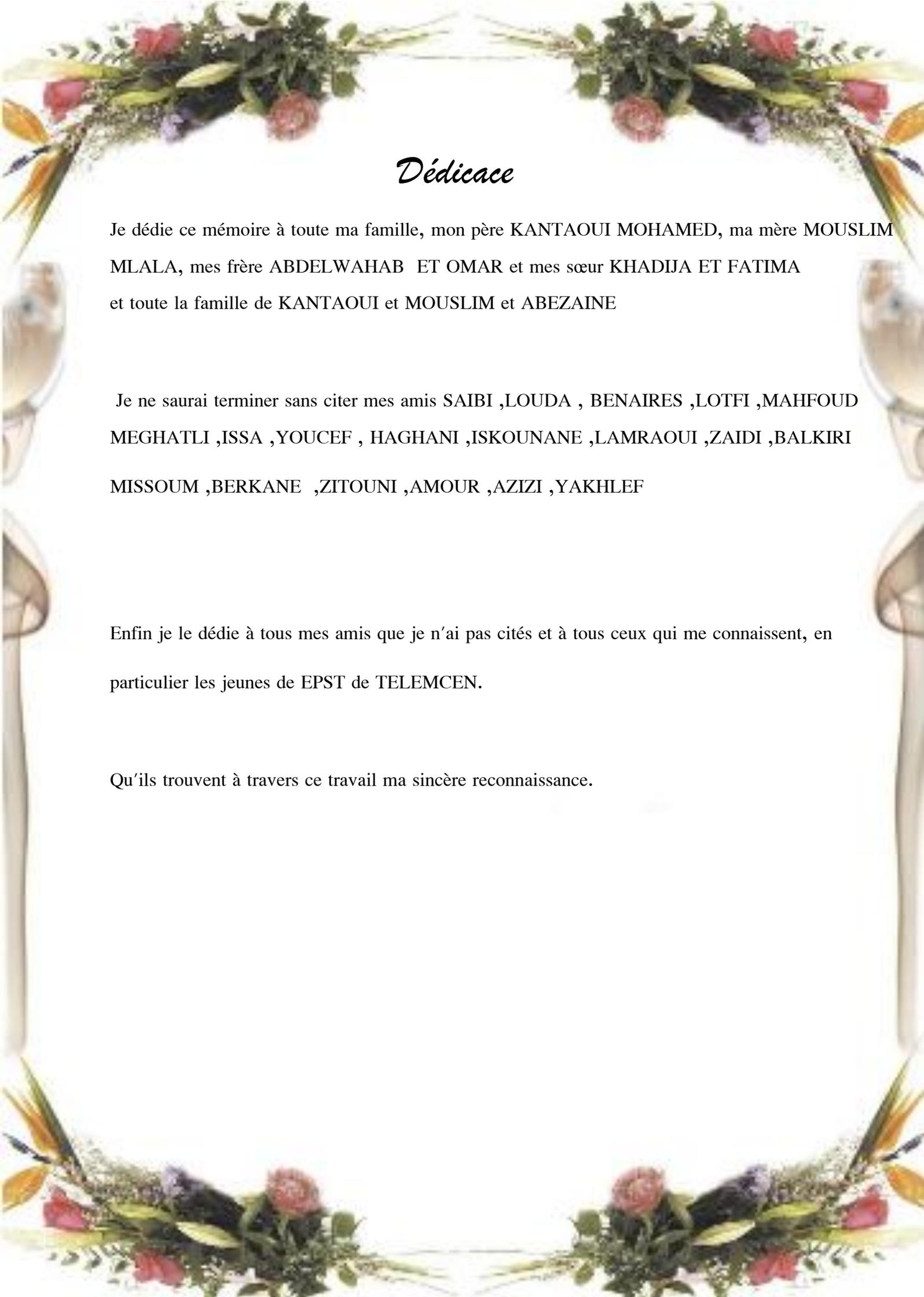
vant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.

Je tien à remercier chaleureusement, Mon promotrice Madame AZIEZ OUHIBA CI y qui 'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements et ma sincère gratitude,

Je remercie Mr MEDDI Mohamed, Mme SAADOUNE Samra, Mme MEDJDOUB Sonia ; Mr KOLAI Djafer

ainsi que pour leurs disponibilités à chaque fois que je les sollicite.

Enfin, mes derniers remerciements mais non les moindres s'adressent à tous le corps enseignant et le personnel de l'E.N.S.H, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ma formation.



Dédicace

Je dédie ce mémoire à toute ma famille, mon père KANTAOUI MOHAMED, ma mère MOUSLIM MLALA, mes frère ABDELWAHAB ET OMAR et mes sœur KHADIJA ET FATIMA et toute la famille de KANTAOUI et MOUSLIM et ABEZAINÉ

Je ne saurai terminer sans citer mes amis SAIBI ,LOUDA , BENAÏRES ,LOTFI ,MAHFOUD MEGHATLI ,ISSA ,YOUCEF , HAGHANI ,ISKOUNANE ,LAMRAOUI ,ZAÏDI ,BALKIRI MISSOUM ,BERKANE ,ZITOUNI ,AMOUR ,AZIZI ,YAKHLEF

Enfin je le dédie à tous mes amis que je n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent, en particulier les jeunes de EPST de TELEMEN.

Qu'ils trouvent à travers ce travail ma sincère reconnaissance.

ملخص

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة عامة حول منطقة البرجية , ولاية مستغانم التي سوفنجز فيها مشروعنا.

هذا العمل يندرج في اطار دراسة و متابعة استغلال مساحة مسقية , تقع ببلدية سيرات , ولاية مستغانم , و هذا باستعمال تقنية التقطير و ذلك لخصائص التربة و المناخ الذي نجده في هذه المنطقة و للتقليل من نسبة ضياع المياه سواء بالتبخر او التسرب في التربة .

و في الاخير اقترحنا استعمال هذه التقنية الحديثة في الري من اجل الوصول الى استغلال نسبة اكبر من الاراضي وبنفس كمية المياه .

Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude d'un périmètre dans la région de BORDJIA wilaya d'Mostaganem.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une parcelle située au secteur Ouest de la commune de Sirat wilaya de Mostaganem; ce qui implique l'introduction de nouvelles technique d'irrigation à savoir l'utilisation du système de goutte à goutte, afin de maitriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes soit par évaporation on par percolation.

Enfin, nous conseillons les agriculteurs d'utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions arides.

Abstract

A through this work, we will make a general study on the area of BORDJIA city (w-Mostaganem); where we carries out our project.

Thus; the main goal consists in projecting a network of irrigation a piece located at the sector of Sirat in Mostaganem city, In this zones where precipitations is insufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation of drop by drop to control the quantity of water to be used in the irrigation and thus limit the rate of loss by evaporation as well as percolation. In the end, we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas and increasing yields of crops, in particular in arid zone like Mostaganem city.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

I.1.Introduction	2
1.2 Présentation générale de la zone d'étude	2
I.2.1 Relief.....	3
I-2-2 Hydrographie	4
I.3.3 Géologie	4
I.3.Etude socio-économique.....	5
I.3.1. Indicateurs démographiques	5
I.4.Etude climatologiques	7
I.4.1. Présentation de la station météorologique	7
I.4.2.Température	7
I.4.3.Humidité relative de l'air	8
I.4.4.Les précipitations (pluviométrie).....	9
I.4.4.1.Précipitations annuelles.....	9
I.4.4.2.Précipitations mensuelles	9
I.4.5.Les Vents	10
I.4.6.Insolation	10
I.4.7.L'évaporation.....	10
I.4.8.Indices agro-climatiques.....	10
I.4.8.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone (1926)	10
I.4.9 Quotient pluviothermique d'Emberger (1955)	11
I.4.10. Climagramme Pluviothermique De Bagnouls et Gausson	13
I.5 Conclusion	14

Chapitre II : Ressources en sol

II.1.Introduction	15
II.2.Etude pédologique.....	15
II.2.1. Levé pédologique	15
II.3.Classification des sols du périmètre	16
II.3.1 Les sols calcimagnésiques.....	16

II.3.1.1 .Les Rendzines	16
II.3.1.1.1 Description d'un profil type : Profil n°1	16
II.3.1.1.2 Description morphologique du profil.....	16
II.3.1.1.3 Résultats analytiques	17
II.3.1.1.4 Interprétation et valeur agronomique	17
II.3.2 Les sols bruns calciques	18
II.3.2.1.1Description d'un profil type Profil n°2	18
II.3.2.2 Description morphologique du profil.....	18
II.3.2.3 Résultats analytiques	19
II.3.2.4 Interprétation et valeur agronomique	19
II.4.Aptitudes culturales.....	20
II.5.Qualité des sols.....	21
II.5.1: conductivités électriques	21
II.5.2.La perméabilité des sols	22
II.6 Occupation du sol pour les cultures a irrigué.....	23
II.7. Conclusion.....	23

Chapitre III : Ressources en eau et hydrologie

III.1.Introduction.....	24
III.2. III.2.Ressources en eaux	24
III.2.1 Eaux souterraines	24
III.2.1 Eaux de surface	24
III.3. Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation	24
III.4.Compositions chimiques de l'eau d'irrigation.....	25
II.4.1 La salinité	25
II.4.2 La conductivité électrique	25
II.4.3 Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration)	26
III.5. Etude hydrologique.....	29
III.5.1.Etude des pluies annuelles	29
III.5.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	30
III.6.Etude de l'échantillon	31
III.6.1 Choix du type de loi.....	31
III.6.2-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale	32

III.6.3-Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	33
III.6.4 Test de Khi carré pour la loi Normale	34
III.6.5- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	35
III.6.6-Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	36
III.7. Détermination de l'année de calcul :	37
III.8 Conclusion	37

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction.....	38
IV.2.Besoins en eau des cultures	38
IV.2.1 Définition.....	38
IV.3.L'évapotranspiration (E T)	38
IV.3.1 L'évapotranspiration potentielle (ETP)	38
IV.3.1.1 Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement	39
IV.3.1.2 Formule de Blaney-Criddle 1959	39
IV.3.1.3 Formule de Thornthwaite 1948.....	39
IV. 3.1.4.A Estimation de l'ET0 par la formule de Penman modifiée (formule de Monteith).....	39
IV. 4. L'évaporation maximale de culture (ETM).....	41
IV.5.La réserve facilement utilisable (RFU).....	41
IV.6 Calcul de la pluie efficace.....	42
IV.7 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	43
IV.8. Calcul des besoins brut Bbrut.....	43
IV.9. Détermination les besoin en eaux des cultures	45
IV.10 Calcul des débits Spécifiques	51
IV.8 Débit caractéristique	52
IV.8.Conclusion	53

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction :.....	54
V.2. Découpage des îlots d'irrigation	54
V.2.1 Taille des îlots d'irrigation	55
V. V.2.2 Débit fictif continu	56
V.2.3 Débit d'équipement	56

V.3 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots.....	57
V.4 Modalité de distribution	57
V.4.1 L'irrigation à la demande	57
V.4.2.L'irrigation au tour d'eau	57
V.4.3.1.Tour d'arrosage à l'antenne	57
V.4.3Tour d'arrosage à la borne	58
V.5 La méthodologie de dimensionnement	58
V.6 -Calcul des débits des ilots	58
V.6.1. Données de base du dimensionnement	59
V.6 .2.Choix du type de borne	59
V.6.3.Choix de diamètre de la borne	59
V.7.Choix de tracé.....	60
V.8.Matériaux de construction des canalisations.....	60
V.8.1. Choix du matériau des conduites	60
V.8.2.Les matériaux	60
V.8.2.1 conduites en fonte.....	60
V.8.2.2 Conduites en acier	61
V.8.2.3 Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)	61
V.8.2.4 Avantages des canalisations en PEHD	61
V.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution	61
V.10. Dimensionnement des canalisations	61
V.10.1.Vitesse admissible.....	62
V.10.2.Calcul des diamètres	62
V.10.3.Calcul des pertes de charge.....	62
V.11 Simulation du réseau par le logiciel EPANET.....	64
V.12 Dimensionnement de la bache de distribution	66
V.12.1 Débit caractéristique	66
V.13.Conclusion	67

Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VI.1.Introduction.....	77
VI.2.Définition.....	77
VI.3 Composition d'une installation goutte à goutte	77

VI.3.2 Composition L'unité de tête	77
VI.3.2.1 Unité de filtration	78
VI.3.2.2. Filtre à tamis	78
VI.3.2.3. Filtre à sable	78
VI.3.2.4 .Filtre à gravier.....	78
VI.3.2 5. Injecteur d'engrais:	79
VI.3.3 La conduite principale	79
VI.3.4 Le porte-rampes	79
VI.3.5 Les rampe.....	79
VI.3.6 Les distributeurs.....	79
VI.3.6.1 Différents types de distributeurs	80
VI.4.Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	81
VI.4.1.Données générales	81
VI.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	82
VI.5.1.les besoins journaliers	82
VI.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction Kr.....	82
VI.5.3.La dose d'irrigation nette pratique.....	83
VI.5.4. Fréquence des arrosages	84
VI.5.5. Durée d'arrosage par mois	84
VI.5.8. Durée d'arrosage journalier:	85
VI.5.9.Nombre de poste	85
VI.4.10. Surface de la parcelle	85
VI.6.Calculs hydrauliques	85
VI.6.1.Condition hydraulique	85
VI.6.1.1.Le nombre d'arbres par rampe	86
VI.6.1.2.Nombre de goutteurs par rampe.....	86
VI.6.1.3.Le nombre de rampes.....	86
VI.6.3.Débit de le rampe	86
VI.6.3.Débit de le porte rampe.....	87
VI.6.4.Débit de la conduite secondaire	87
VI.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau	87
VI.6.5.1Vérification des pertes de charges	87
VI.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe	88

VI.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe	88
VI.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire.....	88
VI.6.9.Calcul de caractéristique de conduites secondaires (01).....	89
VI.6.10.Calcul de caractéristique de conduites secondaires (02).....	89
VI.6.11.Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne	89
VI.6.12..La pression d'eau à la borne de distribution	89
VI.6.13 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable	90
VI.6.Conclusion	91

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1.Introduction.....	92
VIII.2.Devis de réseau d'irrigation localisée	92
VIII.2.2.Dépenses des travaux	93
VIII.2.1.1.calcul du volume de déblai et remblai.....	93
VIII.3.Conclusion	94
CONCLUSION GENERALE.....	100

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Tableau I.1: Aspects démographiques.	6
Tableau I.2: Caractéristiques de la station Mostaganem	7
Tableau I.2.1: Températures moyennes mensuelles station de Mostaganem	8
Tableau I-3: Valeurs mensuelles de l'humidité relative Station de Mostaganem	9
Tableau I.4: Distribution mensuelle des précipitations annuelles	9
Tableau I.5: Moyenne mensuelle des vitesses du vent (Station de Mostaganem).....	10
Tableau I-6: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures).....	10
Tableau I-7: I.4.7.L'évaporation.....	10
Tableau I-8: Résultats de l'indice de Martone.....	11
Tableau I-9: Diagramme Embrothermique de Gaussen	14

Chapitre II : Ressources en sol

Tableau II.1: caractéristique du profil N°1	16
Tableau II.2: caractéristique physico-chimique du sol 1	17
Tableau II.3: caractéristique du profil N°2.....	18
Tableau II.4: caractéristique physico-chimique du sol	19
Tableau II.5: Aptitudes culturale	21
Tableau II.6: .La conductivité du sol	22
Tableau II.7: répartition des perméabilités	23
Tableau II.8: Occupation du sol des cultures proposées	23

Chapitre III : Ressources en eau

Tableau III.1: caractéristiques de forage	23
Tableau III.2. Compositions chimiques de l'eau.....	24
Tableau III-4 .Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	24
Tableau III-4: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	25
Tableau III-5: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	26
Tableau III-6: Précipitation mensuelle de la station Mostaganem	29

Tableau III-7: Test d'homogénéité de Wilcoxon	31
Tableau III-8: Ajustement à la loi normale	32
Tableau III.9: Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.	38

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1: données obtenu a partir du logiciel CROPWAT	41
Tableau IV.2: Coefficients culturaux (Kc) des cultures d'âpre	42
Tableau IV.3 Pluies efficaces calculées	44
Tableau IV.4: Besoins en eau d'irrigation de olive.....	47
Tableau IV.5: Besoins en eau d'irrigation de orge.....	48
Tableau IV.6: Besoins en eau d'irrigation de tomat.....	49
Tableau IV.7: Besoins en eau d'irrigation de sorgho.....	50
Tableau IV.8: Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre (S).....	51
Tableau IV.9: donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture	52

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau V.1: Les différentes Parcelles du périmètre.	55
Tableau V.2: Choix du diamètre de la borne	55
Tableau V.3: Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne	55
Tableau V.4: Les paramètres de perte de charge	57
Tableau V.5: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	57

Chapitre VII: Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe.....	90
Tableau VII.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe.....	90
Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire	91
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche	91
Tableau VII.5 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire	93

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

Tableau VIII.1: Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.	94
Tableau VIII.2: Calcul de terrassement.....	96
Tableau VIII.3: Calcul de terrassement	99

Liste des figures

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude.

Figure I.1: Situation géographique du périmètre.....	3
Figure I-2 : carte pédologique du périmètre de Bordjja.....	4
Figure I-3 : Répartition de la population selon le type de résidence (ACL, AS, ZE).....	6
Figure I.4: Variation annuelle des températures	8
Figure.I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	12
Figure I.6 : Diagramme de Gaussen pour la zone du projet.....	13

Chapitre II : Ressources en sol

Figure II .1: Classification des sols sur le périmètre	20
--	----

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

Figure III-1:Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	28
Figure III-2: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	33
Figure III-3. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale.....	36

Chapitre V : Les techniques d'irrigation

Figure VI-2 : irrigation par pivot

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Figure VII.1:Dilueur d'engrais.....	78
Figure VII.2 : Filtre a tamis.....	78
Figure VII.3: Filtre à gravie.....	78
Figure VII.4 : Forme du mouillage du sol sous un goutteur placé entre 2 rangs	79
Figure : VII .5 Schémas de la diffusion de l'humidité dans des sols argileux,	80
Figure VII.7: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur.....	81
Figure VII.8 : Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur	90

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

Figure VIII.1: Schéma simplifié pour place la conduite principale.....	94
--	----

LISTE DES PLANCHE

Planche N°1 : plan de situation du périmètre de Bordjia dans la commune de sirat

Mostaganem

Planche N°2 : plan de réseau de distribution du périmètre de Bordia dans la commune de sirat

Mostaganem

Planche N°3 : profil en long de la conduite principale du périmètre Bordjia dans la commune de sirat Mostaganem

Planche N°4 : Schéma d'occupation du sol périmètre Bordjia dans la commune de sirat

Mostaganem

Planche N°5 : plan du réseau d'irrigation du périmètre Bordjia dans la commune de sirat

Mostaganem

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique au développement du secteur agricole; sa disponibilité conditionne de manière déterminante l'efficacité et la fiabilité de récoltes, de rendement et des activités agricoles.

Son utilisation pour l'irrigation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie. Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (agriculture, industrie, villes) et partout l'accroissement de la demande en eau potable et industrielle est résolu au détriment de l'agriculture.

Cette étude sera effectuée afin de bien exploiter l'eau du forage de proximité de Bordjia qui est destinée en premier lieu à irriguer un périmètre de 107 ha à Bourdjia, elle permettra ainsi de choisir la meilleure technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

Pour la conception de notre projet d'irrigation, nous avons fait allusion à plusieurs études préalables sur :

La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;

Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;

Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau.

Toutes ces études nous exigent de conceptualiser un projet de dimensionnement qui tient compte de toutes les contraintes intérieures et extérieures pour accroître et régulariser la production des cultures afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés.

L'objectif que nous nous sommes fixé est d'apporter une contribution à déterminer la problématique du meilleur procédé qu'on devrait mettre en place pour irriguer notre périmètre qui est situé Partiellement dans la plaine des mares Bourdjia, dans la wilaya de Mostaganem

Et enfin, dans ce contexte nous allons faire en sorte à ce que le dimensionnement soit conforme aux normes et exigences de ce troisième millénaire.

CHAPITRE I :

Analyse des

conditions naturelles

de la zone d'étude

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

I.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les paramètres climatiques ainsi que les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

La zone d'étude concerne le périmètre de Bordjia, qui est situé dans la wilaya Mostaganem.

I.2 Présentation générale de la zone d'étude

Le périmètre de Bordjia relève du territoire de la commune de Sirat dans la Daïra de Bouguirat wilaya de Mostaganem. Il couvre une superficie totale de 107 ha, et se situe à environ 1 km au Sud de la localité d'El Hassiane. Cette dernière est distante de quelques 7 Km du chef-lieu de Daïra d'Ain Nouissy. Géographiquement, il se localise dans la partie septentrionale de la wilaya de Mostaganem

La commune de Sirat (Figure.I-1) est située dans la wilaya de Mostaganem, elle couvre une superficie de 107 ha, le périmètre présente les limites suivantes :

- ✓ Au nord : les Monticules de sidi Abdelkader
- ✓ Nord-Est et Moulay Haïba au Nord-Ouest ;
- ✓ A l'est : le tracé sinueux de l'oued Makhloof ;
- ✓ Au sud et à l'ouest : les limites administratives de la wilaya de mascara.

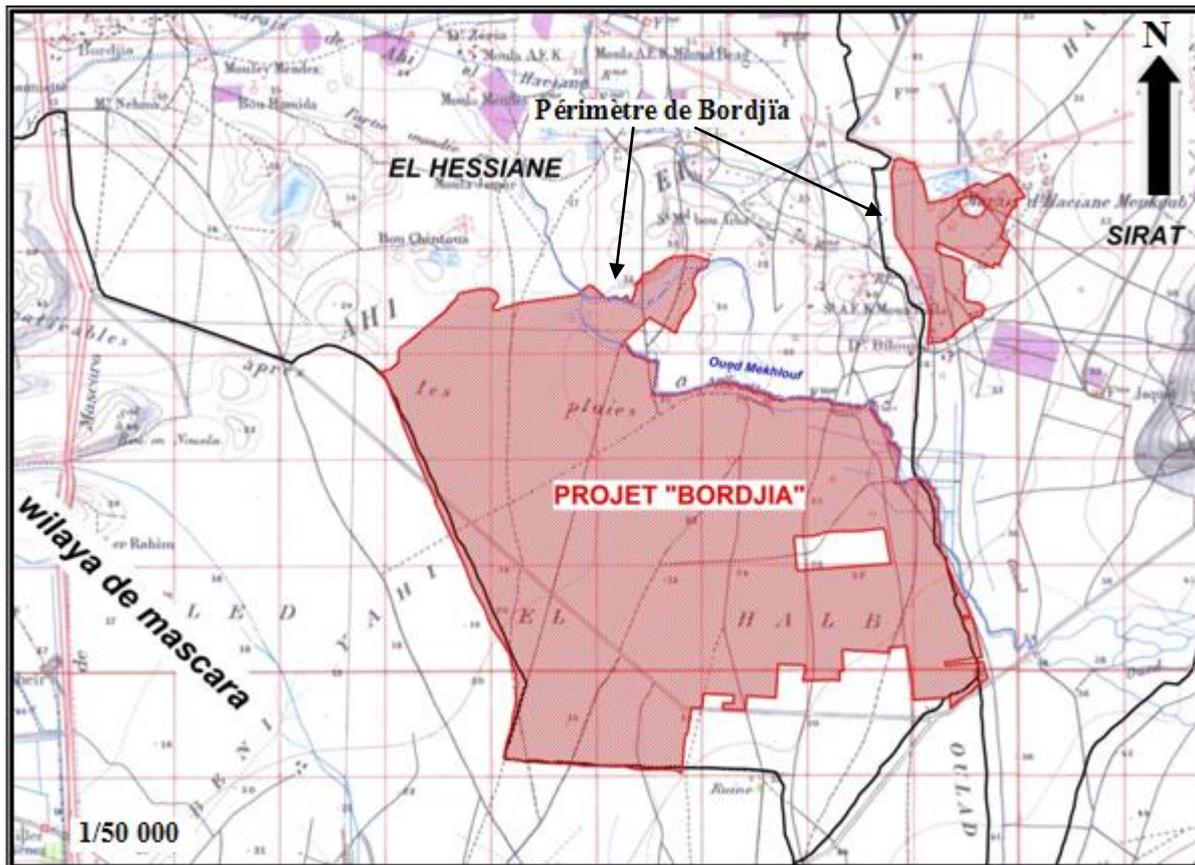


Figure I.1: Situation géographique du périmètre.

Source : BNDER

I.2.1 Relief :

Facteur déterminant dans la mise en valeur agricole surtout en irrigation, le relief de la zone du projet présente les caractéristiques suivantes : Un relief quasiment plat avec quelques ondulations à très faibles amplitudes, il s'identifie à une plaine. Dans les parties basses et les anciennes vallées, le drainage superficiel s'effectue difficilement sous l'action de la nappe phréatique dont l'écoulement est lent, ce qui est à l'origine des marécages dans les zones les plus basses. Cependant, un certain drainage est assuré par le réseau hydrographique de l'Oued Makhlouf qui ne peut cependant prendre en charge la totalité des eaux, notamment durant les périodes pluvieuses. Les pentes relèvent de la classe 0 - 6 %, et l'altitude est de l'ordre de 20 m seulement.

Pente faible non contraignante pour la conduite des opérations culturales. Cependant, la géomorphologie de dépression permet l'accumulation des eaux provenant des reliefs environnant, entraînant une remontée d'eau saumâtre (salée) sur toute l'étendue du périmètre lui conférant l'aspect de marécage

I.2.2 Hydrographie :

La commune Sirat est située entre les bassins inférieurs du Chélif et de la Mina et celui de l'Habra-Macta ; c'est-à-dire que la plus grande partie des rivières et cours d'eau qui se jettent sur la rive gauche de la Basse-Mina et du Bas-Chélif, ou vont se perdre dans la plaine de l'Habra et celle d'Ahl-el-Haciane, traversent le territoire qui nous occupe ici.

Notre zone d'étude s'étend sur quelques kilomètres de la plaine de Sirata cote des marais d'Ahl-el-Haciane, qui se situent dans la commune d'Ahl-el-Haciane Les différents oueds et leurs affluents convergent tous vers l'exutoire. C'est en ces endroits que l'Oued el Abd proprement dit a réalisé sa capture par Djebel Lakhdar (montagne verte), à l'Est de Frenda, passe près de Tiaret et Tagdempt, tombe de 42 mètres de hauteur à la cascade d'El-Houara ou rivière de la cascade de Tagremaret, plus considérable qu'elle-même, puis, avant d'arriver à Relizane elle reçoit, à une douzaine de kilomètres, dans le douar-commune de Zgaïer dans la wilaya de relizane, la rivière l'Hillil. Puis elle baigne Sidi-Bel-Hacel, et, après plusieurs replis sur elle-même, elle va se jeter à 15 kilomètres au Nord dans le Chélif, ayant effectué 220 kilomètres de cours dont une cinquantaine dans la commune mixte de la Mina.

I.2.3 Géologie :

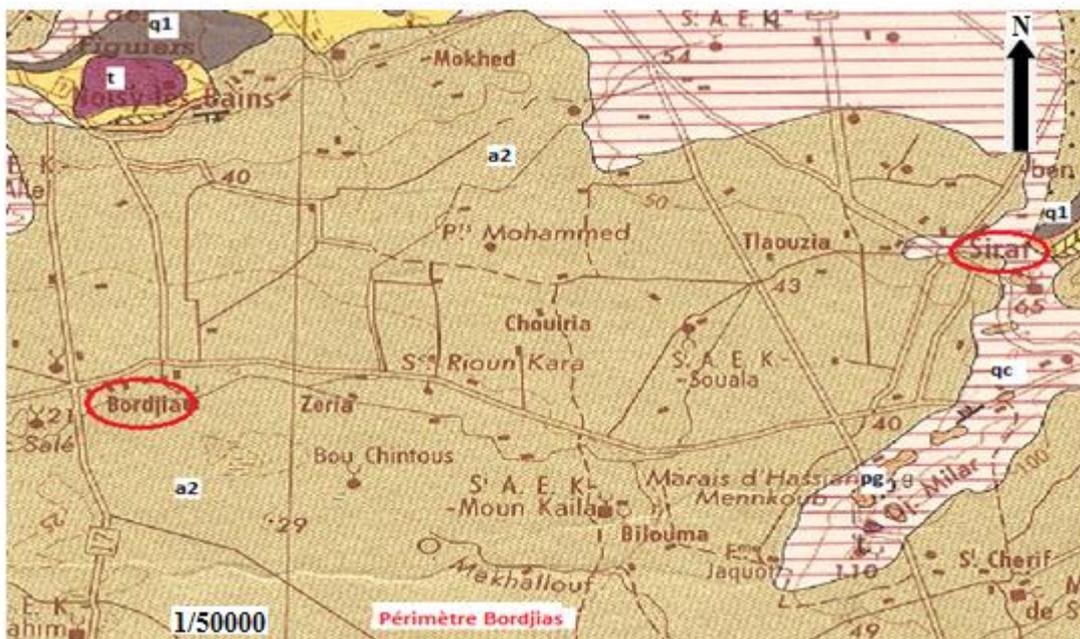


Figure I-2 : carte pédologique du périmètre de Bordjia

Source : BNDER

Légende :

- a₂ : Alluvions
- q_c : Post-villafranchien (carapaces calcaires)
- q₁ : Calabrien (grés calcaires lumachelliques)

p_g : Astien (grés marins)
t : Trias (gypses et argiles)

Du point de vue stratigraphique, on remarque l'existence d'une importante formation alluviale (a₂) qui s'étale sur la quasi-totalité du périmètre de Bordjias avec à l'Est, aux alentours de l'agglomération de Sirat l'affleurement du post-Villafranchien sous forme de carapaces calcaires. C'est des pointements des sols Calabriens, Astiens et Trias que on est une abondance en sel.

Le périmètre se localise au nord - est de la plaine de Mohammedia, à proximité de l'oued Makhloof. C'est un synclinal recouvert par un remplissage néogène. Du point de vu hydrogéologique, on note la présence de deux nappes aquifères :

- ✓ Nappe libre des grés du Calabrien ;
- ✓ Nappe captive des grés et sables de l'Astien.

La disponibilité en eau a été confirmée par des études hydrogéologiques mais actuellement ces deux nappes font l'objet d'une intense exploitation.

Les débits des forages exploités pour l'AEP sont de l'ordre de 32 l/s au niveau de la commune d'El Hassiane et la profondeur avoisine les 300 mètres.

I.3 Etude socio-économique de la zone d'étude :

Cette analyse concerne le communes Sirat dont une partie de leurs territoires respectifs constitue la zone d'accueil du projet. Comme la commune constitue l'unité administrative et statistique de base, l'approche consiste à maitre mettre en exergue les conditions de vie et de production des populations concernées. Le but recherché est de déterminer les déficits, et de cerner donc les besoins de ces populations dans divers domaines (emploi, habitat, santé, raccordement aux réseaux, etc.). La démarche est basée sur l'analyse d'un certain nombre d'indicateurs liés aux aspects démographiques, sociaux et économiques. Concernant ce dernier aspect, une attention particulière sera accordée au secteur de l'agriculture et de l'élevage, étroitement lié aux objectifs de la présente étude. Cette analyse est basée sur des données statistiques fournies par la Direction des Services Agricoles et la Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire de la wilaya de Mostaganem , complétées le cas échéant par les.

I.3.1 Indicateurs démographiques :

Paramètres socio-économique dynamique et déterminant de l'état des lieux, la démographie vise à traiter la tendance générale qui se dégage de l'évolution des populations vivant dans la zone d'accueil du projet durant la période considérée .De même qu'elle se propose d'identifier la relation de ces populations à leur territoire communale et ce, à travers la dispersion de la population et la densité .Par ailleurs, l'appréciation de la répartition par âge rend compte de

divers besoins actuels et futurs (santé, éducation, emploi, etc.).

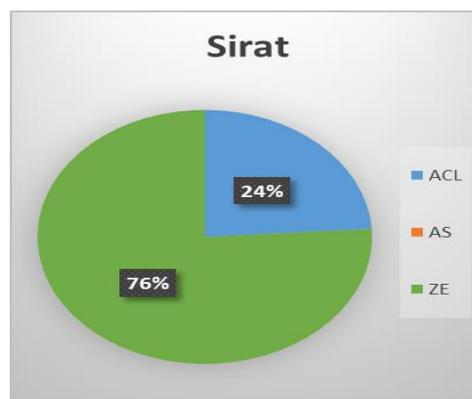
Tableau I.1 : Aspects démographiques.

Paramètre	Caractéristiques et indicateurs	Commune
		Sirat
Evolution population	Population RGPH 2008 (hab.)	21677
	Population 2013 (hab.)	24119
	Taux d'accroissement annuel (%)	1,9
Densité population	Population 2013 (hab.)	24119
	Superficie (Km ²)	71
	Densité (Hab. / Km ²)	340
Répartition population par âge	0 – 5 ans	2838 (12 %)
	6 – 24 ans	9 150 (38 %)
	25 – 59 ans	10 637(44 %)
	+ 60 ans	1 494 (6 %)

Source : réalisé à partir des données DPSB, 2013 et RGPH, 2008.

Selon Les données du R.P.GH et D.P.S.B, La population totale de la commune de **Sirat** est estimée à la fin de l'année 2013 à plus de 24 119 personnes contre 21 677 en 2008 soit une augmentation absolue d'environ 2 442 personnes et un taux d'accroissement supérieur de la moyenne de la wilaya de l'ordre de 1,9%.

Figure I-3 : Répartition de la population selon le type de résidence (ACL, AS, ZE).



Source : réalisé à partir des données DPSB, 2014.

Autre particularité, la commune de **Sirat** les populations de ZE (Zones Eparses) tiennent la première place avec 76 %, suivi par les résidents de l'ACL avec 28 % du total avec l'absence des agglomérations secondaires.

Quant à la répartition de cette population selon l'âge, elle fait ressortir sa jeunesse car presque la moitié (48 %) du total représente les moins de 24 ans. Cette tranche est constituée de ceux âgés de moins de 06 ans (11%) et de ceux relevant de la tranche 6 –24 ans (38 %), la 3ème tranche 25 – 59 qui théoriquement devrait constituer le pilier du développement local est la plus dominante avec 44%.

I.4-Etude climatologique :

La climatologie s'intéresse à l'analyse quantitative à long terme de la moyenne des paramètres requis pour caractériser les états de l'atmosphère, principalement la température de l'air, la lame d'eau précipitée, la direction et la vitesse du vent.

Un projet d'irrigation dépend essentiellement des conditions climatiques, car ces paramètres (températures, précipitation, humidité relative, évaporation), influent directement sur l'irrigation et le développement végétatif des cultures.

Les données du climat qui sévit dans la région sont déterminées à travers les observations effectuées par la station météorologique de Mostaganem. L'analyse climatique est faite sur la base de données les plus récentes, allant de 1990 à 2014 couvrant ainsi une période s'étalant sur plus d'une vingtaine d'années. Elles sont obtenues auprès de l'Organisme National de Météorologie (ONM). L'analyse climatique permet entre autres, d'analyser les facteurs déterminants (précipitation, température) qui conditionnent le bilan hydrologique, l'alimentation et la recharge des aquifères.

I-4-1 Présentation de la station météorologique :

Tableau I.2 : Caractéristiques de la station Mostaganem

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période d'observations	Durée des observations
Mostaganem	0°	35°52'8 "N	137	1990-2014	24 ans

I.4.2.Température :

Les températures sont considérées comme deuxième facteur important dans l'étude climatique, car elles agissent directement sur le phénomène d'évapotranspiration et donc le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. Par conséquent, la connaissance des températures et de leurs amplitudes est indispensable au choix des modes d'irrigation et des cultures à mettre en place.

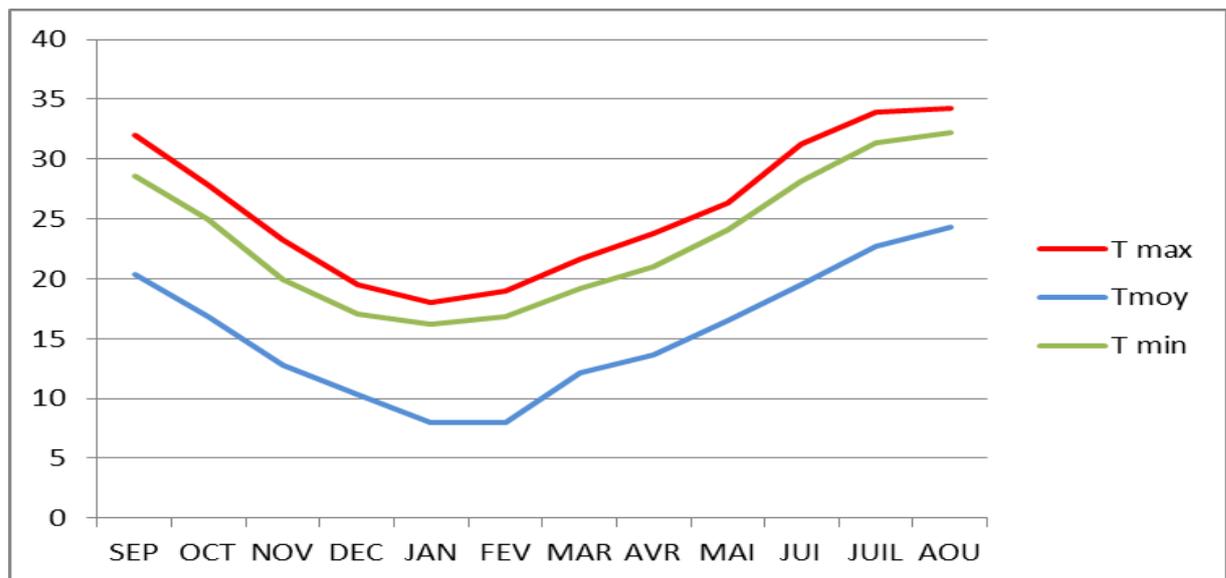
Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles station de Mostaganem (1990-2014)

T°	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	Moy
Max	32	27.8	23.3	19.5	18	19	21.7	23.8	26.4	31.3	33.9	34.3	25.92
Min	20.4	16.9	12.8	10.3	8	8	12.1	13.6	16.5	19.5	22.7	24.3	15.43
Moy	28.6	25.0	19.9	17.1	16.2	16.8	19.2	21.0	24.1	28.2	31.4	32.2	23.31

Source : station de Mostaganem

Les températures moyennes minimales et maximales sont reportées graphiquement comme suit :

Figure I.4: Variation annuelle des températures

**Interprétation :**

Il ressort du tableau précédent que :

- La température mensuelle minimale est celle du mois de Janvier, elle est de 7 C°.
- La température mensuelle Maximale est celle du mois de Juillet, elle est de 34.3 C°.
- La température moyenne annuelle est égale à 15.3°

I.4.3. Humidité relative de l'air :

L'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, correspond au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante (ou tension de

vapeur) à la même température. C'est un paramètre important en irrigation, puisqu'il intervient dans l'évapotranspiration des cultures

Tableau I-4: Valeurs mensuelles de l'humidité relative Station de Mostaganem (1990-2013)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été			moyenne
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Humidité (en %)	70,0	78,3	74,0	73,7	70,7	76,2	74,7	72,0	74,0	78,2	76,7	68,7	73,94

Source : station de Mostaganem

I.4.4. Les précipitations (pluviométrie) :

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une surface bien déterminée.

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable en irrigation afin d'évaluer la lame d'eau tombée sur l'ensemble du bassin versant et de déduire le régime pluviométrique.

Notre étude est donc basée sur les données enregistrées pendant une période de 24 ans (1990 à 2014).

I.4.4.1. Précipitations annuelles :

L'étude des variations des précipitations annuelles dans notre région montre une grande variation dans le temps et dans l'espace à l'échelle de 24 années (1990-2014). La moyenne interannuelle des précipitations est de 350.5 mm, ce qui correspond à une région semi-aride.

I.4.4.2. Précipitations mensuelles :

Pour donner un aperçu sur la variation des précipitations mensuelles à l'échelle de la région, le tableau suivant illustre les précipitations moyennes mensuelles pour la station sur 24 années d'observations allant de 1990 à 2014:

Tableau I-5: Distribution mensuelle des précipitations annuelles.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Total
P (mm)	21.9	34.6	75.0	59.0	53.0	56.6	36.0	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4	416

On remarque que les précipitations maximales sont marquées au mois de Novembre avec une moyenne de **75**mm, alors que le mois le plus sec est juillet avec **1,9** mm.

I.4.5.Le Vent :

Le vent a une influence directe sur les sols, la végétation et d'autres facteurs tels que précipitations et évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix du type d'irrigation.

Tableau I.6: Moyenne mensuelle des vitesses du vent (Station de Mostaganem)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Moyenne
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Vitesses m/s	2,7	3	3,1	3,3	3,5	3,3	3,7	3,8	3	3,1	2,7	2,3	3,3

Le tableau précédent, montre que la vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée à la station de Mostaganem est de 3.3 m/s.

I.4.6.Insolation :

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau suivant :

TableauI-7: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures).

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Moyenne Mensuelle	370,9	348,7	305,7	300,9	308,7	303,8	370,7	391,8	434,8	436,1	442,6	418,1

Source: ONM

I.4.7.L'évaporation**TableauI-8: Durée mensuelle de l'insolation totale en (heures).**

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Evaporation (mm)	216.6	175.4	108.06	85.73	76.86	92	140.73	176.73	233.66	282.86	370.6	315.6	189.57

Source: ONM

Le tableau ci-dessus montre l'évaporation d'environ 189 .57 mm annuellement soit une moyenne mensuelle de 190 mm. Le maximum est enregistré au mois de Juillet (370.6 mm) et le minimum au mois de Janvier (76,86).

I.4.8 Indices agro-climatiques :**I.4.8.1 Classification du climat selon l'indice de Martone (1926):**

L'indice d'aridité de Martone est un indicateur quantitatif du degré de sécheresse, estimé à un

endroit donné. Cet indice est donné par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{(10 + T)}$$

I : Indice d'aridité

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°).

$$I = \frac{416}{(10 + 23.31)} = 12.49$$

Tableau I-9: Résultats de l'indice de Martone

Intervalle du valeur du I	Type du climat	IRRIGATION
I<5	climat hyperaride	Indispensable
5<I<7,5	climat désertique	Indispensable
7,5<I<10	climat steppique	Souvent Indispensable
10<I<20	climat semi-aride	Parfois utile
20<I<30	climat tempère	Inutile

Nous remarquons à travers les valeurs obtenues de l'indice d'aridité, que la région appartient au **climat semi-aride**.

I.4.9 Quotient pluviométrique d'Emberger (1955) :

Le quotient pluviométrique d'Emberger exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport P/E.

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : Moyenne annuelle pluviométrique (mm).

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Kelvin).

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid (Kelvin).

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger.

Les calculs donnent :

$$Q = 2000 \frac{416}{(34,3 + 273)^2 - (7 + 273)^2} = 51,89$$

La station de Mostaganem aura un $Q = 51,89$; elle est située à la limite inférieure de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

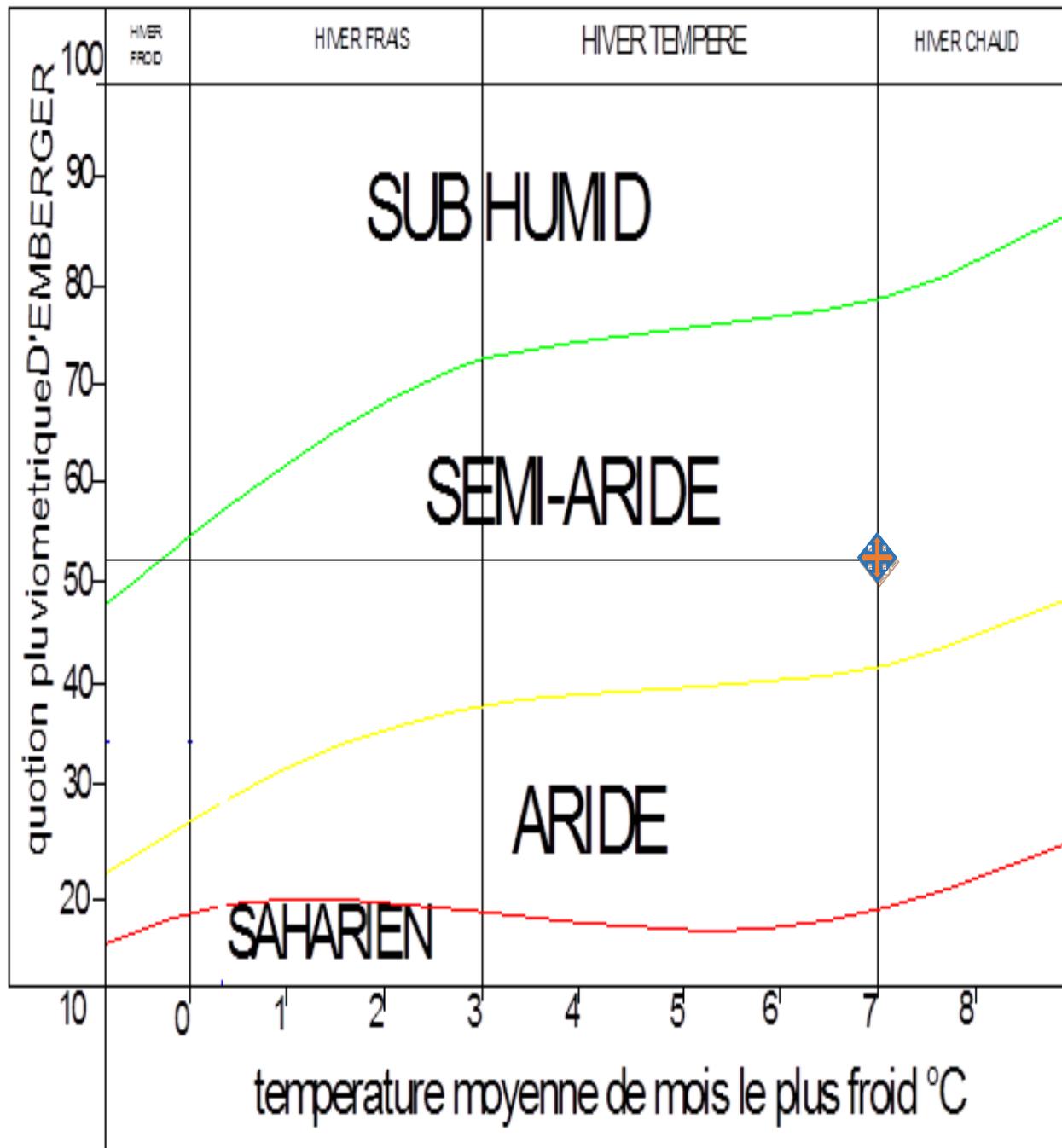


Figure. I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.4.10 Climogramme de Bagnouls et Gausсен :

Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climogramme de Gausсен à l'aide des données climatiques.

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnée les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égal à la moitié de celle des précipitations. Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

Tableau I.10 : Diagramme Embrothermique de Gausсен

mois	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
La moyenne de p (mm) les 10 ans	53	56.6	36	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4	21.9	34.6	75	59
Température moyenne (c°)	16.2	16.8	19.2	21	24.1	28.2	31.4	32.2	28.6	25	19.9	17.1

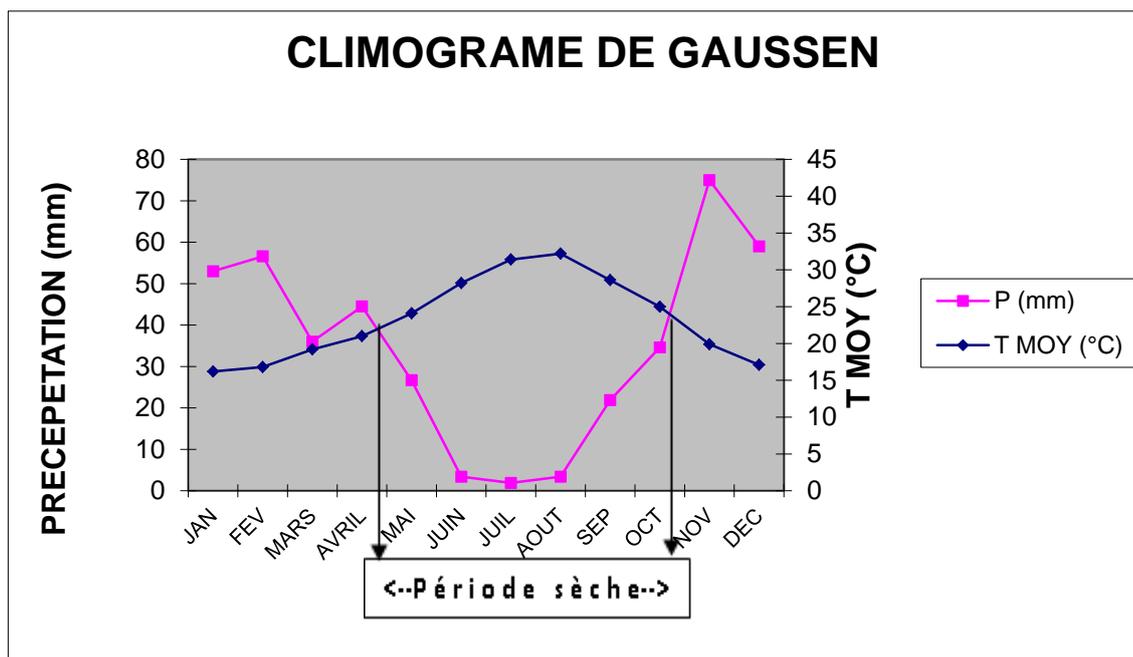


Figure I.6 : Diagramme de Gausсен pour la zone du projet

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est situé dans un étage semi-aride.

I.5 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons discuté les caractéristiques administratives et climatiques de notre région d'étude.

Après examen des données, il en ressort que la région d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.

Vu l'aridité de la zone d'étude, l'irrigation représente donc un facteur décisif pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures.

CHAPITRE II :

Ressources en sol

II.1.Introduction

L'objectif visé par le présent chapitre consiste en l'évaluation des potentialités édaphiques du périmètre, de faire ressortir les contraintes à l'aménagement hydro agricole et d'en déduire par conséquent l'aptitude culturale des différentes unités pédologiques.

II.2.Etude pédologique

La pédologie est une science qui étudie les caractéristiques du sol, elle est donc une phase primordiale dans tout projet d'aménagement agricole

II.2.1. Levé pédologique

Il a été réalisé par le biais de profils creusés mécaniquement et par l'observation des coupes naturelles existantes. La profondeur des profils creusés ne dépasse pas généralement 1 m avec une largeur de 1 m. La surface brute levée est de l'ordre de 107 Ha ; 4 profils ont été creusés, selon les unités géomorphologiques, l'occupation des sols et l'accessibilité du terrain. Soit une densité d'une observation pour 16 Ha (400m ,400m) . Tous les profils creusés ont fait l'objet d'une description détaillée horizon par horizon.

II.3.Classification des sols du périmètre SIRAT :

Le périmètre se compose de glacis à pente douce et de plaine avec pistes aménagées qui permettent l'accès facile aux parcelles.

La prospection pédologique et l'analyse des paramètres physico chimiques, ont permis de reconnaître une seule classe appartenant aux sols calcimagnésiques., on a distingué au niveau de cette classe deux types de sols :

II.3.1 Les sols calcimagnésiques

C'est la classe la plus importante du point de vue superficie et qualité. elle se subdivise en deux sous classes :

- I) Les Rendzines
- II) les sols bruns calcaires.

Ils se caractérisent par une texture fine à très fine et une hétérogénéité des horizons de profondeur. Du point de vue aptitude culturale, lorsqu'ils sont associés à des sols plus défavorables (rigosols) (sont à exclure de la mise en valeur), ils sont considérés comme inaptes à l'irrigation en raison de la faible profondeur du sol

Lorsqu'ils forment des unités homogènes, ils seront réservés aux cultures maraîchères, céréalières et cultures industrielles. L'arboriculture est à éviter. La protection contre les vents marins et le labour profond sont indispensables

II.3.1.1 .Les Rendzines :

Ces sols calcimagnésiques peu évolués à profil de type A/C, avec un horizon A bien structuré et assez pourvu en matière organique, ont été observés en plaine et sur glacis à faciès riche en calcaire.

II.3.1.1.1 Description d'un profil type : Profil n°1 :

Données générales :

Tableau II.1 : caractéristique du profile N°1

Géomorphologie	plaine
Pente	0-3%
Occupation actuelle	Culture maraichères
Aspect de surface	/
Coordonnées	X=00° 08' 52,52'' Y=35° 43'' 48,6''
Classification	
classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Rendzine
S/groupe	Rendzine modale

Source : BNDER

II.3.1.1.2 Description morphologique du profil :

0 – 30 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, forte effervescence à Hcl, transition nette

II.3.1.1.3 Résultats analytiques :

Tableau II.2 caractéristique physico-chimique du sol 1

Numéro du profil		1
Code laboratoire numéro		1
Horizons		H1
Profondeur en cm		0-30
Granulométrie (en %)	A	32,70
	LF	21,20
	LG	18,50
	SF	15,60
	SG	12,00
Caco ₃ Total (en %)		28,25
Caco ₃ Actif (en %)		12,60
CEC (en méq /100 g)		19,74
PH (au 1/5)		8,25
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,01
C %		1,18
MO %		2,04
Gypse %		/

Source : BNDER

II.3.1.1.4 Interprétation et valeur agronomique :

Ces sols peu profonds, présentent une texture légèrement dominée par la fraction limono argileuse avec une bonne structure et une porosité adéquate des agrégats. Chimiquement, ces sols offrent des propriétés moyennement favorables qui s'articulent autour de :

- ✓ Des teneurs en calcaire actif inférieures à 15% tolérables par une grande gamme de cultures ;
- ✓ Un Ph légèrement alcalin moyennement favorable à la nutrition des plantes ;
- ✓ Une fertilité chimique appréciable exprimée par une capacité d'échange cationique supérieure à 15 méq /100 g de sol et un taux de matière organique variant entre 2 et 3% dans tous les profils analysés.

De ces propriétés, il ressort que ces sols présentent une convenance moyenne pour la céréaliculture et les cultures fourragères, mais une bonne aptitude pour les cultures

maraichères et l'arboriculture rustique, notamment les espèces tolérant les fortes teneurs en calcaire telles que le figuier, l'olivier, l'amandier et le grenadier.

II.3.2 Les sols bruns calciques :

Reposant à faible ou moyenne profondeur sur des roches en cours d'altération seront réservés aux cultures maraichères, céréalières et fourragères.

Les travaux d'aménagement se limitent à la protection contre les vents marins et au labour profond.

II.3.2.1.1 Description d'un profil type Profil n°2 :

Données générales :

Tableau II.3 : caractéristique du profil N°2

Géomorphologie	replat
Pente	0-3%
Occupation actuelle	Grandes cultures
Aspect de surface	/
Coordonnées	X=00° 09' 07,70'' Y=35° 44' 09,4''
Classification	
classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Sols bruns calcaire
S/groupe	vertique

Source : BNDER

II.3.2.2 Description morphologique du profil :

0 – 30 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono-argileuse, structure polyédrique fine, présence des fentes de retrait de 1 à 2 cm de large, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.

30 – 70 cm : sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge, quelques racines fines, activité biologique très faible, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, forte effervescence à Hcl avec calcaire an amas friable, transition nette.

70 cm : calcaire friable.

II.3.2.3 Résultats analytiques :

Tableau II.4 caractéristique physico-chimique du sol

Numéro du profil			P2
Code laboratoire numéro		2	3
Horizons		H1	H2
Profondeur en cm		0-30	30-70
Granulométrie (en %)	A	31,50	36,10
	LF	18,40	21,60
	LG	15,90	16,30
	SF	21,80	17,60
	SG	12,40	8,40
Caco ₃ Total (en %)		23,63	28,63
Caco ₃ Actif (en %)		10,69	13,30
CEC (en méq /100 g)		16,57	19,31
PH (au 1/5)		8,20	8,13
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,39	0,45
C %		1,20	0,75
MO %		2,06	1,29
Gypse %		/	/

Source : BNDER

II.3.2.4 Interprétation et valeur agronomique :

Ces sols moyennement profonds présentent des caractéristiques physico chimiques favorables à leur utilisation, et qui s'articulent autour :

- ✓ Un aspect de surface sans aucune contrainte pour les travaux du sol ;
- ✓ Une profondeur de 70 cm permettant l'introduction d'une large gamme de cultures ;
- ✓ Absence de niveau limitant (croûte et encroûtement) ;
- ✓ Une texture limono argileuse avec une bonne structure des agrégats favorable à tout type d'utilisation ;
- ✓ Absence du risque de salinité exprimé par une conductivité électrique faible ;
- ✓ Des teneurs en calcaire actif inférieures à 15% tolérables par une large gamme de cultures ;

- ✓ Une bonne fertilité chimique exprimée par une capacité d'échange cationique variant entre 16 et 19 méq/100 g de sol, et des taux de matière organique bien incorporés en profondeur.

De ces caractéristiques, il ressort que cette unité morpho pédologique sans contraintes majeures, peut convenir à tout type d'utilisation notamment aux céréales (blé et orge), aux cultures fourragères, aux cultures maraichères (tomate, piment, poivron, courgette, navet, pomme de terre, oignons, artichaut, etc.) et à l'arboriculture fruitière.

II.4. Aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales des différentes unités pédologiques définies ont été établies en tenant compte des paramètres édaphiques suivants :

- La profondeur du sol
- La texture du sol (selon la profondeur des racines de la culture)
- La structure des horizons en fonction de l'enracinement de la culture
- Présence d'éléments grossiers dans le profil
- L'hydromorphie
- La salinité du sol
- Le calcaire
- La réaction du sol (pH).

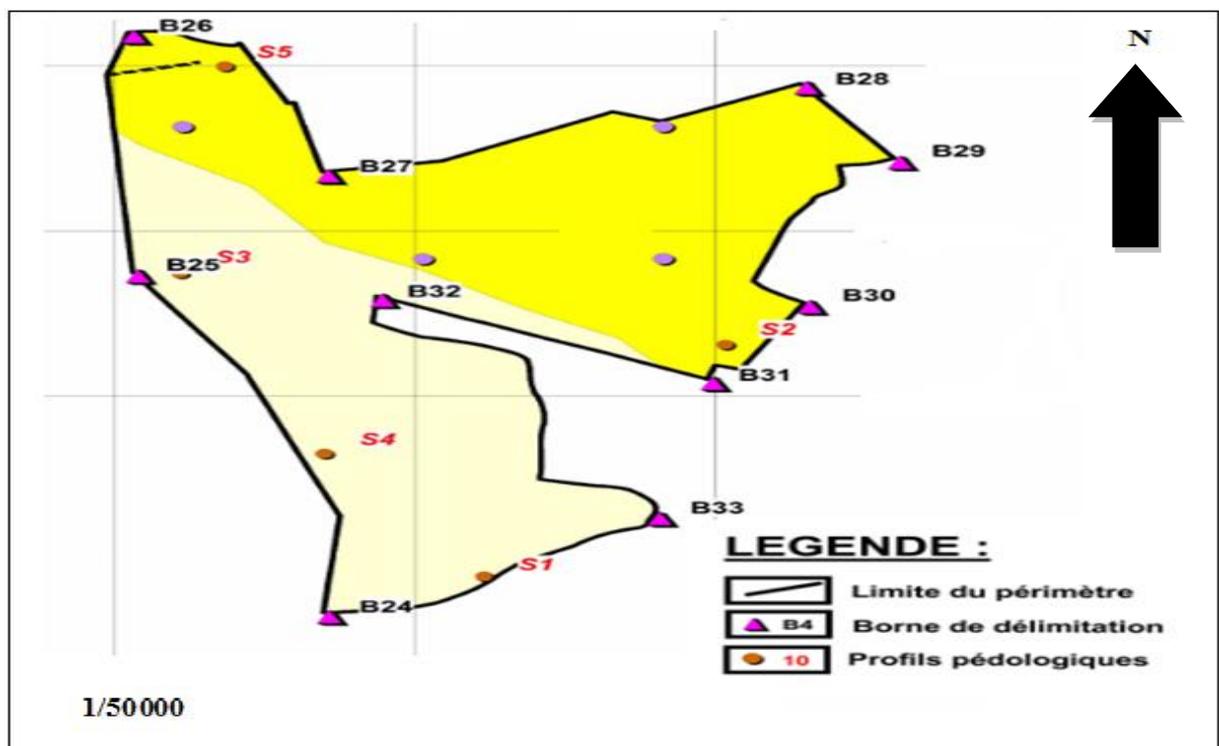


Figure II.1 : Classification des sols sur le périmètre (Source : BNEDER)

Tableau II.5 Aptitudes culturale

Type de sol	Type de contrainte	Aptitude	
		Bonne	Moyenne
Rendzine modale	Profondeur	olivier, figuier, amandier, vigne, grenadier	Orge, luzerne, vesce, Tomate, pomme de terre, navet, choux-fleur, laitue, aubergine, pastèque, melon, piment-poivron, primeurs
Sols bruns calcaires modaux	Aucune contrainte	Orge, blé tendre, blé dur, vesce, luzerne, Tomate, pomme de terre, navet, choux-fleur, laitue, aubergine, pastèque, melon, piment-poivron, primeurs	/

En tenant compte des contraintes et potentialités intrinsèques des sols du périmètre étudié, le choix des cultures a été élaboré sans tenir compte des considérations économiques qui pourraient orienter ce choix.

Les cultures céréalières, fourragères et maraîchères peuvent donner de bons rendements sur les sols bruns calcaires modaux et des rendements moyens sur les rendzines dont la profondeur ne permet pas des labours profonds. Les espèces non exigeantes en profondeur et très tolérantes au calcaire actif telles que l'olivier, l'amandier, le figuier, le grenadier et la vigne, conviennent parfaitement sur les rendzines modales.

II.5. Qualité des sols

II.5.1: conductivités électriques

Pour les profils analysés, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales sont rappelées ci-dessous :

Tableau II.6.La conductivité du sol

Zone	Classification (ECe moyenne)	Nombre de profil	conductivité électrique .CE mmhos/cm	
			Maximale (M)	Minimale (m)
Périmètre de bordjia	$ECe \leq 1$	4	0.01	0.45

Interprété en fonction d'une échelle au terme de conductivité électrique de l'extrait

- 00 - 0,6 mmhos/cm : non salins
- 0,6 - 1,2 mmhos/cm : peu salins
- 1,2 - 2,4 mmhos/cm : Salé
- 2,4 - 6 mmhos/cm : fortement salé
- > 6 mmhos/cm : Extrêmement salé

De notre périmètre la conductivité électrique inférieure à 0,6 mmhos/cm donc le sol non salins donc ne nécessite pas de lessivage.

II.5.2.La perméabilité des sols :

La perméabilité a été déterminée par les méthodes suivantes :

- a- Mesure au laboratoire.
- b- Méthode du « trou de sondage » (Houghoudt-Ernest,1940)
- c- Evaluation en champs.

Tous les échantillons à structure conservée sont recueillis en double exemplaire dans des anneaux métalliques de 5 cm de diamètre intérieur et de 5,1 cm de longueur. les échantillons sont saturés à l'eau.

Pour déterminer la perméabilité d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, on travaille sous charge constante.

Les classes de perméabilité retenues :

- ✓ Classe I : $I \leq 1$ cm/h → sols très imperméables à ne pas irriguer
- ✓ Classe II : $1 \text{ cm/h} < I \leq 2$ cm/h → sols imperméables à irriguer avec précautions
- ✓ Classe III : $2 \text{ cm/h} < I \leq 3$ cm/h → sols imperméables à irriguer
- ✓ Classe IV : $3 \text{ cm/h} < I \leq 4$ cm/h → sols perméables à irriguer
- ✓ Classe V : $I > 4$ cm/h → sols très perméables, risque de perte d'eau.

Tableau II.7: répartition des perméabilités

Zone pédologique	Profondeur (cm)	Perméabilité (cm/min)
Bordjia	0 -30	0.1493
	30 -60	0.1137
	60-100	0.45167

II.6 Occupation du sol pour les cultures a irrigué:**Tableau II.8: Occupation du sol des cultures proposées**

Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JN	JT	A	
Orge			—————										
Sorgho								—————					
Pomme de terre (S)								—————					
Tomate								—————					
Olivier	—————												
bettrave			—————										

II.7. Conclusion

Le présent chapitre a été consacré à l'étude pédologique dans laquelle nous avons présenté les principales caractéristiques du sol, les unités pédologiques recensées et les contraintes de mise en valeur définies.

Les sols présentent généralement une texture limono-argileuse, avec une perméabilité élevé.

CHAPITRE III :
Ressources en eau et
Hydrologie

Chapitre III : Ressources en eau et Hydrologie

III.1.Introduction

Avant d’entamer une étude en irrigation, il faut d’abord localiser et quantifier l’eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter la périmètre bordjia et détailler l’étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

III.2.Ressources en eaux

III.2.1 Eaux souterraines : Existence d’une importante formation alluviale qui s’étale sur la quasi-totalité du périmètre avec à l’Est, aux alentours de l’ACL (société) de Sirat l’affleurement du post-Villafranchien sous forme de carapaces calcaires. Çà et là, pointent le Calabrien (grés calcaires lumachelliques) et l’Astien (grés marins), de même que le Trias (gypses et argiles) qui abonde en sel. Du point de vu hydrogéologique, on note la présence de deux nappes aquifères : la nappe libre des grés du Calabrien et la nappe captive des grés et sables de l’Astien.

III.2.2 Eaux de surface : Le contexte géo climatique de la plaine des Bordjias qui s’illustre par un climat semi-aride marqué par deux saisons, l’une relativement humide d’octobre à avril et l’autre chaude et sèche, fait que la zone d’étude subit un important déficit en eaux superficielles.

III.3. Analyse de la qualité de l’eau d’irrigation :

L’analyse de la qualité de l’eau d’irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d’irrigation permet de préserver la santé du consommateur ;

- préserver les ressources en eau souterraines, superficielles ;
- préserver l’environnement contre certains risques en particulier la salinisation des sols.

Leurs caractéristiques de l’eau du forage sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.1: caractéristiques de forage

Forage	Coordonnée	Débit l/s	niveaux c	PH
F	Z:86m	32	300	7
	x:241,375			
	y:3.959125			

III.4. Compositions chimiques de l'eau d'irrigation :

Les caractéristiques chimiques de l'eau sont indispensables pour le choix des cultures et l'estimation de la dose d'irrigation, pour cela en fait des analyses sur la composition chimique de l'eau des forages, nous à donner les résultats suivants :

Tableau III.2. Compositions chimiques de l'eau

Elément	mg/l	méq/l
Ca ⁺⁺	142	7,07
Mg ⁺⁺	58	4.67
Na ⁺	235	10.20
K ⁺	3	0,08
Cl ⁻	436	12.29
SO ₄	186	3.88
HCO ₃	308	5.04
CO ₃	0	0
NO ₃	15	0,24
Somme des cations	22,11méq/l	
Somme des anions	21.45méq/l	
Somme des ions	1382mg/l	
Résidu sec à 110°C	1320mg/l	
Minéralisation	1288mg/l	
Conductivité à 25°C	0.7mmhos/cm	
PH	7	
Turbidité (FTU)	2	

II.4.1 La salinité :

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

II.4.2 La conductivité électrique :

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale des eaux.

Tableau III.4 .Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation
C ₁	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C ₂	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C ₃	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée	ne convient qu'a des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C ₄	CE > 2,25	Eau de risque très élevée	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du forage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique CE = 0.7 mmhos/cm, donc le risque de salinité est moyen. ce qui présente un risque moyen, et convient pour les plantes moyennement tolérantes.

II.4.3 Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exerce alors une action de défoulant, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na⁺, celle en ion Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺, il est défini comme suit : revoir l'écriture elle est collée.

$$S. A. R = \frac{Na^{++}}{\sqrt{\frac{Mg^{++} + Ca^{++}}{2}}}$$

Avec: Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

4 classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin :

Tableau III.5.Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

$$SAR = \frac{10.20}{\sqrt{\left(\frac{4.67+7.07}{2}\right)}} = 4.20$$

Dans notre cas on a le S.A.R = 4.20 ; Risque faible.

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2 ,S1), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisé dans les projets d'irrigation .

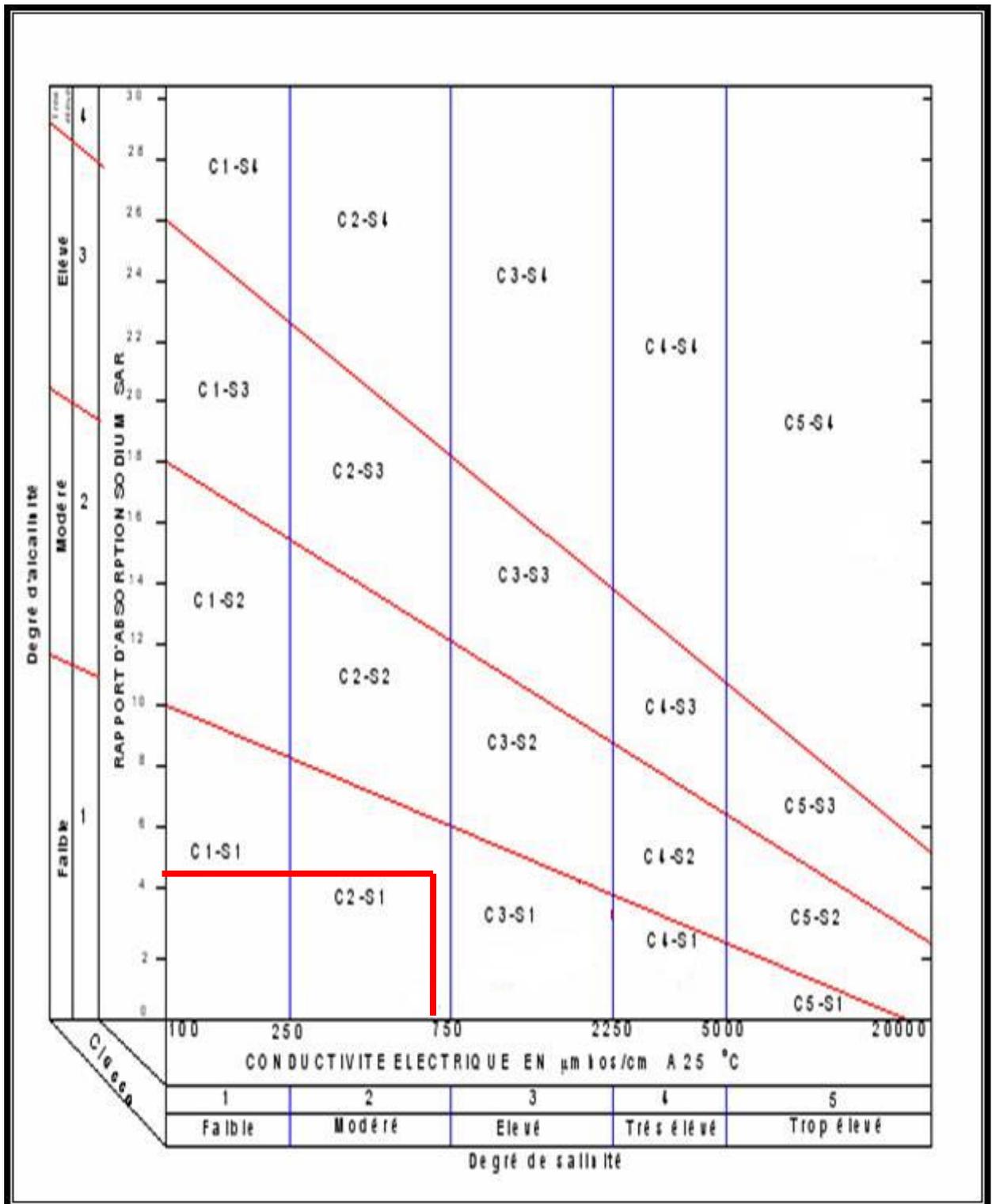


Figure III-1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

III.5. Etude hydrologique

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre, ainsi que l'ensemble des aspects liés aux processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

Ce volet a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences donné, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

III.5.1. Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Mostaganem, exploitée par BNEER

Les données d'observation ont été collectées sur une période de trente (24) ans.

Les pluies sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III-6: Précipitation mensuelle de la station Mostaganem

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNUEL
Années	Précipitation												
1990-1991	7.5	24.6	60	29.8	110.2	52.4	51.5	63.2	16.6	0	5.9	0.9	422.6
1991-1992	9	35.9	80.6	11.5	28.3	60.7	133.5	6.8	26.8	2	1.2	0.4	396.7
1992-1993	1.5	9.1	34.7	23.8	42.4	34.6	54	8.8	36.2	31.1	7.2	0.3	283.7
1993-1994	5.8	55.9	55.7	10	40	68.1	23	41.5	23.6	4.7	0	2.9	291.2
1994-1995	20.5	23.7	34.8	3	40.2	47.9	1.4	36.5	8.4	0	0.4	0	216.8
1995-1996	25	15	86	61	47	37	57	15	1	3	6	1	354
1996-1997	35	30	3	49	134	105	40	60	25	0	6	1	488
1997-1998	23	34	65	56	79	4	29.6	111	17	2	2	11	433.6
1998-1999	6	11	26	69	47	33	13	33	49	0	2	9	298
1999-2000	23	25	74	62	89	81	51	5	3	1	1	13	428
2000-2001	143	60	118	27	5	111	14	21	32	0.5	0	0.5	532
2001-2002	7	17	178	45	43	140	3	68	21	1	0	0.1	523.1
2002-2003	1	41	71	9	7	48.5	70	60	42	2	1	11	363.5
2003-2004	0	36	75	78	72	47	7	63	14	1	0	0	393
2004-2005	5	65	95	147	27	43	12	13	61	14	0	1	483
2005-2006	21	45	108	44	11	67	26	6	0.5	1	0	1	330.5
2006-2007	37	1	6	216	118	82	10	24	111	4	0	0	609
2007-2008	42	73	69	23	59	41	65	83	0	0	0.1	2	457.1
2008-2009	36	45	169	129	28	7	17	6	21	9	7	0	474
2009-2010	28	4	22	35	64	15	36	45	20	1	0	1	271

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNUEL
2010-2011	6	72	65	16	48	70	49	52	12	4	2	23	419
2011-2012	5	41	79	45	72	26	29	87	49	0	0	0	433
2012-2013	14	59	151	81	32	74	26	64	3	0	0	0	504
2013-2014	25	6	75	145	69	62	46	94	48	0	3	2	575
Moyenne	21.9	34.6	75.0	59.0	54.7	56.6	36.0	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4	415.8

Source : station de Mostaganem

III.5.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Le test d'homogénéité consiste à vérifier que K ($K \geq 2$) échantillons (groupes) proviennent de la même population ou que la distribution de la variable d'intérêt est la même dans les K échantillons

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon qui repose sur le procédé ci-dessous :

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N_1 et N_2
- ✓ Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- ✓ On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant .à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang ,tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec : $W_{min} < W_y < W_{max}$

W_y : Somme des rangs des sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right]$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{min}]$$

$N_1=10$ et $N_2=14$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité des pluies de notre station :

Tableau III-7: Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	La Série P (mm)	Séries X (mm)	séries-Y (mm)	Décroissant (mm)	Y union X
1	422.6	483	422.6	609	X
2	396.7	330.5	396.7	575	X
3	283.7	609	283.7	532	Y
4	331.2	457.1	331.2	523.1	Y
5	216.8	474	216.8	504	X
6	354	271	354	488	Y
7	488	419	488	483	X
8	433.6	433	433.6	474	X
9	298	504	298	457.1	X
10	428	575	428	433.6	Y
11	532		532	433	X
12	523.1		523.1	428	Y
13	363.5		363.5	422.6	Y
14	393		393	419	X
15	483			396.7	Y
16	330.5			393	Y
17	609			363.5	Y
18	457.1			354	Y
19	474			331.2	Y
20	271			330.5	X
21	419			298	Y
22	433			283.7	Y
23	504			271	X
24	575			216.8	Y

Nous avons : $91.03 < 105 < 158.97$ donc $W_{min} < W_y < W_{max}$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Mostaganem est homogène.

III.6. Etude de l'échantillon :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou log- Normale

III.6.1 Choix du type de loi :

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité nous permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un

mauvais ajustement). On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5.

III.6.2-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

$$\text{Variable réduite de Gauss : } U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} .$$

Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $C_{s=0}$).

$$\text{Le coefficient de variation : } C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} .$$

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien:

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$$

Avec : $X_{P\%}$: précipitation de probabilité P%.

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau III-8 et au Figure III-2

Tableaux III-8 :Ajustement à la loi normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	648	39.5	570-525
50	0.98	621	36.1	550-691
20	0.95	580	31.3	519-642
10	0.9	544	27.5	490-598
5	0.8	501	23.6	454-547
2	0.5	417	20.2	378-457
1.25	0.2	334	23.6	288-381

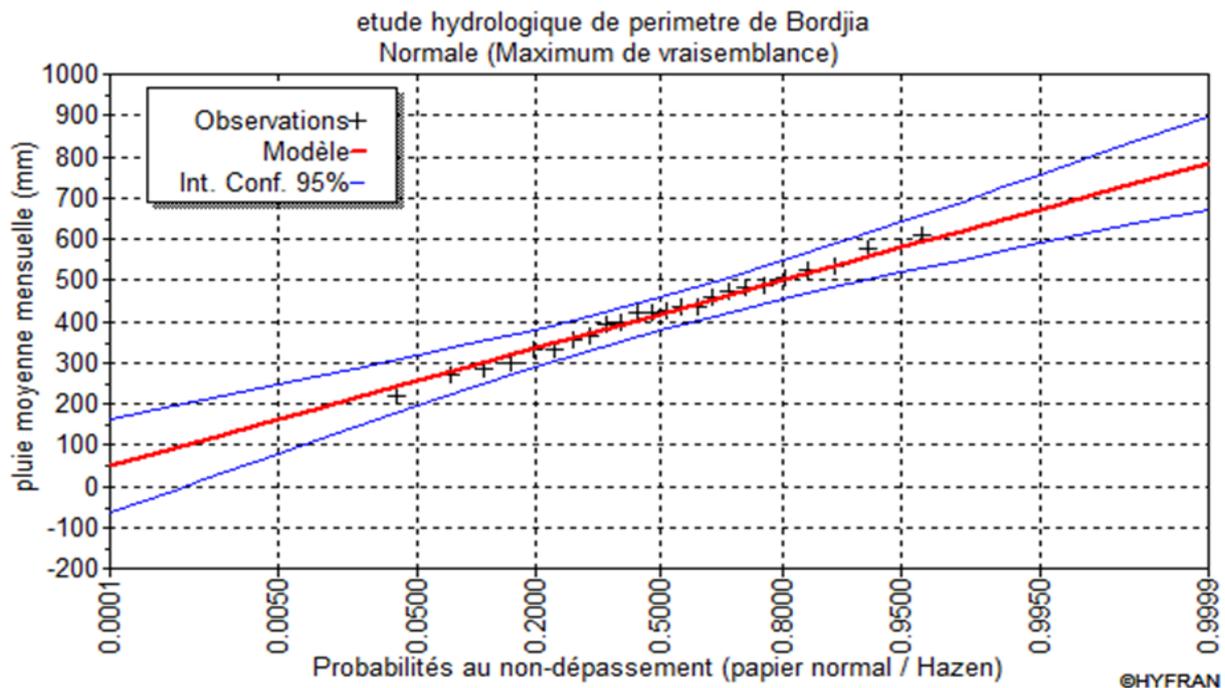


Figure III-2: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.6.3-Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré (χ^2).

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour le quel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X)dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})]$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (P=2).

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

III.6.4 Test de Khi carré pour la loi Normale

- ✓ On calcule χ^2 .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson (voir tableau III-8 ci après)

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.01$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$

table du χ^2 .

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

D'après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.83 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 13.277$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.83 < \chi^2_{\text{théorique}} = 13.277$$

Donc l'ajustement est à considérer

III.6.5- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

-Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_p$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$: précipitation probable à P%.

$\overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

δ_{Ln} : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30$$

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III-9 Et au Figure III-3

Tableaux III-9 :Ajustement à la loi log normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100	0.99	732	74.2	587-877
50	0.98	683	63.3	559-807
20	0.95	616	49.6	519-713
10	0.9	561	39.7	484-639
5	0.8	502	30.4	442-562
2	0.5	405	21	364-447
1.25	0.2	327	19.9	289-366

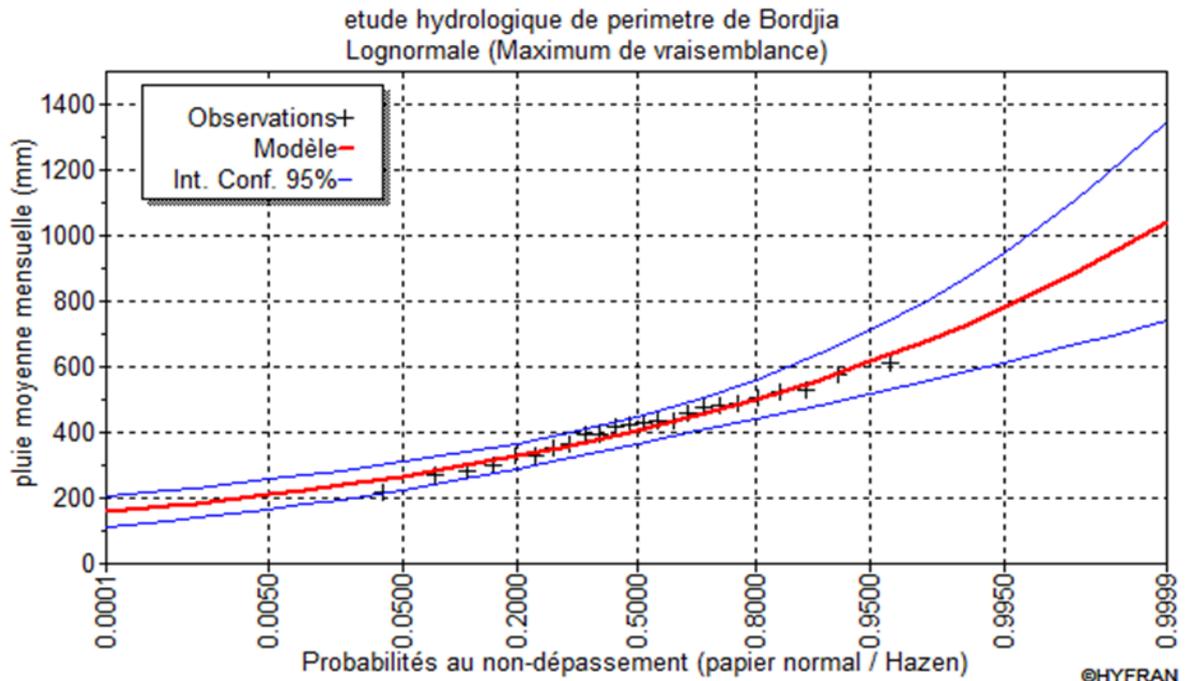


Figure III-3. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

III.6.6-Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

➤ Test de Khi carré pour la loi de Galton

- ✓ On calcule $\chi^2_{\text{calculé}}$.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{\text{théorique}}$ sur la table de Pearson III.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.25 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.25 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

D'après le test de Khi carré, la loi log-Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale.

III.7. Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région. On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 334\text{mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 417\text{mm.}$$

L'estimation de l'année sèche de fréquence sec 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_i, 80\% = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}}$$

Avec : i : mois

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau III.9 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$P_{i,\text{moy}}$ (mm)	21.9	34.6	75.0	59.0	53.0	56.6	36	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4
$P_{\text{sec}80\%}$ (mm)	17.5	27.6	60.0	47.2	42.4	45.2	28.8	35.6	21.4	2.7	1.5	2.7

III.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé la problématique des ressources en eau de la zone d'étude. Etant donné les caractéristiques climatologiques arides de la région, les calculs hydrologiques ont montré la nécessité d'approvisionnement en eau du périmètre à partir de forage.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 5 ans. A partir de l'ajustement des séries des pluies journalières maximales, on constate que la loi de **GALTON (log-normale)**, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

CHAPITRE IV :

Calcul des besoins en eau des cultures

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction

Le chapitre suivant présente afin la quantification des besoins en eau des cultures ; ainsi que leurs régimes d'irrigation qui correspond a un ensemble du nombre des dose et des dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures pour combler le déficit hydrique dans la couche active du sol.

IV.2.Besoins en eau des cultures

IV.2.1 Définition

En terme général le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare 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.

IV.3.L'évapotranspiration (E T)

On appelle évapotranspiration d'une culture la combinaison du phénomène physiologique de la transpiration et de celui, purement physique, de l'évaporation d'eau à la surface d'une feuille, et à la surface du sol sur lequel la culture est implantée. Comme pour la pluie, l'évapotranspiration d'une culture s'exprime en millimètres d'eau, c'est-à-dire en litres d'eau par mètre carré de surface du sol.

On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

IV.3.1 L'évapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait soit à partir de stations (méthodes directes), soit à partir des données climatiques disponibles, à partir des méthodes empiriques.

IV.3.1.1 Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{(t + 15)} K \dots\dots\dots (IV.1)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour)

IV.3.1.2 Formule de Blaney-Criddle 1959:

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P \dots\dots\dots (IV.2)$$

T : (°C) est la température moyenne

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

IV.3.1.3 Formule de Thornthwaite 1948 :

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times t^a}{I} \right) \times K \dots\dots\dots (IV.3)$$

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel

K : coefficient d'ajustement mensuel.

IV. 3.1.4.A Estimation de l'ET₀ par la formule de Penman modifiée (formule de Monteith)

- La formule de M^f Penman et Monteith modifiée se présentant comme suit:

$$ET_0 = C \times [w \times R_n + (1 - w) \times F(u) \times (e_a - e_d)]$$

ET₀ : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R_n : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ jr

F (u) : fonction liée au vent.

e_a : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

e_d : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

$(e_a - e_d)$: constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, nous avons utilisé le logiciel CROPWAT. Pour l'exploitation du logiciel, nous avons introduit les informations mensuelles de la station météorologique suivantes :

- Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats don le tableau IV.1 suivant :

Tableau IV.1: données obtenu a partir du logiciel CROPWAT

Mois	Temp Moy(°C)	Hr%	Vent (Km/jour)	Isolation(Heurs)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET0 (mm / j)	ET0 (mm /mois)
Janvier	6.4	72	242	6	10.1	1.92	59.52
Fevrier	7.8	67	285	7	13.3	2.63	73.64
Mars	10.5	63	294	7.7	17.1	3.66	113.46
Avril	12.8	60	320	8.6	20.9	4.74	142.2
Mai	18.1	53	294	9.5	23.7	5.79	179.49
Juin	23	46	268	10.7	25.9	7.05	211.5
Juillet	26.4	40	259	10.3	25	7.63	236.53
Août	24.9	44	216	10	23.3	6.88	213.28
Septembre	21.4	56	225	8.7	19.2	5.4	162
Octobre	16.6	60	199	7.1	14.2	3.74	115.94
Novembre	11.1	68	251	5.9	10.4	2.68	80.4
Decembre	7.9	72	268	5.5	9	2.03	62.93

IV. 4. L'évaporation maximale de culture (ETM)

La formule appliquée est la suivante :

$$ETM = Kc \times ET0 \quad (\text{mm /jour})$$

Avec :

Kc : coefficient cultural & Et0 : évapotranspiration de référence, c'est l'ETP calculé par la méthode Penman.

Les valeurs des Kc utilisées dans le tableau suivant sont tirées du bulletin d'irrigation drainage de la FAO N° 24. Le ministère des ressources en eau a établi un document intitulé "plan national de l'eau secteur de développement agricole et irrigation" pour différents bassins versants. Ce document fait référence au même bulletin pour les coefficients culturaux utilisés.

Nous présenterons dans le tableau IV.2 ci-après les coefficients culturaux (Kc) des spéculations à envisager dans le périmètre :

Tableau IV.2: Coefficients culturaux (Kc) des cultures

culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
OLIVIER	0.9	0.9	0.9	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.9
P.Terre	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	1.15	0.9	0.75	0
Tomate								0.75	1.1	1.2	0.7	
orge			0.3	0.4	0.53	0.9	1.05	1.1	0.6			
sorgho									0.8	1	1.15	0.75
Bettrave			0.4	0.5	0.7	0.8	0.95	0.6				

IV.5.La réserve facilement utilisable (RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement.

Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité qui s'approche du point de flétrissement, on considère donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU). On considère généralement que la RFU correspond au 2/3 de la réserve Utile, selon le type de cultures.

On obtient donc :

$$\text{RFU} = (\text{Hcc} - \text{Hpf}) * \text{Y} * \text{Z} * \text{da}$$

Avec :

Y : degré de tarissement égal à 2/3

Da : densité apparente. égal 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend(13)

Tableau IV.3 Les profondeurs d'enracinement

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
olive	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Orge	0.4	0.55	0.6	0.7	0.7						0.3	0.3
Tomat			0,4	0,9	1,2	1,2						
Sorgho			0.5	0.75	0.95	1	1					
Pomme de terre				0.1	0.2	0.3	0.35					
betterave	0.9	0.95	0.9	0.7							0.5	0.9

IV.6 Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{moy}$$

Avec :

P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

P_{moy} : pluie moyennes en (mm/mois).

Les calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau IV.4:Pluies efficaces calculées

Mois	Psec80% mm/mois	Pluie eff mm
Janvier	42.40	33.9
Février	45.2	36.2
Mars	28.8	23.0
Avril	35.6	28.4
Mai	21.37	17.1
Juin	2.71	2.2
Juillet	1.5	1.2
Août	2.7	2.2
Septembre	17.5	14.0
Octobre	27.6	22.1
Novembre	60.0	48.0
Décembre	47.2	37.7
Total (mm)	332.58	266

IV.7 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

E.T.M : évapotranspiration (mm/mois).

RFU : La réserve facilement utilisable

Peff : pluie efficace.

IV.8. Calcul des besoins brut Bbrut

C'est le volume d'eau d'irrigation exprimé en mm/j, nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

La formule employée est :

$$B_{\text{brut}} = B_{\text{net}} \times R_p$$

Avec :

Rp : le rendement de l'irrigation a la parcelle.

$$Rp = E \times \frac{Cu}{100}$$

E : coefficient qui exprime l'efficacité de l'arrosage dépend de la texture du sol.

Cu : coefficient d'uniformité.

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement Nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation qui dépend de l'efficience du réseau, du transport et de l'uniformité de distribution.

Dans notre cas, on a considéré une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus Égalé à 0,75.

IV.9. Détermination les Besoin en eaux des cultures :

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

Tableau IV.5 Besoins en eau d'irrigation de olivier

	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
olivier	Janvier	33.92	59.52	1.2	145.6	72.80	0.65	38.69	0.00	0.00	0.00
	Février	36.19	73.64	1.2	145.6	72.80	0.65	47.87	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.04	113.46	1.2	145.6	48.53	0.65	73.75	2.18	29.01	0.01
	Avril	28.45	142.20	1.2	145.6	0.00	0.65	92.43	63.98	853.07	0.33
	Mai	17.1	179.49	1.2	145.6	0.00	0.65	116.67	99.57	1327.58	0.51
	Juin	2.17	211.50	1.2	145.6	0.00	0.75	158.63	156.46	2086.07	0.80
	Juillet	1.19	236.53	1.2	145.6	0.00	0.75	177.40	176.21	2349.43	0.91
	Août	2.16	213.28	1.2	145.6	0.00	0.90	191.95	189.79	2530.56	0.98
	Septembre	14.03	162.00	1.2	145.6	0.00	0.90	145.80	131.77	1756.93	0.68
	Octobre	22.11	115.94	1.2	145.6	0.00	0.90	104.35	82.24	1096.48	0.42
	Novembre	48.02	80.40	1.2	145.6	26.80	0.90	72.36	0.00	0.00	0.00
	Décembre	37.74	62.93	1.2	145.6	72.80	0.70	44.05	0.00	0.00	0.00

Tableau IV.6 Besoins en eau d'irrigation de orge

	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
orge	Janvier	33.92	59.52	0.4	52.27	52.27	0.53	31.55	0	0	0
	Février	36.19	73.64	0.55	71.87	71.87	0.9	66.28	0.00	0.00	0.00
	Mars	23.04	113.46	0.6	78.40	78.40	1.05	119.13	17.69	23.59	0.09
	Avril	28.45	142.2	0.7	91.47	45.73	1.1	156.42	82.24	109.65	0.42
	Mai	17.10	179.49	0.7	91.47	30.49	0.6	107.69	60.11	80.14	0.31
	Juin	2.17	211.5		0			0	0	0	0
	Juillet	1.19	236.53		0			0	0	0	0
	Août	2.16	213.28		0			0	0	0	0
	Septembre	14.03	162		0			0	0	0	0
	Octobre	22.11	115.94		0			0	0	0	0
	Novembre	48.02	80.4	0.3	39.2	19.6	0.3	24.12	0	0	0
	Décembre	37.74	62.93	0.3	39.2	39.2	0.4	25.17	0	0	0

Tableau IV.7 Besoins en eau d'irrigation de tomate

tomate	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
	Janvier	33.92	59.52		0			0	0	0	0
	Février	36.19	73.64		0			0	0	0	0
	Mars	23.04	113.46	0,4	52.27	52.27	0.5	56.73	0.00	0.00	0.00
	Avril	28.45	142.2	0,9	104.53	52.27	0.9	127.98	47.26	63.02	0.24
	Mai	17.10	179.49	1,2	117.60	39.2	1.05	188.46	132.16	176.22	0.68
	Juin	2.17	211.5	1,2	156.80	0	1.15	243.23	241.06	321.41	1.24
	Juillet	1.19	236.53		156.80	0	0.7	165.57	164.38	219.17	0.85
	Août	2.16	213.28		0			0	0	0	0
	Septembre	14.03	162		0			0	0	0	0
	Octobre	22.11	115.94		0			0	0	0	0
	Novembre	48.02	80.4		0			0	0	0	0
Décembre	37.74	62.93		0			0	0	0	0	

Tableau IV.8 Besoins en eau d'irrigation de sorgho

	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
sorgho	Janvier	33.92	59.52		0			0	0	0	0.00
	Février	36.19	73.64		0			0	0	0	0.00
	Mars	23.04	113.46	0.5	65.33	65.33		0	0	0	0.00
	Avril	28.45	142.2	0.75	98.00	98.00		0	0.00	0.00	0.00
	Mai	17.10	179.49	0.95	124.13	124.13	0.8	143.592	2.36	3.14	0.01
	Juin	2.17	211.5	1	130.67	130.67	1	211.5	78.66	104.88	0.40
	Juillet	1.19	236.53	1	130.67	130.67	1.15	272.0095	140.15	186.87	0.72
	Août	2.16	213.28		0	0.00	0.75	159.96	157.8	210.4	0.81
	Septembre	14.03	162		0	0.00		0	0	0	0.00
	Octobre	22.11	115.94		0	0.00		0	0	0	0.00
	Novembre	48.02	80.4		0	0.00		0	0	0	0.00
	Décembre	37.74	62.93		0			0	0	0	0.00

Tableau IV.9 Besoins en eau d'irrigation de pomme de terre

	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
Pomme de terre	Janvier	33.92	59.52		0			0	0	0	0.00
	Février	36.19	73.64		0			0	0	0	0.00
	Mars	23.04	113.46		0			0	0	0	0.00
	Avril	28.45	142.2	0.1	13.07	6.53	0.75	106.65	71.67	95.56	0.37
	Mai	17.10	179.49	0.2	26.13	8.71	1.1	197.44	171.63	228.84	0.88
	Juin	2.17	211.5	0.3	39.20	0	1.2	253.8	251.63	335.51	1.29
	Juillet	1.19	236.53	0.35	45.73	0	0.7	165.57	164.38	219.17	0.85
	Août	2.16	213.28		0			0	0	0	0.00
	Septembre	14.03	162		0			0	0	0	0.00
	Octobre	22.11	115.94		0			0	0	0	0.00
	Novembre	48.02	80.4		0			0	0	0	0.00
	Décembre	37.74	62.93		0			0	0	0	0.00

Tableau IV.10 Besoins en eau d'irrigation de Betterave

Betterave	mois	P_eff	ETo	Z	RFU	RFU	KC	ETM	B_irri	B_brut	(q_s)
		(mm)	(mm)	(m)	theo	reelle		(mm)	(mm)	(mm)	l/s/ha
	Janvier	33.92	59.52	0.9	117.6	117.6	0.7	41.66	0	0	0
	Février	36.19	73.64	0.95	124.13	124.13	0.8	58.91	0	0.00	0.00
	Mars	23.04	113.46	0.9	117.60	117.6	0.95	107.79	0	0	0.00
	Avril	28.45	142.2	0.7	91.47	30.49	0.6	85.32	26.38	35.17	0.14
	Mai	17.10	179.49		0			0	0	0	0
	Juin	2.17	211.5		0			0	0	0	0
	Juillet	1.19	236.53		0			0	0	0	0
	Août	2.16	213.28		0			0	0	0	0
	Septembre	14.03	162		0			0	0	0	0
	Octobre	22.11	115.94		0			0	0	0	0
	Novembre	48.02	80.4	0.5	65.33	32.67	0.4	32.16	0	0	0
Décembre	37.74	62.93	0.9	117.6	117.6	0.5	31.47	0	0	0	

IV.10 Calcul des débits Spécifiques

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 20 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante : Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha) } \dots\dots\dots \text{ (IV.9)}$$

B_m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m³/ha ;

- **T** : Temps d'irrigation par jour ;
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J
- **K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

On choisit le max des besoins pour calculer le débit spécifique :

Tableau IV.11 : donnée les résultats de besoins net (mm) de la culture

culture	Sept	oct	nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	131.77	82.24	-	-	-	-	2.18	63.98	99.57	156.46	176.21	189.79
p. terre	-	-	-	-	-	-	0.00	71.67	171.63	251.63	164.38	-
tomate	-	-	-	-	-	-	0.00	47.26	132.16	241.06	164.38	-
orge	-	-	-	-	-	-	17.69	97.48	60.11	0.00	0.00	-
sorgho	-	-	-	-	-	-	0.00	58.02	127.02	219.91	152.55	-
Bettrave	-	-	-	-	-	-	-	26.38	-	-	-	-
Somme	131.77	82.24	-	-	-	-	19.87	338.41	590.49	869.06	657.52	189.79

Nous avons :

Besoin max mensuel =869.06 mm

$Q_{sp} = (\text{besoin max} * 10 * 1000) / (3600 * \text{Nb de jour} * \text{Nb de heure} * \text{efficience})$

$$Q_{sp} = 5.36 \text{ (l/s /ha)}$$

Ce débit est important, ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement du réseau.

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est la pomme de terre au moi de juillet, qui, il est égal à :

$$Q_{sp} = 1.29 \text{ (l/s /ha)}$$

IV.11 Débit caractéristique

Q caractéristique = $Q_{sp} * \text{surface}$

Surface totale = 107.00 ha

$$Q \text{ caractéristique} = 138.03 \text{ l/s}$$

IV.12.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit le débit spécifique nécessaire au dimensionnement du réseau de notre périmètre. On remarque que le mois de pointe est le mois de juillet qui correspond à la culture de pomme de terre.

Pour une première estimation, les volumes d'eau calculés pour l'irrigation dépassent les volumes régularisés par forage. Nous avons proposé donc un calendrier prenant en compte des cultures cultivées en sec, et cela pour une meilleure gestion de la retenue et du périmètre EL Bourdj

CHAPITRE V :
Dimensionnement du
réseau de distribution

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages. Le développement de ces réseaux de distribution par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes (économie d'eau et disponibilité). C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer sur L'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression.

V.2 Découpage des îlots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- La délimitation du périmètre de 107 ha a se trouve sur le territoire de la commune de Sirat.
- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et

comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

Tableau V.1 : Les différentes Parcelles du périmètre.

N° Ilot	propriétaire	Surface (ha)
1	privé	6
2	privé	7
3	privé	6
4	privé	6
5	privé	5,6
6	privé	7
7	privé	8,35
8	privé	10
9	privé	8,4
10	privé	13,66
11	privé	13,55
12	privé	8,44
13	privé	7
	TOTALE	107

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant :

le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite la situation foncière de la zone d'étude, avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiquée ci- dessous :

V.2.1 Taille des îlots d'irrigation :

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation soit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

la taille de l'îlot doit -être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- Le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise ;
- Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise.

V.2.2 Débit fictif continu :

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

V.2.3 Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente.

On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable.

La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables.

En résumé, le problème est de choisir pour le module une valeur satisfaisante aux conditions citées ci-dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définies dans les paragraphes précédents. Le module, pour rester commode, pratique et économique on a opté pour une main d'eau qui doit se situer entre 10 et 20 l/s.

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Taille de l'îlot S (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
$S \leq 15$	15
$15 < S \leq 20$	20
$20 < S \leq 25$	25
$25 < S \leq 30$	30

V.3 L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots. Par conséquent, la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot sur le côté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

V.4 Modalité de distribution

V.4.1 L'irrigation à la demande

Dans ce mode chaque irrigant est libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau distribue l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés. Cependant le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu.

De là, un limiteur de débit, monté sur chaque prise d'irrigation, qui va interdire le dépassement du débit souscrit est indispensable. La pression à assurer à l'amont du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3.5 à 4.5 bars, correspondant à une irrigation avec asperseur sa moyenne pression.

V.4.2. L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.

L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

V.4.3.1. Tour d'arrosage à l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation,

successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse, en laissant l'irrigant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation

V.4.3 Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

V.5 La méthodologie de dimensionnement

Pour objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- ✓ Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon) ;
- ✓ Le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- ✓ La surface des îlots desservis par le tronçon
- ✓ Les pertes de charges totales dans le tronçon
- ✓ Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes
- ✓ Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau
- ✓ Les côtes de terrain naturel des bornes.

V.6 -Calcul des débits des ilots

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale.

Ce débit a été évalué à : $q_s = 1.29 \text{ l/s/ha}$

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots\dots(1)$$

Q_b = Débit caractéristique de chaque ilot (l/s)

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'ilot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le (Tableau V-1)

V.6.1. Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **1.29 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **107.00 ha**

V.6 .2.Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces $S \leq 10ha$ on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces $S \geq 15ha$ on prend la Borne à quatre prises

V.6.3.Choix de diamètre de la borne Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit

Tableau V.1 : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

Tableau V.2 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° de la borne d'irrigation	N° des ilots	Superficie d'ilots (ha)	Superficie (ha) totale	débit des prises/S	débit brut de la borne L/S
B1	13	7	15.44	9.03	19.92
	12	8.44		10.89	
B2	10	6.83	13.59	8.81	17.53
	11	6.76		8.72	
B3	10	6.83	13.59	8.81	17.53
	11	6.76		8.72	
B4	8	5	9.2	6.45	11.87
	9	4.2		5.42	
B5	8	5	9.2	6.45	11.87
	9	4.2		5.42	
B6	7	8.35	15.35	10.77	19.8
	6	7		9.03	
B7	5	5.6	31.73	7.22	

	4	6		7.74	22.7
B8	2	7	37.19	9.03	16.77
	1	6		7.74	

V.7.Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res N1) il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

V.8.Matériaux de construction des canalisations

V.8.1. Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

V.8.2.Les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

Nous utiliserons les conduites en PEHD (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 400 mm et inférieur à 10 Bars.

V.8.2.1 conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;

- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.

V.8.2.2 Conduites en acier

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

V.8.2.3 Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

V.8.2.4 Avantages des canalisations en PEHD

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

V.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

V.10. Dimensionnement des canalisations

Le dimensionnement optimal est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques :

V.10.1.Vitesse admissible

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s

V.10.2.Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots (V.2)$$

Avec :

- Q** : débit, exprimé en m³/s.
- D**: diamètre exprimé en mm
- V** : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

V.10.3.Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (V.3)$$

Avec : h_{Pu} : perte de charge unitaire en mm/ml

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (**Ks**) des canalisations

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots (V.4)$$

Tableau V.8 : Les paramètres de perte de charge

(mm)	L	M	N
0,1	1,2	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité **K=0,1mm**, avec les paramètres suivants : **L=1.2, M=1.89, N= 5.19.**

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau **Tableau V.9** :

Tableau V.9: Calculs hydrauliques du réseau de distribution

Les point	N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Diam_Normalise	Vitesse réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N1	Res-N1	689.33	0.68933	118.36	0.118	347.21	400	0.942	1.384	1.52	71	88.48	17.5
B1	N1-B1	196.875	0.196875	19.92	0.020	142.44	160	0.991	1.342	1.48	74	88.52	14.5
N2	N1-N2	159.375	0.159375	98.44	0.098	316.65	400	0.784	0.226	0.25	67	89.75	22.8
N3	N2-N3	203.975	0.203975	58.836	0.059	244.81	250	1.199	1.151	1.27	64	88.73	24.7
B2	N3-B2	252.8	0.2528	35.1	0.035	189.08	200	1.118	1.644	1.81	59	88.19	29.2
B3	B2-B3	235.55	0.23555	17.55	0.018	133.70	160	0.873	1.264	1.39	53.5	88.61	35.1
N4	N3-N4	321.675	0.321675	23.736	0.024	155.49	200	0.756	0.999	1.10	56	88.90	32.9
B4	N4-B4	165.575	0.165575	23.736	0.024	155.49	200	0.756	0.514	0.57	54	89.43	35.4
B5	B4-B5	233.7	0.2337	11.868	0.012	109.95	160	0.591	0.599	0.66	50.5	89.34	38.8
N5	N2-N5	425.075	0.425075	39.6	0.040	200.84	250	0.807	1.135	1.25	57	88.75	31.8
B6	N5-B6	199.625	0.199625	19.8	0.020	142.01	160	0.985	1.346	1.48	56.5	88.52	32.0
B7	N5-B7	414.825	0.414825	47.22	0.047	219.31	250	0.962	1.545	1.70	41	88.30	47.3
B8	B7-B8	422.7	0.4227	24.51	0.025	158.01	160	1.220	4.265	4.69	34.9	85.31	50.4

V.11 Simulation du réseau par le logiciel EPANET

Après approche du diamètre des canalisations par un calcul hydraulique, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et dans chaque partie du réseau de distribution.

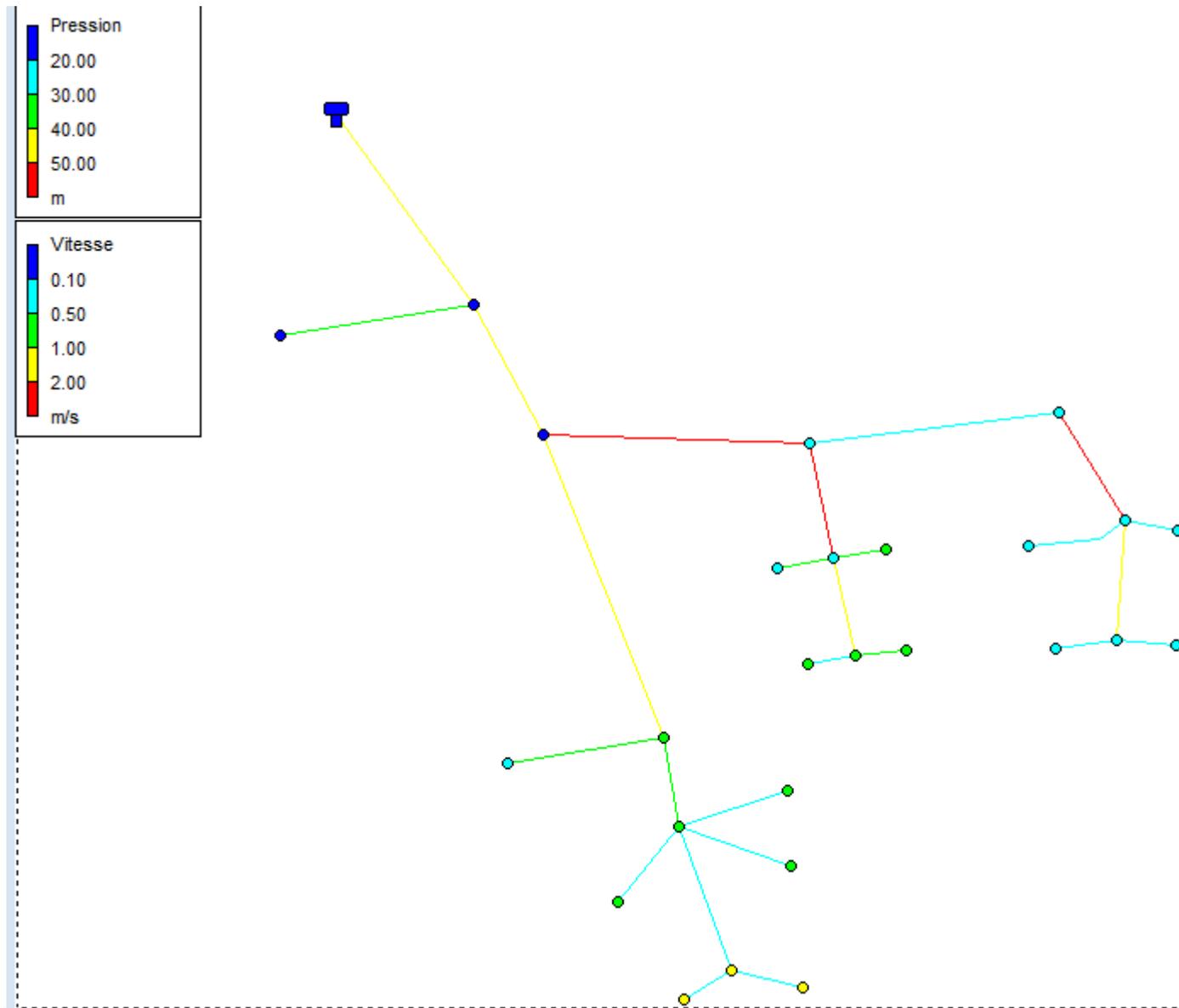
Les pertes de charge ont été estimées selon la formule de Darcy Weisbach :

$$J = \frac{\lambda V^2}{D2g}$$

Où V est la vitesse moyenne (m/s) et λ est le coefficient de perte de charge.

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Les résultats des calculs sont présentés dans la Figure ci-dessous :



V.12 Dimensionnement de la bête de distribution

Le volume du réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on pompe l'eau du forage pour remplir le réservoir, puis on irrigue la tranche suivante.

On sait que :

$$V = Q \times T \dots \dots \dots (IV.29) \text{ Avec :}$$

V : volume de la bête.

Q : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

V.12.1 Débit caractéristique

Q caractéristique = $Q_{sp} \times \text{surface}$

Surface totale = 107.00 ha

Q caractéristique = **138.03 l/s**

Donc :

$$V = 138.03 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = 993.82 \text{ m}^3$$

On prend $V = 1000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir : $S = a \times b$

a : La longueur de réservoir

b : La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 5m

$$\text{Donc } S = 200 \text{ m}^2$$

$a = b = 14.14 \text{ m}$ (on suppose que le réservoir soit carré)

V.13.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 13 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 107 ha et une taille moyenne de 6.14 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude qui présente une superficie de 107 ha.

CHAPITRE VI :

Les techniques

d'irrigation

Chapitre V : Les techniques d'irrigation

VI.1 Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

VI.2 Différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou irrigation de surface;
- L'irrigation localisée ou micro irrigation;
- L'irrigation par aspersion;

VI.2.1 L'irrigation de surface

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

VI.2.1.1 L'irrigation par ruissellement

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

VI.2.1.1.1 Les avantages de l'irrigation par ruissellement

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion
- Matériel d'irrigation assez simple

VI.2.1.1.2 les inconvénients

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

VI.2.1.2 l'irrigation par submersion

C'est l'une des techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

Néanmoins, elle exige des quantités importantes d'eau et risque de provoquer une asphyxie racinaire.

VI.2.1.2.1 Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

VI.2.1.2.2 Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'ou diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

VI.2.1.3 l'irrigation par infiltration

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

VI.2.1.3.1 les avantages

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- L'accès est facile au terrain

VI.2.1.3.2 Les inconvénients

- Grande perte d'eau
- Exigence en main d'œuvre

VI.2.2 L'irrigation par surpression : l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.2.1 l'irrigation par aspersion (pivot)

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une

technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau. Toutefois, certains inconvénients sont à signaler à savoir ; le temps d'arrosage important et le tour d'irrigation faible. Elle nécessite une haute pression dans le réseau et donc une énergie à fournir. Les frais d'installation et d'énergie sont importants et le débit d'eau est élevé

Description et principe de fonctionnement :

Le centre pivot ou encore rampe pivotante est un appareil d'irrigation constitué d'un tube galvanisé qui tourne autour d'un point fixe et supporté par des supports métalliques en forme (A) à l'aide d'une armature et fils métallique. Les supports sont distants de près de 30m et montés sur des roues. La longueur du tube pivotant est de 150 à 600 m et l'eau arrive à l'aide d'une conduite métallique, enterrée qui est reliée à une pompe d'eau montée généralement sur forage ou source d'eau. (Elamoud et Fetiani, 1991)

En général, un pivot est constitué d'une tour centrale autour de laquelle tournent les autres éléments, d'une conduite d'eau assurant son alimentation en eau, des tours mobiles sous forme d'articulations de 30 à 75 cm de long et 3 mètres de hauteur et la longueur totale des tours est de 200 à 400 m et parfois jusqu'à 900 m, des organes d'arrosage (buses, asperseurs rotatifs et canons en extrémité), et un armoire de commande qui est constitué d'un interrupteur principal, un sélecteur de vitesse, un sélecteur de direction et un volte-mètre.

Les buses et les asperseurs sont positionnés sur la conduite d'eau selon leur débit de telle sorte d'avoir une pluviométrie uniforme. Ceci est réalisé en gardant le même débit pour tous les organes et faire varier leur écartement ou bien en variant les débits et en fixant l'écartement. Le débit augmente en s'éloignant de l'axe. Les buses sont généralement montées sur la rampe (tête vers le bas) par des tubes verticaux de façon d'être plus proche du sol que la rampe, ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'arrosage en cas de vent et de réduire un peu la pression de service. Elles sont parfois dotées de pastilles de diamètres variables qui déterminent les caractéristiques de fonctionnement débit-pression pour une pression de 1 à 3 bars, un débit de 1 à 7 m³/heure. (Zergoune, 1997)

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cour de l'irrigation et on ne peut déplacer le tube que s'il contient de l'eau

La méthode électrique est basée sur l'utilisation de moteurs électriques séparés avec une puissance de 0.5 à 1.5 cv et qui fonctionnent en poussant les roues à tourner à l'aide d'une caisse trousse ou chaîne de mouvement. (Elamoud et Fetiani, 1991)

La machine ne se déplace pas d'une façon continue mais à des séries de départs et arrêts qui sont contrôlés par la fréquence du mouvement du moteur. Lors du fonctionnement d'un pivot, il faut commencer par le réglage de la vitesse de déplacement des tours dont le mouvement est commandé par la dernière tour qui conditionne la vitesse du déplacement du pivot. Cette vitesse dépend essentiellement de la quantité d'eau à apporter, car si on veut apporter une grande dose, on doit diminuer la vitesse du pivot.

(Elamoud et Fetiani, 1991)

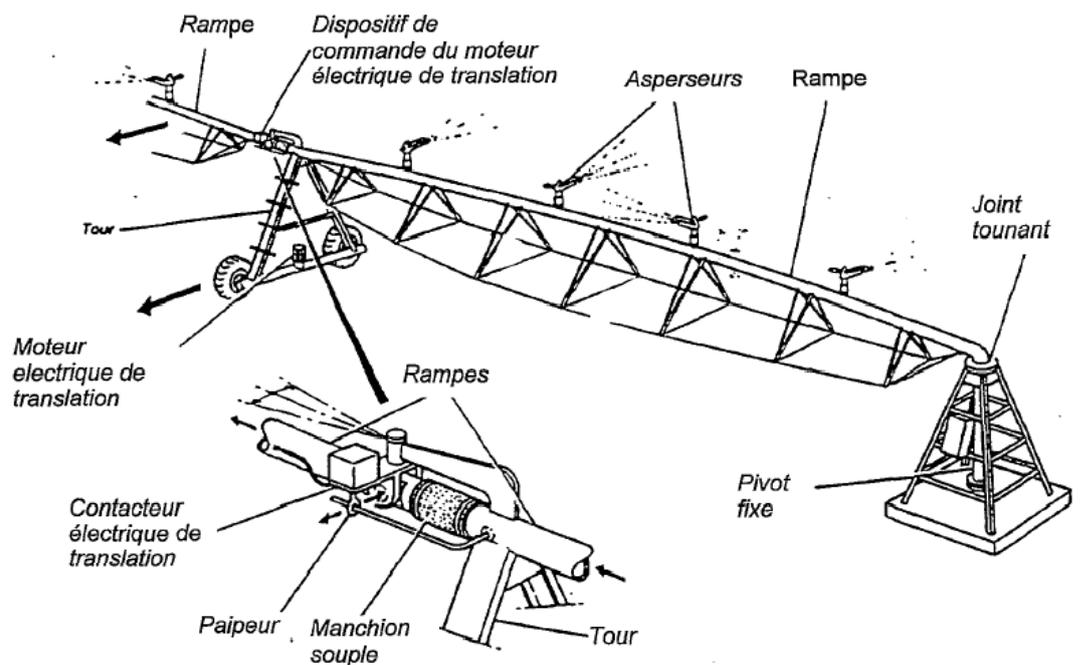


Fig. 15 - Pivot



Figure V-2 : irrigation par pivot

VI.2.2.1 Les avantages

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

VI.2.2.2 les inconvénients

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;

- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

VI.2.3 l'irrigation localisée (goutte à goutte)

Elle consiste à créer un bulbe d'humidité aux environs des racines en gardant le potentiel matriciel à un niveau très bas. Les débits délivrés sous de basses pressions sont faibles, selon les modèles des distributeurs. Elle a pour avantage l'économie d'eau et des engrais, la réduction de la main d'œuvre et de l'effort, la lutte contre les mauvaises herbes et facilite la conduite culturale.

Certains inconvénients peuvent être résumés en un coût d'installation élevé et au problème d'accumulation des sels aux alentours des cultures.

La technique d'irrigation la plus connue sous le nom de l'irrigation localisée est le goutte à goutte .L'irrigation au goutte à goutte est principalement une technique au moyen de laquelle eau et fertilisants peuvent être mis directement à la disposition du système racinaire de la culture grâce à des goutteurs conçus pour distribuer les faibles débits appropriés. C'est à dire arroser peu et souvent à proximité des racines des plantes (KONATE, 2000).

VI.2.3.1 les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû a l'humidification permanent de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- Facile à automatisé

VI.2.3.2 Les inconvénients

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés

VI.3 Choix des techniques d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

VI.3.1 Les contraintes naturelles

VI.3.1.1 L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 2004,7 mm.

VI.3.1.2 Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (1.9 m/s au moyen)

VI.3.1.3 Le sol

Les sols de périmètre de F'kirina présente une texture limoneuse , la perméabilité est moyenne , d'ou l'irrigation de surface doit être prudente a fin d'éviter l'asphyxie des plantes , dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses .

VI.3.1.4 La pente

Notre périmètre a une pente qui ne dépasse pas les 2 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

VI.3.2 Les contraintes techniques

- ❖ Qualification de main d'œuvre
- ❖ Entretien du matériel

VI.3.3 Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de Bordjia sont constitués de cultures fourragère, céréale , maraîchage, et arboriculture , pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les figuiers .

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différents contraintes , résume le choix adéquat pour le zone considérée .

VI.4. Conclusion

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte qui seront utilisées dans notre périmètre.

CHAPITRE VII :
Dimensionnement
d'un réseau goutte à
goutte

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1 Introduction

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre station par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

VII.2.Définition :

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée et à très faible débit, évitant ainsi un maximum de déperdition.

Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre une très grande technicité de ces utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important.

VII.3 Composition d'une installation goutte à goutte :

VII.3.1 Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

VII.3.2 Composition L'unité de tête :

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

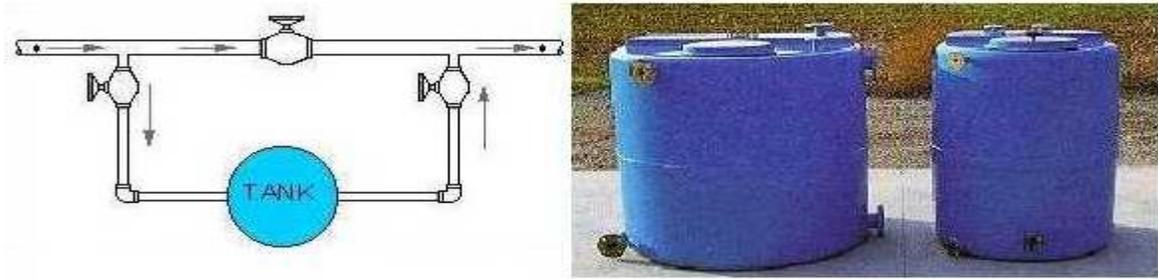


Figure VII.1: Dilueur d'engrais

Les éléments fertilisants. L'installation comprend :

VII.3.2.1 Unité de filtration :

Elle constitue la partie essentielle de toute installation goutte à goutte. On distingue plusieurs sortes de filtres.

VII.3.2.2. Filtre à tamis :

Il est constitué d'une toile fine ou des lamelles faiblement écartées.

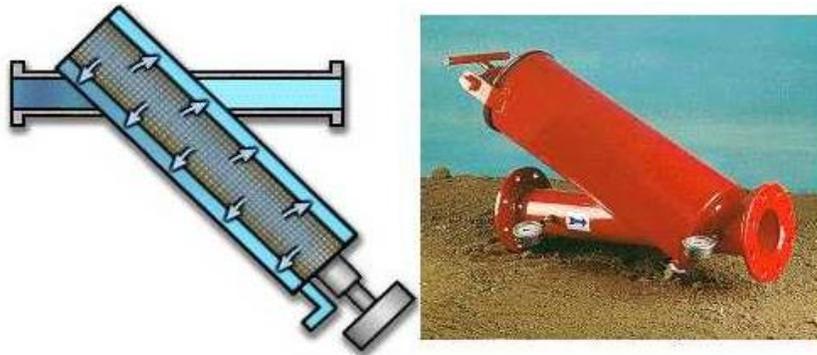


Figure VII.2 : Filtre à tamis

VII.3.2.3. Filtre à sable :

Constitué d'un certain nombre de couche de matériaux, de granulométrie bien définie et régulière.

VII.3.2.4 .Filtre à gravier :

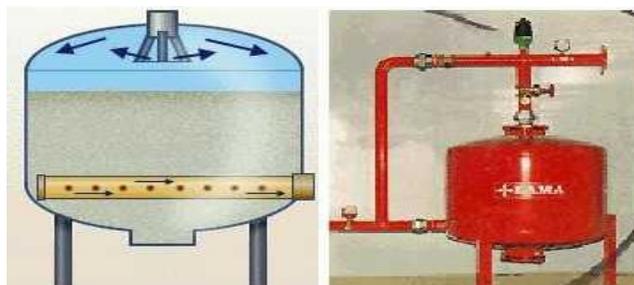


Figure VII.3: Filtre à gravie

VII.3.2 5. Injecteur d'engrais :

Il comporte une vanne montée entre l'entrée et la sortie d'arroseur qui permet de dévier une partie de la pression du réseau dans la cuve et d'agir sur la solution fertilisante.

Ainsi, la solution est aspirée par la crépine située dans la cuve.

VII.3.3 La conduite principale :

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

VII.3.4 Le porte-rampes :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

VII.3.5 Les rampe :

Ce sont les conduites qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

VII.3.6 Les distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (quelques l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

Les des goutteurs

La classification des goutteurs peut se faire selon :

- Des critères hydrauliques.
- La façon dont le goutteur est fixé sur la rampe.
- Le nombre de sorties dont est muni le goutteur

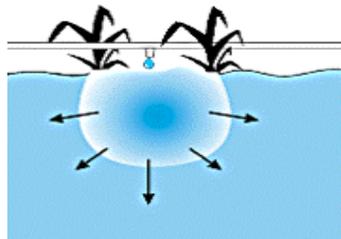


Figure : VII.4 : Forme du mouillage du sol sous un goutteur placé entre 2 rangs peu espacés

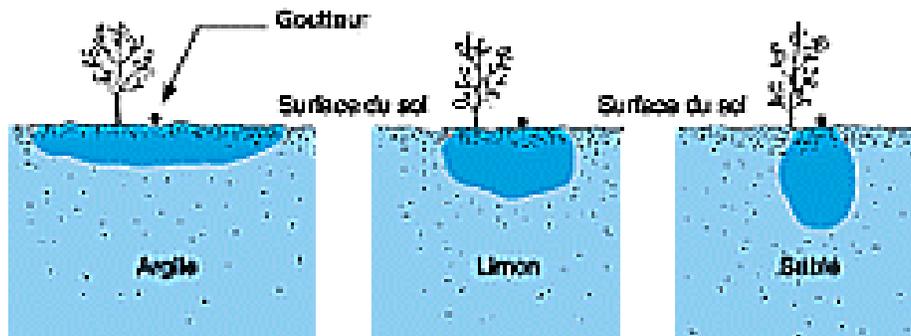


Figure : VII . 5 Schémas de la diffusion de l'humidité dans des sols argileux, limoneux et sableux irrigués au goutte – à – goutte.

VII.3.6.1 Différents types de distributeurs :

Goutteurs: les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

Gaines: destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

Tubes poreux: la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

Mini diffuseurs: ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

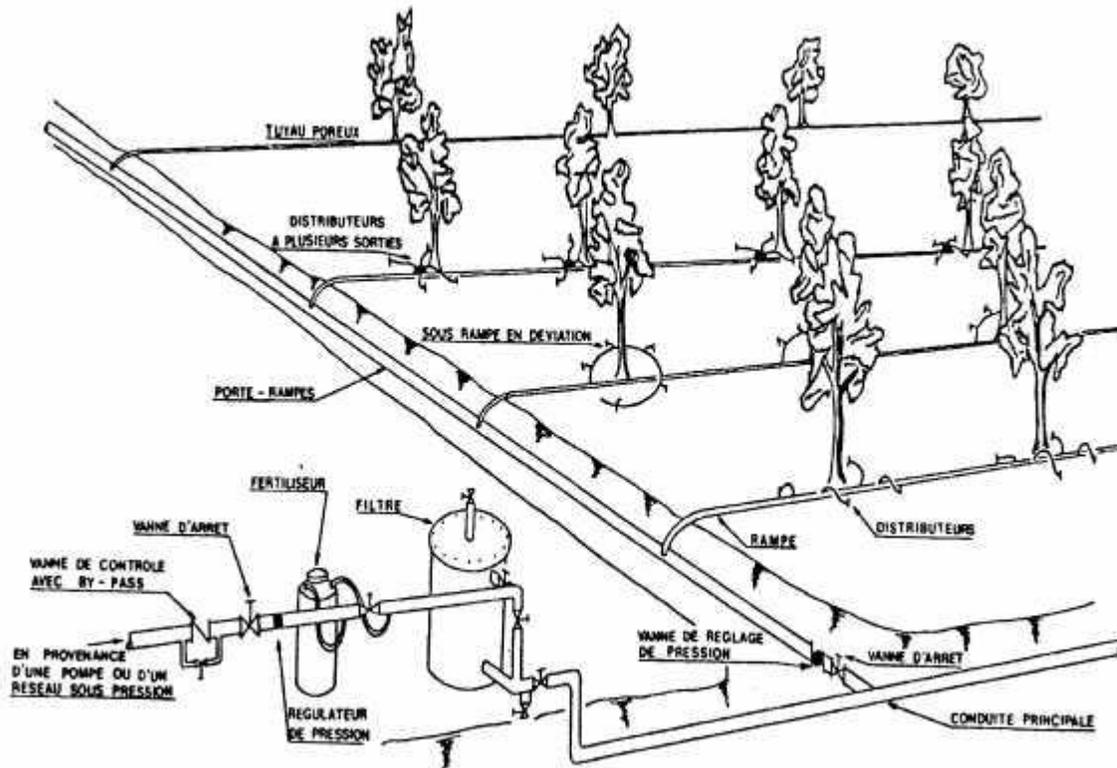


Figure VII.6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

VII.4. Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

VII.4.1. Données générales :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°7 alimenté par la borne N°7 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2,6 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 8.34 hectares,

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m

- Besoins de pointe 189.79 mm

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

➤ Pour l'Olivier :

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de aout B=189.79 mm.

VII.5.1.les besoins journaliers :

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{189.79}{31} = 6.12 \text{ mm/j}$$

VII.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs$$

Pour notre cas, on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$Kr = 0.71$ selon Keller et Karmeli

$Kr = 0.80$ selon Freeman et Garzoli

$Kr = 0.70$ selon Decroix (CTGREF)

$$Kr = Cs + 0,5 (1 - Cs), \text{ (Freeman et Garzoli)}$$

Cs : Couverture du sol ; pour le l'abricotier : $Cs = 60 \%$

$$Kr = 0,6 + 0,5 (1 - 0,6) = 0,8$$

D'où :

$$B_{JL} = B_j \times Kr \qquad B_{JL} = 0,8 \times 6.12 = 4.9 \text{ mm/j}$$

VII.5.3. La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation, B_{net} , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité au champ ($H_{cc} = 27\%$)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ($H_{pf} = 13\%$)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol ($Y = 2/3$)

Z : profondeur d'enracinement en ($Z = 1200 \text{ mm}$)

D_a : est la densité apparente du sol ($D_a = 1.4$)

$RFU = 156.8 \text{ mm}$

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre (2 par arbre)

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée (1m)

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)

S_a : espacement des arbres sur les rangs (4m)

✓ On obtient **P = 25%**

La dose nette corrigée

$$D_p = 156.8 * 0.25 = \mathbf{39.2 \text{ mm}}$$

VII.5.4. Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{39.2}{4.9} = 8 \text{ jour}$$

Donc on prend $Fr = 8$ jours.

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr * B_{jl} = 8 * 4.9 = \mathbf{39.2 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * eff} = \frac{39.2}{0.9 * 0.9} = 48.4 \text{ mm}$$

C_u : coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

Eff : efficacité du réseau d'irrigation $E_{ff} = 90\%$

VII.5.5. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_n * S_a * S_r}{n * qg}$$

$$= \frac{48.4 * 4 * 4}{4 * 2} = 96.8 \text{ heures/mois}$$

VII.5.6. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr}$$

$$= \frac{96.8}{8} = 12 \text{ heures/jour}$$

VII.5.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}}$$

$$= \frac{22}{12} = 2 \text{ postes}$$

VII.4.7. Surface de la parcelle :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$

$$= \frac{8.44}{2} = 4.22 \text{ ha}$$

VII.6. Calculs hydrauliques :

VII.6.1. Condition hydraulique :

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\%$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)}$$

Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10}$$

$$\Delta H(\max.) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$$

Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe (L_r) : 160. m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}): 216 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) : 5 m

VII.6.1.1. Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 160/4 = 40 \text{ arbres}$$

VII.6.1.2. Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 40 * 2 = \mathbf{80 \text{ goutteurs}}$$

VII.6.1.3. Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 216/4 = 54 \text{ rampes}$$

VII.6.2. Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 80 * 4 = 320 \text{ l/h}$$

VII.6.3.Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r = 320 \cdot 54 = 17280 \text{ l/h}$$

VII.6.4.Débit de la conduite secondaire :

Etant donné que nous avons 2 porte rampe :

$$Q_{csl} = Q_{pr} \cdot N_{pr} = 17280 \cdot 2 = 34560 \text{ l/h}$$

VII.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau :

pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

$$\varnothing_r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} \cdot L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m
- $\varnothing_r(cal)$: le diamètre de rampes
- $\varnothing_{pr}(cal)$: le diamètre de porte rampe

VII.6.5.1Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe :

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de le rampe

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	4.22	160	80	320	1.2	16.23	20	0.28	0.16

VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe :

Tableau VII.2 Caractéristiques de la conduite de le porte rampe

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	4.22	216	54	17280	0.6	86.97	90	0.77	0.2

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 4.45 et 4.48 ha. Les deux parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}}$$

avec : Q : débit de la conduite considérée (m³/s);

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.9. Calcul de caractéristique de conduites secondaires (01) :

Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire (01)

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	5	17280	1.25	69.94	90	0.75	0.004

VII.6.10. Calcul de caractéristique de conduites secondaires (02) :

Tableau VII.4 Caractéristique de la conduite secondaire

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	5	17280	1.25	69.94	90	0.75	0.004

VII.6.11 Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne :

Tableau VII.5 : Caractéristique de la conduite d'approche

L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	h cal(m)
15	34560	1.25	106	110	1.03	0.25

VII.6.12 .La pression d'eau à la borne de distribution :

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

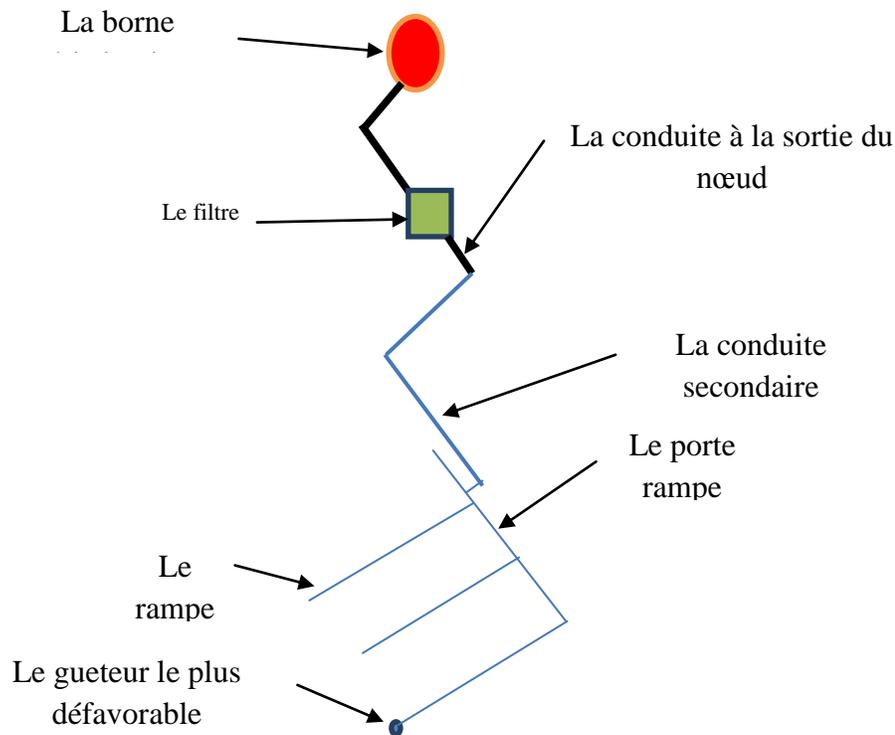


Figure VII.8 : Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

VII.6.13 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau VII.6 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l , ΔH)

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur(m)	2160	220	5	15
Diamètre(m)	20	90	110	110
Débit (m ³ /s)	0.00009	0.005	0.01	0.01
Pertes de charge(m)	0.16	0.2	0.25	0.25

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable ; Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 + 0.16 + 0.2 + 0.25 + 0.25 = 10.86\text{m};$$

VII.6.14 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte. Ayant dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 10 mce dans le goutteur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs.

CHAPITRE VIII :
Evaluation du cout du
projet

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1 Introduction

L'étude économique d'un projet est indissociable de l'étude technique, car c'est à partir de ses résultats qui vont nous orienter vers la faisabilité économique du projet.

À titre d'exemple nous pouvons citer les enjeux de l'étude technico-économique :

- L'enveloppe à débloquer pour la réalisation du projet et sa disponibilité.
- Les intérêts économiques et sociaux du projet face à l'importance de l'enveloppe budgétaire débloquée.

Dans le cadre de notre travail, l'étude qui va suivre n'a pour but que de donner une estimation générale sur le coût que peut occasionner un projet de ce genre.

Après l'étude d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

VIII.2. Devis de réseau d'irrigation localisée :

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau VIII.1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	17600	34.01	598576
TubeØ90 PEHD	m/l	440	420.14	184861.6
TubeØ110 PEHD	m/l	10	632.3	6323
TubeØ160 PEBD	m/l	1775.7	1361.17	2417029.569
TubeØ200 PEHD	m/l	252.8	2932.06	741224.768
TubeØ250 PEHD	m/l	1043.875	3519.72	3674147.715
TubeØ400 PEHD	m/l	848.705	6007.06	5098221.857
Vanne Ø110	U	3	12000	36000
Vanne Ø150	U	4	14000	56000
Vanne Ø90	U	2	4500	9000
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	13500
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832.92	832.92
TOTAL 1				12835717

VIII.2.2 Dépenses des travaux

Le prix de terrassement est égal à :

Pour les déblais :

$$F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}} \dots\dots\dots(\text{VIII.1})$$

K_{deb} : prix de 1 m³ de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

Pour les remblais:

$$F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}} \dots\dots\dots(\text{VIII.2})$$

K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

VIII.2.2.1 Calcul du volume de déblai et remblai :

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0,3 \dots\dots\dots(\text{VIII.3})$$

D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L.H.B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$

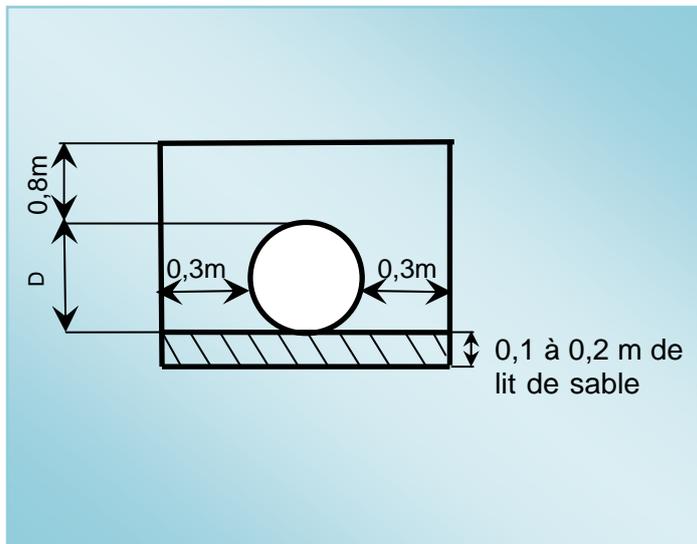


Figure VIII.1: Schéma simplifié pour place la conduite d'adduction

Tableau VIII .2: Calcul de terrassement

Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
160	0.648	1.2	1775.7	1380.78	1345.10
200	0.66	1.2	252.8	200.22	192.28
250	0.675	1.2	1043.875	845.54	794.32
400	0.72	1.2	848.705	733.28	626.68

Donc pour le déblai:

$$F_{deb} = 3159.82 \times 300 = 947946 \text{ DA}$$

Pour le remblai :

$$F_{rem} = 2958.38 \times 100 = 295838 \text{ DA}$$

Donc :

Le cout total du dépenses des travaux égale : **1243784 DA**, donc le cout totale du projet est égale **14079501 DA**

En ajoute 40 % pour les travailleurs donc cout total du projet à égale **19711302 DA**

VIII.3 Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localise et le réseau de distribution est évalué à **19711302 DA DA**.

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du réseau d'irrigation localisée est relativement importante. Cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, et a la filtration qui demande des équipements trop chers

**COUNCLUTION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude est de dimensionner un réseau d'irrigation du périmètre Bordjia (wilaya de Mostaganem) à partir de Forage.

Vu le retard de développement de la production agricole dans la région d'étude qui se heurte en premier lieu, à une réalité climatique dont on a pu en faire une analyse climatique et en déterminer les contraintes naturelles, Parce qu'étant un support indispensable on peut dire que notre climat est de type « Semi-aride » d'étage climatique. Nous avons également insisté sur la géologie, l'hydrogéologie et la pédologie de la région, et on a fini par dire que la géomorphologie du périmètre se trouve sur la formation marnes Calcaïques à ainsi que de marnes gréseuses avec passage de grès calcaires et de calcaire et une apparition de lave tufs andésites et basaltes avec des argiles de marnes grés et pouding, le sol à texture limono-argileuses .

En seconde lieu, on a évoqué la ressource d'eau ; sa disponibilité, la composition chimique et la classification des eaux pour l'irrigation, on est arrivé à dire que l'eau du forage est de qualité adéquate, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

On s'aperçoit, en effet, que cette analyse qui a été faite sur les différentes contraintes qui caractérisent notre région d'étude nous oblige à opérer le bon choix de la technique et le système d'irrigation. Et pour que ce choix s'établisse correctement on a jugé utile de déterminer les besoins en eau qui ont été estimés à 189.7 mm/mois.

Enfin, le choix s'est porté sur le système d'irrigation localisée, vu que ce dernier répond parfaitement aux exigences des cultures choisies, et c'est le plus recommandé de par le monde afin d'économiser la ressource d'eau.

Dimensionner ; ne se limite pas seulement au dimensionnement du réseau d'irrigation, mais aussi les différents organes du réseau d'irrigation, en passant par la conduite de refoulement et le réservoir de stockage, Puis vers la conduite principale qui alimente les conduites secondaires, où ces dernières alimentent les porte-rampes et les rampes, et au final, on arrive aux goutteurs qui alimentent les plantes.

Ce qu'il convient de mettre en exergue dans ce travail est le coût de projet, dont le devis estimatif est très élevée, environ de 20 million dinars, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez raisonnable, , le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique, puisque les agriculteurs sont pas obligés de payer les factures d'électricité de moment que leurs champs agricoles reçoivent l'eau seulement par gravité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [2] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [3] Mr: B. Boulifa (2011) : Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI).
- [4] D. Veschambre \$ P. Vaysse, (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- [5] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- [6] **D. Veschambre , P. Vaysse ; (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;P 156**
- [7] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [8] Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

Sitographie :

http://www.agrometeo.fr/coef_culturaux.asp

<http://www.irrijardin.fr/boutique/goutte-a-goutte/toutes-les-marques/all>

ANNEXES

ANNEXE 1

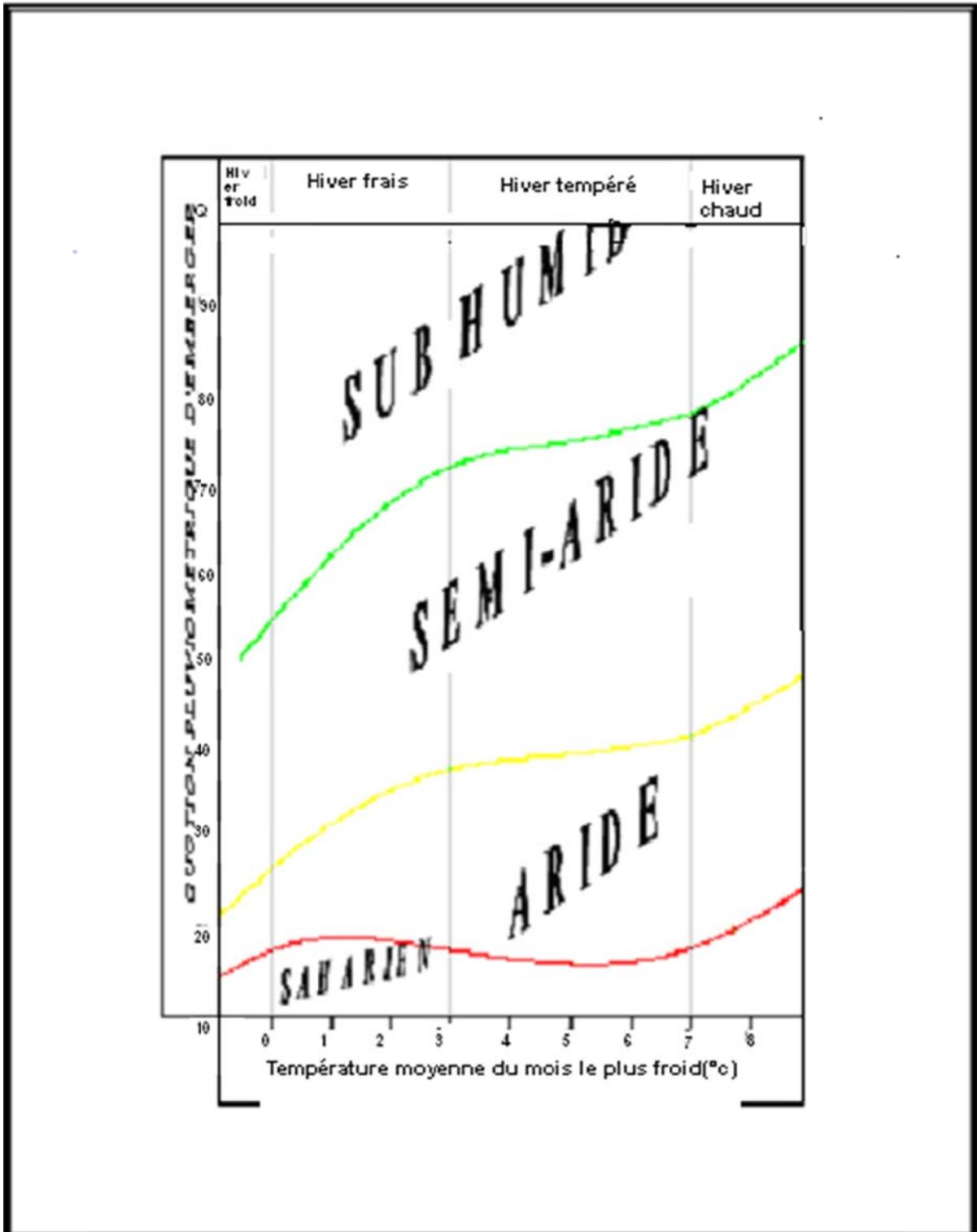


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

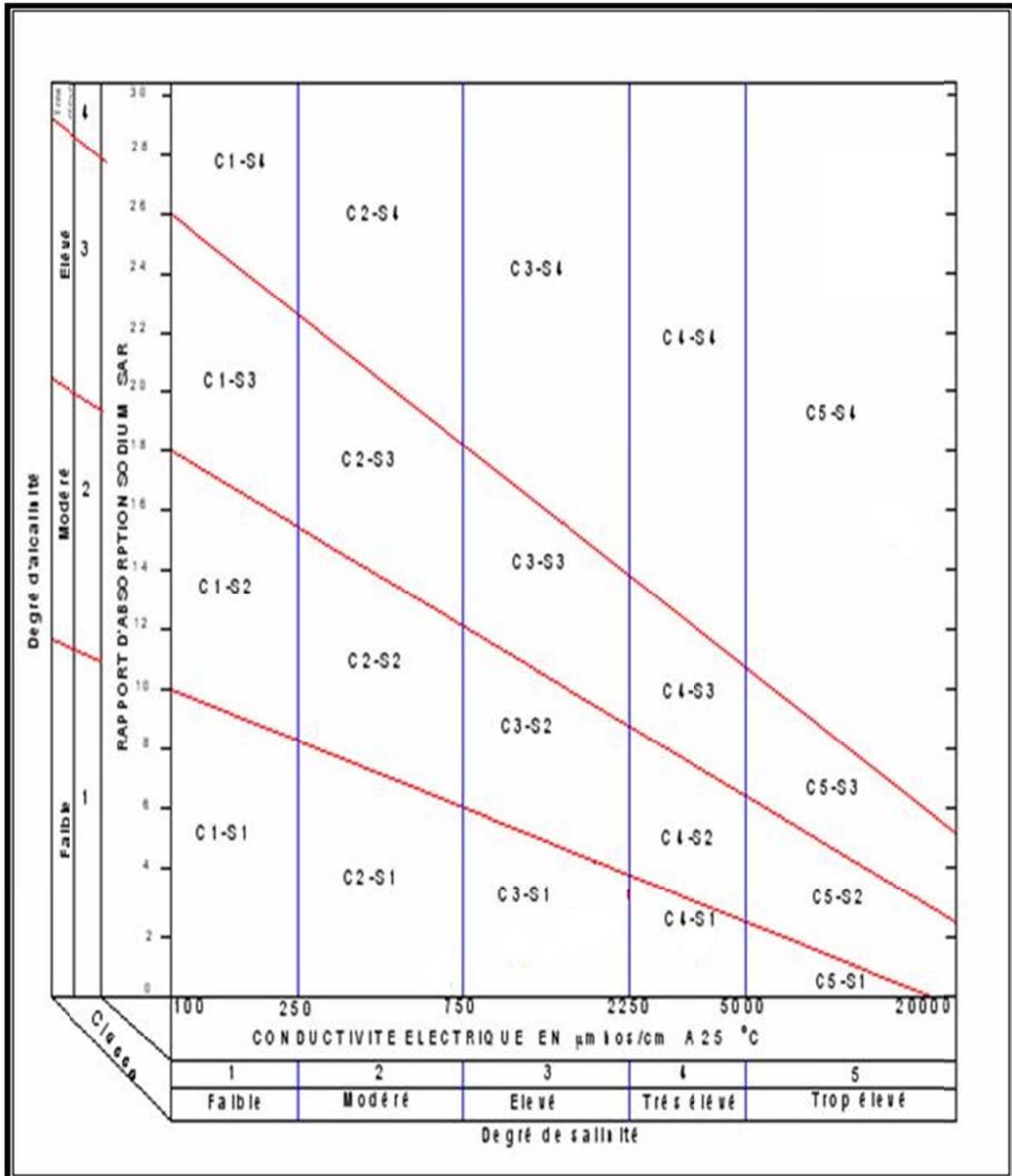


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 4

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3