

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 :

**ETUDE DE PERIMETRE D'IRRIGATION LAHZIMA
COMMUNE DE L'OUTAYA (W.BISKRA) A PARTIR DU
BARRAGE DE FONTAINES DES GAZELLES SUPERFICIE
DE 288 HA**

**PRESENTE PAR :
BOUBEKEUR SAMI**

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
Mme AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Examinatrice
M YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examineur
M KERID RACHID	M.A.A	Examineur
Mme MAZOUZI SABRA	M.A.B	Promotrice

Septembre- 2015

الإهداء

الى من جرح الكأس فارغنا ليسقيني حبه

الى من كلت أمانه ليقدّم لحظة سعادة

الى من حصد الأشواق عن دربي

ليمهّد لي طريق العلم رحمة الله يا أباي

الغالي .

الى من أرضعني الحبه والحنان الى

رمز الحبه وبلسم الشفاء الى القلب

الناصح أمي الغالية.

الى أخوتي الذين لولاهم فمضت الحياة لا

شيء... في نهاية مشواري أريد أن

أشكرهم على صبرهم معي.

الآن زملائي نفتح الأشرعة وترفع المرساة

لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع

مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا

يضيء إلا قنديل الذكريات. ذكريات

الحياة .

سامي

Dédicace

Je dédie ce mémoire à toute ma famille, mon père et ma mère, et

Mes frères MOURAD, ABDARRAHMAN, KHALED, RAFIK et ma sœur HANANE et toute la famille.

Je le dédie particulièrement à mes cousins NASSIM et SAMIA.

Je ne saurais terminer sans citer mes amis MOHAMED, YASSER, KHALIL, HOUSSEM, YAHIA, HAKO, BILLEL, IBRAHIM, YOUNES, OUSSAMA et CHAMA, DIDINE, HADJER, RANIA.

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 Annaba.

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

Remerciements

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

Je tien à remercier chaleureusement, Ma promotrice Madame MAZOUZI SABRA 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 Madame Monsieur, W.AZIZ, BENKACI TARIK ; IBRAHIM AOUATA

Et les ingénieurs, khaled, imene ,mbarka, islah

pour leurs conseils

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

Enfin, mes derniers remerciements mais non les moindres s'adressent à tous les 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.

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة والمناخ في لوطاية، ولاية فيها مشروعنا. من خلال هذه الدراسة يتبين أن للسقي أهمية كبيرة في الزراعة وزيادة حيث تقل نسبة الأمطار في المناطق الصحراوية مما يستدعي إدخال نظم سقي حديثة كالسقي بالتنقيط وذلك للتحكم في كمية المياه والتقليل من نسبة ضياعها سواء بالتبخر أو التسرب في التربة. وفي الأخير استعمال هذه التقنية الحديثة في الكمية من المياه في السقي بالطرق التقليدية.

Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude générale sur les propriétés du sol et du climat dans la région d'El outaya wilaya de Biskra.

Après cette étude, il est sorti que l'irrigation est indispensable pour développer et augmenter les rendements, car au niveau des zones désertiques où les précipitations sont insuffisantes et irrégulières, ce qui implique l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation à savoir l'utilisation du système de goutte à goutte, cela pour maîtriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter les pertes soit par évaporation soit par percolation.

Enfin, nous conseillons les agriculteurs à utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin de profiter d'une plus grande surface avec la même quantité d'eau utilisée dans les techniques d'irrigation traditionnelle (l'araie, ruissellement...).

Abstract

Through this work, we made a general study about both soil and climate properties in the area of EL Outaya city of Biskra; where we carry out our project. This study aims at revealing the importance of irrigation in developing and increasing agriculture in the arid zones where precipitation is insufficient and irregular which implies the introduction of new techniques of irrigation such as drop by drop to control the quantity of water used in irrigation and also to 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 with the same quantity of water used in traditional ways of irrigation (the line, streaming...)

SOMMAIRE

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I :PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction	2
I-1 Situation géographique de la wilaya de Biskra.....	2
I-2 Localisation et présentation de la région d'étude.....	3
I-2-1 Situation géographique	3
I-2-2 Relief	4
I-2-3 Hydrographie	5
I-2-3-1 Les eaux souterraines.....	5
I-2-3-2 Les eaux superficielles	6
I-2-4 Géologie	6
I-2-5 Etude socio-économique de la zone d'étude.....	6
I-3 Etude climatologique	7
I-3-1 Présentation de la station météorologique	7
I-3-2 Température	8
I-3-2-1 Températures moyennes	8
I-3-2-2 Températures moyennes extrêmes.....	9
I-3-2-3 Amplitude annuelle moyenne	9
I-3-3 Humidité relative de l'air	10
I-3-4 Les précipitations (Pluviométrie)	11
I.3.4.1- Régime saisonnier.....	13
I.3.5 Le vent.....	14
I-3-7 L'insolation.....	15
I-3-8 Evaporation.....	16
I-3-9 Les gelées.....	16
I-3-10 Grêle.....	16
I.4 Indices agro-météorologiques.....	17
I.4.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926)	17
I.4.2 Quotient pluviométrique d'Emberger (1955)	18
I.4.3 Climagramme de Bagnoulet et Gaussen.....	20
Conclusion	21

CHAPITRE II :ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1 Introduction	21
II.2 Les types de sols.....	22
II.2.1 Classe des sols peu évolués	23
II.2.1.1 Groupe des sols peu évolués d'apport éo-alluvial	23
II.2.1.1.1 Sous-groupe très faiblement salin.....	24

SOMMAIRE

II.2.1.1.1.1 Aptitudes culturales des sols en irrigué.....	27
II.2.1.1.2 Sous-groupe apportéo-alluvial à caractère halomorphe.....	28
II.2.2 Classe des sols halomorphes.....	32
II.2.2.1 Sous groupe Sols salins à efflorescence salines	33
II.3 La profondeur des sols	38
II.4 Propriété hydrodynamique des sols	38
II.5. LES CULTURES ENVISAGEABLES.....	38
II.5.1 Arboriculture fruitière.....	38
II.5.2. Cultures maraîchères.....	38
II.5.3 Cultures céréalières et fourragères	39
Conclusion.....	40

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU

III-1 Ressources en eaux disponibles.....	41
III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre.....	41
III-2.1 Description du barrage de Fontaines des Gazelles.....	42
III.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation	42
III.3.1 Analyses physico-chimiques de l'eau du barrage.....	42
III.3.2 Les limites admissibles.....	42
III-3-4 Le pH.....	46
III.5 Etude Hydrologique.....	46
III.6- Choix de l'échantillon à analyser.....	46
III.7- Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	48
III.8- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement.....	50
III.8.1- Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	50
III.9.1.1- Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	52
III.9.2- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	54
III.9.2.1- Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	56
III.10- Détermination de l'année de calcul.....	56
Conclusion.....	57

CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction.....	58
------------------------	----

SOMMAIRE

IV.2 Calcul de L'évapotranspiration.....	58
IV.2.2 L'évapotranspiration potentielle de référence(ETo).....	58
IV.2.2.1 L'évapotranspiration maximale.....	58
IV.2.3 Les Coefficients culturaux (Kc).....	60
IV.3 La réserve facilement utilisable(RFU).....	61
IV.3.1 Les profondeurs d'enracinement.....	62
IV.4 Cycle végétatif des cultures	62
V-1.2 Assolement –Rotation proposés.....	63
IV.4.1 Les pourcentages proposés aux différentes cultures	63
IV.5 Le bilan hydrique	65
IV.5.1 Calcul de la pluie efficace	65
IV.5.1 Calcul des débits spécifiques.....	66
IV.5.3 Détermination des Besoins en eau des cultures.....	67
IV.5.4-Lessivage des sols	72
IV.5.4.1-Le rôle du lessivage.....	72
IV.5.4.2-Notions du bilan dans un sol	72
IV.5.4.3-périodes et méthodes de lessivage des sols	72
IV.5.4.4-Besoin en eau pour lessivage.....	73
IV.5.4.5- Calcul de dose de lessivage	74
VI.6-Débit caractéristique.....	77
VI.6.1-Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	77
Conclusion	78

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V.1 Introduction.....	79
V.2- Schéma d'aménagement	79
V.3- Découpage du périmètre en îlots d'irrigation.....	79
V.4 -Calcul des débits des îlots.....	80
V.5-Choix du type de borne	82
V.5.1-Choix de diamètre de la borne	82

SOMMAIRE

V.5.2-Calcul des débits aux bornes.....	82
V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation.....	84
V.7-Calcul hydraulique des canalisations.....	84
V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution.....	84
V.7.1.1 Choix du type de matériau.....	84
V.7.2- Vitesses admissibles.....	85
V.7.3- Dimensionnement hydraulique.....	85
Conclusion.....	93

Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

VI. Introduction.....	94
VI.1 L'irrigation de surface	94
VI.1.1 L'irrigation par ruissellement.....	94
VI.1.2.1 l'irrigation par submersion	96
VI.1.3 L'irrigation mixte	97
VI.2.1 l'irrigation par aspersion.....	97
V.2.2 l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	98
V.2.3 Composition d'une installation goutte à goutte.....	99
V.4 Choix de la technique d'arrosage	102
Conclusion	104

CHAPITRE VII: DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

GOUTTE A GOUTTE

V Introduction.....	105
VII.1. Données générales	105
VII.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	106
VII.3.1. Influence du taux de couverture du sol	106
1. Dose nette (dose pratique).....	106
2. Calcul de la dose brute.....	107
3. Fréquence des arrosages	108
4. Durée d'arrosage par mois.....	108
5. Durée d'arrosage journalier	108
6. Nombre de poste	108
7. Surface de la parcelle	108
8. Calculs hydrauliques	108

SOMMAIRE

8.1.Conditions hydrauliques.....	109
8.2.Ledébit	109
8.1.1.Lenombred'arbres par rampe.....	110
8.1.2.Nombre de goutteurs par rampe.....	110
8.1.3.Lenombre de rampes.....	110
8.1.4.Débit de la rampe:.....	110
8.1.5.Débit de la porterampe.....	110
8.1.6.Débit de la conduite secondaire.....	110
9.Dimensionnement des différentes parties du réseau	110
10 Vérification des pertes de charges	111
11.Calcul hydrauliques de la rampe :	111
12.Calcul hydrauliques du porterampe :.....	111
13.Calcul des diamètres de la conduite secondaire	112
13.1.Calcul de caractéristique de conduites secondaires	112
14.Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne.....	112
15.La pression d'eau à la borne de distribution	113
VII.2. Tableau de tous les résultats.....	114
Conclusion	116

Chapitre VIII : Organisation du chantier

VIII.1 Introduction	117
VIII.2 Les actions reçues par les conduits.....	117
VIII.3 Exécution des travaux.....	117
VIII.4 Choix des engins de terrassement	118
VIII.4.1 Bulldozer	118
VIII.4.2 Pelle équipée en rétro	118
VIII.4.3 Les chargeurs.....	119
VIII.5.Charge d'investissement	119
VIII.5.1.Devis estimatif et quantitatif des conduites	120
VIII.5.2 Devis estimatif et quantitatif des vannes.....	120
VIII.5.3 Devis quantitatif et quantitative de brise vent.....	121
VIII.6 Calcul des volumes de terrassement	121
VIII.6.1 Décapage de la couche de terre végétale et goudron.....	121
VIII.6.2 calcul de la largeur de tranchée	121
VIII.6.3-calcul de la profondeur de tranchée	122
VIII.7 la conduite principale.....	122
VIII.7.1 Calcul du volume de déblai	122
VIII.7.2 Calcul du volume de lit de sable	123
VIII.7.3 Calcul du volume de remblai	123
VIII.7.4 Devis estimatif pour le terrassement.....	124
VIII.8.Devis estimatif total.....	124
Conclusion.....	124

SOMMAIRE

Conclusion general.....	125
-------------------------	-----

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Biskra.....	3
Figure I.2 : Plan de situation du périmètre d'El outaya (Carte Google).....	4
Figure I.3 : Répartition Graphique Des Températures Moy Mensuelles.....	8
Figure I.4 : Evolution de l'humidité relative moyenne en % (Station Biskra 1992-2012).....	10
Figure I.5 : Précipitation moyenne mensuelles (1992-2012).....	13
Figure I.6 : Représentation graphique du régime saisonnier des Pluies moy.....	14
Figure I.7 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen.....	19
Figure I.8 : Diagramme de Gaussen pour la zone du projet.....	20

CHAPITRE III

Figure III-1 : Vue générale de la cuvette du barrage de fontaine des Gazelles.....	41
Figure III-2 :Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	45
Figure III-3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	51
Figure III-4 :Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normale.....	55

CHAPITRE VI

Figure.VI.1 Irrigation par planche de ruissellement.....	95
Figure. VI.2 :Irrigation à la raie.....	96
Figure.VI.3 . Irrigation par submersion.....	97
Figure VI.4 : l'irrigation par aspersion.....	97
FigureVI.5 : Système d'irrigation localisée.....	98
Figure VI.6 : Dilueur d'engrais.....	99
Figure VI. 7 : Filtre à gravier.....	99
Figure VI.8 :Goutteur.....	100
Figure V.9 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte.....	102

CHAPITRE VII

Figure VII.1 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur.....	112
---	-----

CHAPITRE VIII

Figure VIII.1 : Le Bulldozer.....	118
Figure VIII.2 : Pelle équipée en rétro.....	118
Figure VIII.3 :Le Chargeur.....	119
Figure VIII.4 : Schéma d'une tranchée.....	119

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I.1 : Caractéristiques de la station météorologique.....	7
Tableau I.2 : Répartition mensuelle destempératures.....	8
Tableau I.3 :l'humidité relative de l'air sur une période (1992- 2012).....	10
Tableau I.4 : Pluies mensuelles de la zone d'étude.....	12
Tableau I.5 : Vitesse moyenne mensuelle du vent	14
Tableau I.6 : Variation du sirocco /mois.....	15
Tableau I.7 : Répartition de l'insolation moyenne mensuelle.....	15
Tableau I.8 : Valeurs mensuelles d'évaporation.....	16
Tableau I.9 : Répartition de gelées.....	16
Tableau I.10 : Répartition de grêle.....	16
Tableau I.11 : Classification du climat selon De Martonne.....	17
Tableau I.12 : Diagramme Embrothermique de Gausson.....	20

CHAPITRE II

Tableau II.1 : Classe d'aptitude en irriguée C12 M13 B21 I22.....	27
Tableau II.2 :Classe d'aptitude en irriguée C14 M15 B26 I22.....	32
Tableau II.3 : Classe d'aptitude en irriguée C21 M25 B42 I23.....	37
Tableau II.4 Propriété hydrodynamique des sols.....	38

CHAPITRE III

Tableau III.1 Caractéristiques du barrage de Fontaines des Gazelles.....	42
Tableau III.2 : les analyses chimique de l'eau du barrage.....	43
Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	43
Tableau III.5 : Précipitations moyennes mensuelles (1992-2012).....	44
Tableau III.6 : Le procédé de test d'homogénéité pour la station de Biskra.....	46
Tableau III.7 : Ajustement à la loi de Gauss.....	47
Tableau III.8 : table du χ^2	49
Tableau III.9 : Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale.....	51
Tableau III.10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	53

CHAPITRE IV

Tableau IV .1 : Calcul de l'ET0.....	60
Tableau IV .2 : Coefficients culturaux.....	61
Tableau IV. 3 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.....	62
Tableau IV. 4 : Cycle végétatif des cultures.....	62
Tableau IV.5 : La Rotation des cultures.....	63
Tableau IV .6 : Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés.....	64

Tableau IV.7 : Les précipitations efficaces dans les zones de projet.....	66
Tableau IV .8 Besoin en eaux des cultures	67
Tableau IV.9: Calcul de la dose de lessivage.....	74
Tableau IV.10 : Calcul de la dose d'irrigation totale (besoin de culture + lessivage).....	75
Tableau IV .11 : volumes d'eau d'irrigation.....	77

Chapitre V

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot.....	81
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	82
Tableau V.3 : débit au niveau des bornes.....	83
Tableau V.4: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	86
Tableau V.5 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....	87
Tableau V.5 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....	88
Tableau V.6 : Dimensions du réservoir de stockage projeté.....	90
Tableau V.7 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....	91
Tableau V.7: Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....	92

Chapitre VI

Tableau VI. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	103
--	-----

CHAPITRE VII

Tableau VII.1 : Caractéristique de la conduite de la rampe.....	111
Tableau VII.2 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe	112
Tableau VII.3 : Caractéristique de la conduite secondaire.....	112
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche.....	112
Tableau VII.5 : Les pertes de charge totale.....	113
Tableau VII.6 : Tous les résultats de dimensionnement.....	114

Chapitre VIII

Tableau VIII.1. Devis estimatif et quantitatif des conduites.....	120
Tableau VIII.2 Devis estimatif et quantitatif des vannes	120
Tableau VIII.3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent.....	121
Tableau VIII.4: calcul du volume de déblai	123
Tableau VIII.5 : Calcul du volume de sable	123
Tableau VIII.6: Calcul du volume de remblai.....	123
Tableau VIII.7 : Devis estimatif pour le terrassement.....	124

LISTE DES PLANCHES

Planche1 :Plan de situation W.Biskra.

Planche2 : Plan du reseau d'irrigation du perimetre de lahzimaW.Biskra.

Planche3 : Profil long de la conduite d'adduction gravitaire reservoir-perimetre.

Planche4 :schémadiscriptif pour la parcelle irrigation par le système de goutte a goutte.

Planche5 :Carte du sol de périmètre de lahzimaW.Biskra.

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une source de vie et de prospérité, la garantir et la mettre à disposition de l'homme à la demande est un confort, et une richesse inégalée, mais la plus grande des pertes c'est son gaspillage, comme toute richesse elle doit régir à une politique de gestion raisonnable, et s'engager à tout mettre en œuvre pour la préserver.

Dans le domaine agricole, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socio-économique à moyen et long terme. La conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

Dans les pays à pluviométrie insuffisante ou irrégulière, l'eau est le principal facteur limitant de tout développement agricole.

C'est le cas de l'Algérie qui a connu une longue période de sécheresse, qui s'est répercutée par de faibles apports en eau et de rendements agricoles limités.

Pour cela, une gestion judicieuse et une exploitation optimale des ressources en eau sont capitales, comme le sont aussi le développement des techniques modernes qui doivent avoir pour double objectif :

- l'utilisation rationnelle de l'eau.
- un apport moindre en capitaux et en équipements.

L'objet de mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Lahzima de 288 hectares, région d'El Outaya Wilaya de Biskra, qui est caractérisée par une agriculture extensive à cause de la limitation des ressources en eau et des systèmes d'irrigation classiques (système gravitaire), afin d'optimiser la ressource en eau et bien sûr d'assurer les besoins en eau des cultures mises en place. Pour assurer les besoins en eau du périmètre, on propose que la zone d'étude soit alimentée à partir du barrage de Fontaines des Gazelles.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DE LA
ZONE D'ETUDE

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

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 Lahmiza commune d'El outaya, qui est situé dans la wilaya de Biskra.

I-1 Situation géographique de la wilaya de Biskra

La wilaya de Biskra est située à l'Est du pays, plus exactement Au Sud des monts des Aurès qui constituent sa limite nord.

Elle s'étend au sud-est jusqu'à la zone de chott Melghir et au sud-Ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental. La wilaya de Biskra est constitué de 12 daïra avec une administration de base formée de 33 communes assiégées sur une superficie totale de 21671.24Km² est limitée par :

- Wilaya de Batna au Nord
- Wilaya de M'sila au Nord –Ouest
- Wilaya de Djelfa au Sud-Ouest
- Wilaya d'El-Oued au sud-Est
- Wilaya de Khenchla à l'Est



Figure I.2 : Plan de situation du périmètre d'El outaya (Carte Google)

I-2-2 Relief

La wilaya de Biskra constitue la transition entre les domaines atlassiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au sud. On passe d'un relief assez élevé et accidenté au nord à une topographie de plateau légèrement inclinée vers le sud.

Le relief de la wilaya de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géomorphologiques (Anonyme, 2003).

- **Les montagnes :** Situées au Nord de la wilaya, elles sont généralement dénudées de toute végétation naturelle, le point culminant est Djebel Taktiout d'une altitude de 1924 m.
- **Les plateaux :** Localisés en grande partie à l'Ouest de la wilaya, ils s'étendent sur une superficie de 1210848 ha (soit 56% de l'étendue de la wilaya). la végétation des plateaux maigres constitue des sites privilégiés de parcours.

- **Les plaines** : Occupant la partie centrale de la wilaya de Biskra, et couvrent la quasi-totalité des Daïra d'El-Outaya et sidi-okba, et la commune de Doucen.
- **Les dépressions** : situées au Sud-Est de la wilaya, elles constituent une assiette où se forment des nappes d'eau très minces constituant ainsi les chotts dont le plus important est le chott Melghir dont le niveau peut atteindre -33 m au dessous de celui de la mer (anonyme, 2005).

I-2-3 Hydrographie

L'ensemble des Oueds de la région fait partie du grand bassin versant saharien de chott melkhir l'oued djeddi, le plus important du bassin prend naissance à la confluence de deux oueds importants : l'oued m'zi et l'oued messad.

Le bassin a une superficie de 9130 km² comme tous les oueds des zones semi-arides, l'oued djeddi a un régime temporaire, il ne présente un écoulement superficiel que pendant quelques jours par an. Les crues sont rares mais peuvent être parfois violentes et causent l'important dégat.

Par ses nombreux affluents, l'oued djeddi constitue un collecteur des eaux de ruissellement du flanc sud de l'atlas saharien d'amont en aval les principaux affluents sont :

- L'oued Khresa : dont le réseau hydrographique descend des monts du ZAB en recoupant les djebels groum el kelech et hamara, il se disperse dans la plaine de Doucen.
- L'oued Doucen : rejoint l'oued au sud de lioua après avoir reçu sur sa rive gauche l'oued El ouzene, celui-ci draine le secteur des monts des Zad, les djebels aroussine et el ksoum.
- L'oued Biskra est également important dans la région son réseau hydrographique est constitué par grand nombre d'affluents, qui collectent les eaux de ruissellement du sud-ouest de l'Aurès du nord de la ville de Biskra qu'ils traversent, avant de se déverser dans le chott melkhir.
- L'oued el abiod : au Nord-Est de la région avec le djebel el ahmar.

I-2-3-1 Les eaux souterraines

Les nappes les plus importants dans la région de Biskra sont : les nappes phéatiques, les nappes profondes, et les nappes des calcaires.

- **Les nappes phréatiques** : se localisent généralement dans les accumulations alluvionnaires. Le substratum n'est généralement pas connu, il doit être formé par une succession plus ou moins épaisse de dépôt argileux.

La plupart des eaux de cette nappe entrent dans les catégories salées ou très salées.

L'accumulation des sels dans les horizons supérieurs des sols et dans les nappes libres est due à la prédominance intense de l'évaporation.

Ces eaux ont une teneur en sel dissous de 5 à 15 g/l.

- **Les nappes profondes** : appelées « albien » assez bonne dans son ensemble est actuellement exploitée par les forages de Sidi Khaled et oued Djellal la mobilisation de l'eau de cette nappe est très coûteuse en raison de sa profondeur et de sa température.
- **Les nappes calcaires** : est la mieux connue grâce à ses exutoires naturels qui sont les sources d'oumache, m'lili, megloub c'est aussi la nappe la plus exploitée dans les palmeraies des zidans. Ce réservoir de la nappe des calcaires dite aussi « nappe de Tolga » est constitué essentiellement des calcaires.

I-2-3-2 Les eaux superficielles

L'eau du barrage « Fontaine des gazelles » au Nord-Est de la plaine d'El Outaya constituera la principale ressource qui permettra la mise en valeur de notre périmètre d'irrigation, le barrage Fontaine des gazelles sera construit sur l'oued El Hai dont bassin versant allongé dans la direction Nord-Est, Sud-Ouest de la chaîne montagneuse peu élevée.

La principale source d'alimentation de cet oued est les précipitations qui tombent pendant les périodes d'automne, printemps sous forme d'averse de courte durée parfois les neiges qui tombent sur les montagnes s'ajoutent à ces précipitations.

I-2-4 Géologie

La zone d'étude est au nord de l'anticlinal du djebel bourhezal se trouve la plaine de El Outaya situé au nord-est partie même qui est aujourd'hui traversé Oued de El Outaya (Biskra) cette plaine fait partie du domaine atlasique et dans le périmètre de LAHMIZA.

La plaine d'El Outaya est remplie de formations Mio-plio-quaternaires

- **Récents** : des cailloutis et éboulis aux pieds des montagnes, dunes de sables alluvions sableuses et caillouteuses lis actuels des oueds.

- **Moyens** : représente des formations calcaréo-gypseuse atteignant jusqu'à deux mètres d'épaisseurs, alluvions sableuses et argileuses de la plaine.

- **Anciens** : ce bien développé, vers l'oued Biskra aux environs des massifs montagneux, ce sont des poudingues puis des dépôts sableux et argileux.

I-2-5 Etude socio-économique de la zone d'étude

En matière d'emploi, la wilaya Biskra compte une population active de 775.797 personnes, la population atteint 277.976, le taux de chômage 10,1 % (2010)

- L'Agriculture :

Le secteur agricole de la wilaya de Biskra a connu un développement indéniable. Avec 77% de son territoire, soit 1652751 hectares de terres classées zones agricoles, dont 185473 ha de surface agricole (SAU), la wilaya conforte sa vocation agropastorale en alignant des taux de production de dattes, légumes, agrumes, céréales et viandes rouges et blanche dépassant amplement les termes du contrat de performance fixant les minima passé entre le ministère de tutelle et la direction des services agricoles de la wilaya de Biskra.

Les opportunités agricoles portent principalement sur la culture du palmier dattier, concentrée généralement dans les daïras de Tolga, Foughala et Ourlal. Les autres daïras, pour leur part, sont spécialisées surtout dans les cultures maraichères.

La superficie agricole très riche par ses sols fertiles. La modernisation des systèmes de production devrait augmenter le rendement des produits agricoles.

La précocité des récoltes et la qualité 'bio' des produits agricoles sont des opportunités concrètes en matière d'investissement à la demande locale et à l'exportation. La wilaya détient de par son climat et de ses sols sablonneux qui favorisent un double récolte notamment dans la céréaliculture.

I-3 Etude climatologique

L'étude climatologique se base sur l'observation et l'estimation de nombreuses variables représentatives du climat à long terme. L'étude climatologique préalable et représentative de la zone d'étude est fondamentale, vu son rôle prépondérant dans les projets d'irrigation.

En effet, le climat est un facteur essentiel qui conditionne le système des cultures ainsi que les besoins en eau d'irrigation.

Pour l'étude des facteurs climatiques, on se base sur les stations climatologiques les plus proches du périmètre, pour avoir une bonne précision des paramètres climatiques. Cependant, on doit noter que malheureusement peu de stations existent autour du périmètre.

Nous nous sommes basés donc sur la station météorologique de Biskra, qui est la plus proche et dont les données sont les plus complètes. Les caractéristiques de cette station sont :

I-3-1 Présentation de la station météorologique

Tableau I.1 : Caractéristiques de la station météorologique

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Biskra	34°48 N	05°44 E	56 m

I-3-2 Température

Les températures constituent un des facteurs majeurs caractéristiques conditionnant toute tentative agricole sur l'espace des climats sahariens.

Le tableau ci-après, illustre les variations des différents éléments de température pour la station de Biskra.

Tableau I.2 : Répartition mensuelle des températures

Mois T (°C)	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moyenne Annuelle
T min °C	6,9	8,1	11,5	14,8	19,9	24,5	27,8	27,7	22,9	18,3	12,0	7,9	16,86
T Max °C	17,1	19,1	23,1	26,5	32,0	37,2	40,9	40,2	34,6	29,2	22,3	17,8	28,33
T Moy °C	11,7	13,4	17,3	20,7	26,1	31,1	34,5	34,0	29,0	23,5	17,0	12,3	22,55

Source: Biskra O.N.M (1990-2012)

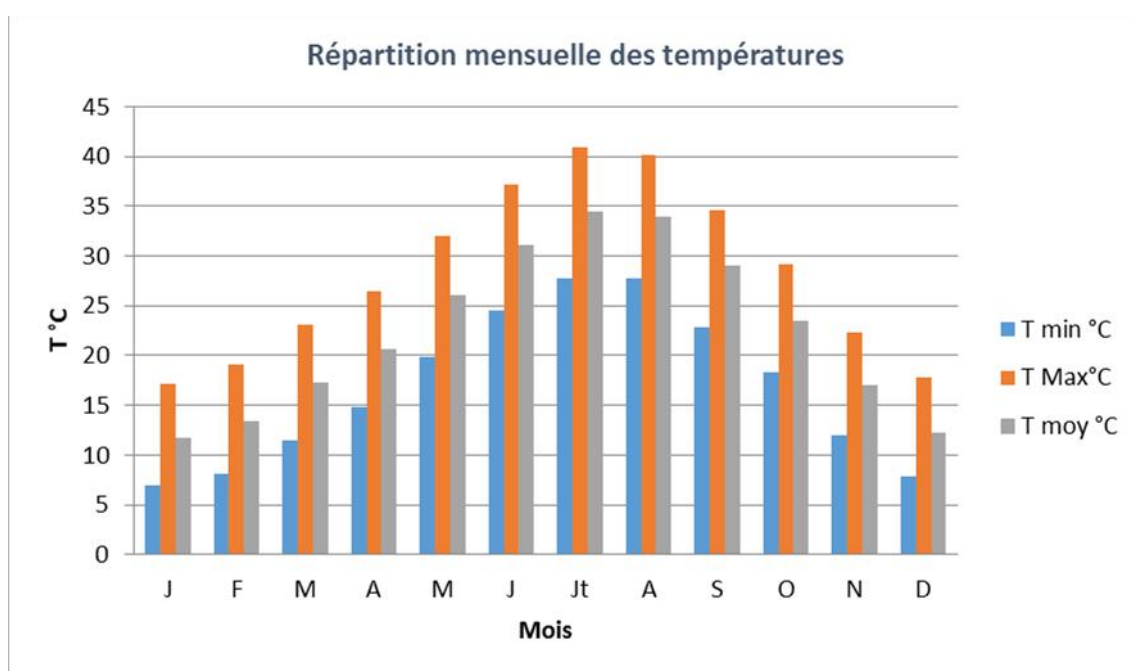


Figure I.3 : Répartition Graphique Des Températures Moy Mensuelles

I-3-2-1 Températures moyennes

Globalement la région de Biskra est comprise entre les isothermes 22 °C et 23 °C de température moyenne annuelle, ce qui correspond à des régions relativement chaudes ($T > 20$ °C).

La saison chaude dure 07 mois à Biskra, dont aucun mois n'a une moyenne inférieure à 20°C. Le gel est presque inconnu (0,1 jour en moyenne par an), mais le refroidissement nocturne est important. Il en résulte des amplitudes journalières élevées, plus fortes en été qu'en hiver.

Il est à noter les températures extrêmes de la période estivale et dont les valeurs élevées caractérisent ce type de climat continental-saharien.

Les deux facteurs essentiels à considérer pour la croissance et le développement du végétal se rapportent essentiellement à :

- l'intensité et la durée du froid hivernal (période de dormance hivernale).
- la sécheresse estivale, d'autant plus longue et chaude que la pluviosité est nulle.

Au mois de Décembre, Janvier et de février, mois les plus froids dans la région, la température moyenne oscille à Biskra, entre 11,7 °C et 12,3 °C, par contre en été elle est particulièrement élevée (34,5 °C et 34 °C en Juillet, Août).

Notons, que ces valeurs sont plus élevées dans la région de Biskra, à cause bien-sûr du facteur altitude, moins soutenu (86 m).

I-3-2-2 Températures moyennes extrêmes

Pour mieux appréhender les variations thermiques dans notre région, il est utile de se pencher sur les valeurs extrêmes mensuelles car ce sont leurs effets qui agissent directement sur la vie végétale.

Emberger a montré l'importance de la moyenne des minimas du mois le plus froid. Cette valeur représente les conditions thermiques limites survenant régulièrement durant le froid hivernal.

A Biskra, la plus basse température des minimas est observée en Janvier (6,9 °C). Quant à la température moyenne des maximas, la plus élevée est de 40,9 °C observée au mois de Juillet.

En plus des températures extrêmes, il ne faut pas oublier de considérer les amplitudes thermiques journalières dont beaucoup d'espèces végétales y sont sensibles.

I-3-2-3 Amplitude annuelle moyenne

L'amplitude thermique annuelle est définie par la différence entre la température du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid. La station de Biskra présente un écart élevé de 34 °C. L'amplitude est donc importante ce qui indique le caractère continental du climat de notre zone.

Il faut noter aussi que la surface du sol est soumise aux grandes variations de la température journalière et saisonnière. Cependant, il n'est pas aberrant d'envisager dans notre région des valeurs avoisinantes les 50 °C durant certaines journées d'été particulièrement chaudes.

Amplitude thermique (station Biskra)

m °C	M °C	Amplitude thermique
6,9	40,9	34

I-3-3 Humidité relative de l'air

C'est une donnée climatique qui mesure le degré hygrométrique de l'air, cette donnée intervient dans l'estimation de l'évaporation et dans les considérations agronomiques. L'hygromètre ou psychromètre, indique l'humidité de l'air, tandis que l'hydrographe enregistre les variations du taux d'humidité.

Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période (1992- 2012) de la station de Biskra sont :

Tableau I.3 : l'humidité relative de l'air sur une période (1992- 2012)

<i>Mois</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Annuel</i>
H. relative (%)	56	48	41	37	32	28	25	28	38	45	52	58	40.66

Source de la station de Biskra O.N.M (1992- 2012)

Le graphe de variation d'humidité relative (%) est présenté comme suit (Fig. I.4) :

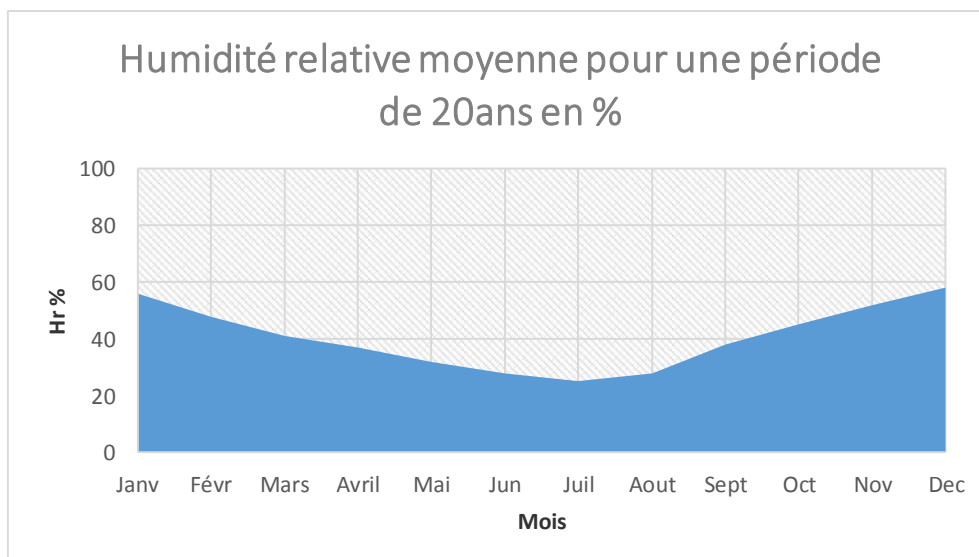


Figure I.4 : Evolution de l'humidité relative moyenne en % (Station Biskra 1992-2012)

Interprétation

Dans la zone, l'humidité relative est très faible et varie beaucoup durant la journée et durant l'année, par les effets des températures élevées et des amplitudes thermiques importantes. Généralement elles varient de 25 % au mois de Juillet jusqu'à 58% au mois de Décembre, soit une moyenne annuelle faible de 40,66 % seulement, ce qui signifie que l'atmosphère présente en quasi permanence un déficit hydrométrique contribuant par conséquent à l'intensification de l'ETP d'où des besoins en eau plus importants pour les cultures.

I-3-4 Les précipitations (Pluviométrie)

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition dans le temps de la zone d'El Outaya sont primordiales, puisqu'elle nous permet de connaître le régime pluviométrique, ce qui conditionne le dimensionnement des réseaux d'irrigation et le pilotage des arrosages.

Pour l'exploitation des données de pluie, nous nous sommes référés à la Station de Biskra O.N.A, qui dispose d'un pluviomètre et d'un pluviographe.

Nous avons pris en considération un échantillon de données qui va de l'année 1992 jusqu'à 2012.

Les précipitations mensuelles moyennes (mm) sont données dans le tableau suivant :

Tableau I.4 : Pluies mensuelles de la zone d'étude

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
1992	18.8	4.31	22.35	9.65	9.91	0.51	8.12	0.51	25.8	1.02	89.4	2.54	192.52
1993	0	43.43	29.21	0	7.11	0	0	0	56.14	0	17.53	143.77	297.19
1994	0	0	128.28	0	0	2.03	55.12	3.05	104.16	49.03	1.02	0	342.69
1995	4.06	2.03	7.62	4.06	0	2.54	0	1.27	227.33	4.06	16.25	17.02	286.24
1996	61.47	23.36	56.14	0.51	2.04	6.1	97.03	8.64	9.4	1.02	23.88	3.05	292.64
1997	15.24	5.08	9.15	71.63	0	7.87	0	0.51	7.38	13.21	43.95	18.03	192.05
1998	0.4	15	1.2	46.1	9.6	12.4	0	1.1	2.2	3.4	2	1.4	94.8
1999	66.8	1.8	3	3.3	7.6	5.2	0	4.2	8.8	12.3	44.3	35.7	193
2000	0	0	2.5	5.1	15.8	0	0	0	27.4	4.4	1.4	7.9	64.5
2001	38.3	0.4	0	0	0	0	0.1	9.2	2.3	4	19.6	14.9	88.8
2002	0.5	0.1	0.7	1.9	0.9	3.3	2.5	4.8	0.6	11.9	18.8	1	47
2003	76.8	1.5	4.1	4.5	2.9	2.1	0.1	0	6.5	40.7	4.6	13.1	156.9
2004	1.5	0.6	91.1	67.9	48.9	1.6	0	3.2	4	6	32.6	36.7	294.1
2005	0	18	3.5	0	0	2.5	2.6	2	7.2	0.7	15.7	6.6	58.8
2006	53.7	29	1	13.5	11.5	0.2	0	0.7	16.2	9	28.4	9.8	173
2007	0	2.9	10.9	22.1	1.5	0.4	0	0.1	36.1	3	0.1	2.2	79.3
2008	4.1	0.5	1.4	0	21.1	0	0	0.5	18.1	40	0	32.7	118.4
2009	48.9	11.4	16	12	15.7	0	4	0	47.7	0	0.3	13.8	169.8
2010	15.9	17.5	24.7	22.6	5.7	23.6	0	3.7	10.4	16.3	44.8	0.3	185.5
2011	6.8	0.2	37.6	39.4	55.4	0.6	1.3	0	28.7	79.9	2.4	0	252.3
2012	0.2	1.3	6.3	4.8	0	0	0.6	0.2	3.7	12.4	23.5	1.5	54.5
moyenne	19.69	8.5	21.75	15.67	10.27	3.38	8.17	2.08	30.94	14.87	20.50	17.24	173.05

Source : Station Biskra O.N.M (1992-2012)

Interprétation :

La pluviométrie n'est pas régulière, et varie suivant les mois et les années. D'après le tableau et le graphe on remarque la moyenne annuelle des précipitations est de 173.05 mm sur une série de 21ans (1992-2012).

Le graphe de variation des précipitations (mm) est présenté comme suit :

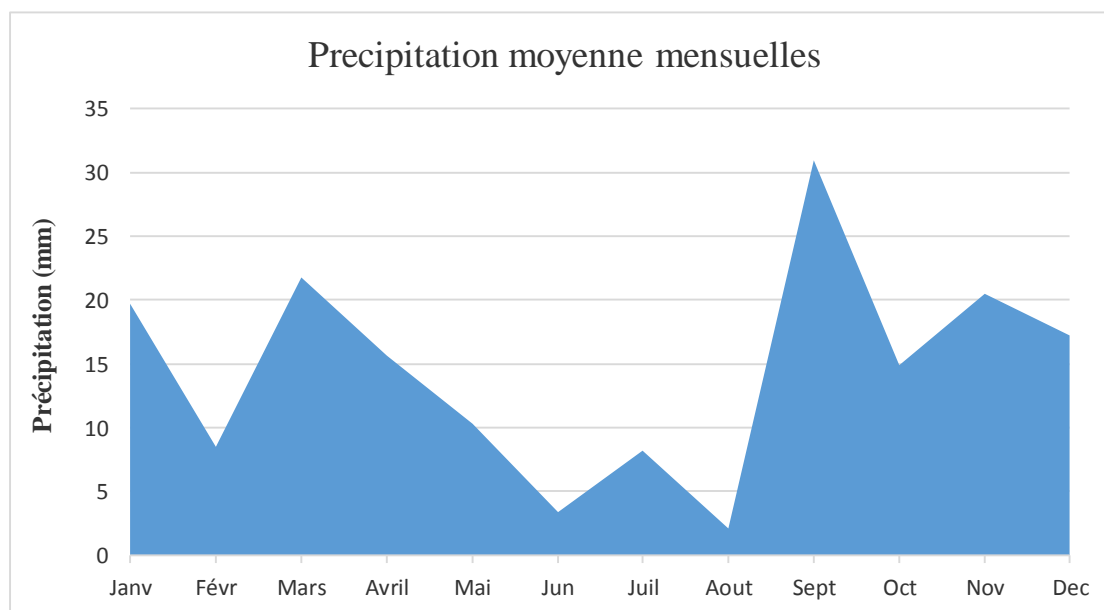


Figure I.5 : Précipitation moyenne mensuelles (1992-2012)

I.3.4.1- Régime saisonnier

Le développement des cultures pérennes et herbacées est étroitement lié au régime saisonnier des pluies.

En période estivale, les pluies enregistrées sont très faibles, l'agriculture doit être impérativement conduite en irrigué.

Station	Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Moyenne annuelle
Biskra	P (mm)	45.42	47.68	13.62	66.31	173.03
	%	26.25	27,55	7.87	38.33	100

Le régime saisonnier de la région est irrégulier pour les saisons comme pour les périodes.

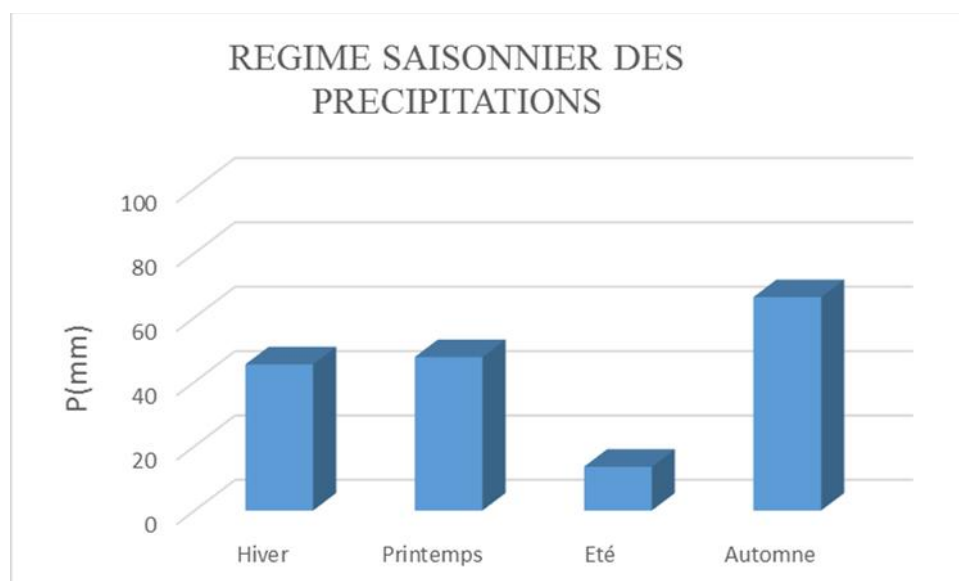


Figure I.6 : Représentation graphique du régime saisonnier des Pluies moy

En résumé, les pluies dans la région de Biskra se caractérisent par leur :

- faiblesse,
- irrégularité interannuelle et saisonnière,

I.3.5 Le vent

Le vent est le composant climatique le plus marquant dans la région saharienne et présaharienne, c'est un facteur important à considérer dans toutes actions dans l'agriculture, il joue un rôle essentiel dans le phénomène de pollinisation, comme il peut provoquer le flétrissement de certaines espèces végétales sensibles, ainsi que des dégâts matériels très importants (serres, arboriculture etc.).

Tableau I.5 : Vitesse moyenne mensuelle du vent

Mois Paramètre	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Vent moy m/s	4,1	4,5	4,7	5,7	5,3	4,6	4,0	3,8	4,0	3,9	4,2	4,0
Vent max m/s	33	29	29	41	30	35	48	33	43	34	30	36

Source: Biskra O.N.M (1990-2012)

La vitesse moyenne mensuelle du vent sont généralement modérées, notons que la station a enregistré une vitesse maximale (absolue) de 147,6 et 172,8 Km/h durant les mois d'Avril et juillet respectivement ce qui rend l'installation des brises vents obligatoire pour la protection des cultures du futur périmètre.

Les couloirs directionnels des vents

Au Sahara, le vent est caractérisé par sa persistance et l'inconstance de sa direction (donc multidirectionnel) concernant sa vitesse, elle varie de 3.8 à 5.7 m/s, avec un maximum atteignant les 172,8 Km/h, ce qui peut causer des dégâts importants. Mais le type de vent à craindre le plus, est celui du Sud à savoir le sirocco, à cause de ses vents secs, chauds et volants parfois, entraînant l'ensablement.

Pour ce qui est de l'effet du vent sur l'habitation et l'agriculture, il faut prendre en compte le risque d'ensablement avéré et ce par des méthodes utilisées de par le monde, à savoir association des techniques mécaniques et biologiques. En effet la lutte mécanique souvent préconisé dans de telles situations n'est qu'un premier soin d'urgence à renforcer par un traitement plus efficace et durable basé sur des matériaux variant adaptés aux conditions écologiques du milieu à traiter.

I.3.6 Le sirocco

Tableau I.6 : Variation du sirocco /mois

Mois Paramètre	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Total
Sirocco (jour)	00	00	00	00	1,0	2,9	3,0	1,4	1,0	00	00	00	8,9

Source: Biskra O.N.M (1990-2012)

Ce phénomène apparait durant 05 mois, de Mai jusqu'à Septembre, mais avec intensité plus remarquable durant les 03 mois d'été et un maximum en Juillet avec 3,0 jours. Il est néfaste pour les cultures surtout avec sa coïncidence avec l'époque de maturation des dattes

I-3-7 L'insolation

L'insolation, qui traduit la durée du jour, influe directement sur la durée du cycle végétatif des cultures.

Tableau I.7 : Répartition de l'insolation moyenne mensuelle

Mois Paramètre	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Insolation en h/j	7,3	8,2	8,6	9,6	10,4	11,2	11,3	10,9	8,9	8,4	7,6	6,9

Source: Biskra O.N.M (1990-2012)

La durée d'insolation est de 6,9 h à 11.3 h par jour, notons que le soleil est utilisé comme une source d'énergie dans les zones reculées de Biskra où le réseau électrique fait défaut.

Il faut souligner, que la durée d'ensoleillement est largement suffisante pour la maturation de certaines cultures spécifiques et de prédilection de la région de Biskra à savoir les dattes, pour le grand bien de cette culture, contrairement à d'autres cultures qui sont vulnérables à de fortes durées d'insolation.

I-3-8 Evaporation

Pour le calcul de l'évaporation du plan d'eau nous avons utilisé les données de la station de Biskra (en millimètre)

Dans le tableau suivant, on donne les valeurs mensuelles et de l'évaporation sur une période de 24 ans.

Tableau I.8 : Valeurs mensuelles d'évaporation

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Evaporation en mm	97	105	159	203	265	343	380	362	285	175	126	103	2004,7

Source : Station de Biskra (1970-1994)

I-3-9 Les gelées

Sont nulles à Biskra, mais la zone d'étude enregistre des gelées hivernales et printanières de faibles incidences sur les cultures.

Tableau I.9 : Répartition de gelées

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
gelée	0.0	0.1	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0.1

Source : Station de Biskra (1990-2005)

I-3-10 Grêle

Les chutes de grêle sont produites par les cumulonimbus, les plus gros et les plus mystérieux des nuages dont la base s'étale à 2.500m en moyenne (de 1000 à 4000) et le sommet culmine à 10-15km d'altitude.

Tableau I.10 : Répartition de grêle

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
gelée	0.0	0.1	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0.1

Source : Station de Biskra (1990-2005)

I.4 Indices agro-météorologiques

Ils permettent d'étudier et de classer le climat de la zone en fonction des paramètres climatiques tels que la température de l'air ou de la pluviométrie.

I.4.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926) :

L'indice d'aridité de De Martonne (**IA**) est utilisé pour évaluer la sécheresse, il s'exprime comme suit :

$$IA = \frac{P}{T + 10}$$

Avec

P : précipitation annuelle en mm. $\Rightarrow P = 173.05$

T : température moyenne en ($^{\circ}\text{C}$). $\Rightarrow T = 22.5^{\circ}\text{C}$

Tableau I.11 : Classification du climat selon De Martonne

Valeur	Type de climat	Irrigation
$IA < 5$	Désertique	Indispensable
$5 \leq IA \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 \leq IA \leq 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 \leq IA \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$30 \leq IA$	Humide	Inutile

D'après la classification de De Martonne, l'indice $IA = 5.32$, ce qui implique que le climat est très sec, dans ce cas, l'irrigation est indispensable, la zone du projet dans une région aride à aridité forte.

Cette classification doit être vérifiée et complétée par d'autres indices tels que le Quotient d'Emberger.

I.4.2 Quotient pluviothermique 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 : température maxima du mois le plus chaud (Kelvin).

m : température minima du mois le plus froid (Kelvin).

Q : Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

Les calculs donnent :

$$Q = 2000 \frac{173.03}{(40.9 + 273)^2 - (6.9 + 273)^2} = 17.14$$

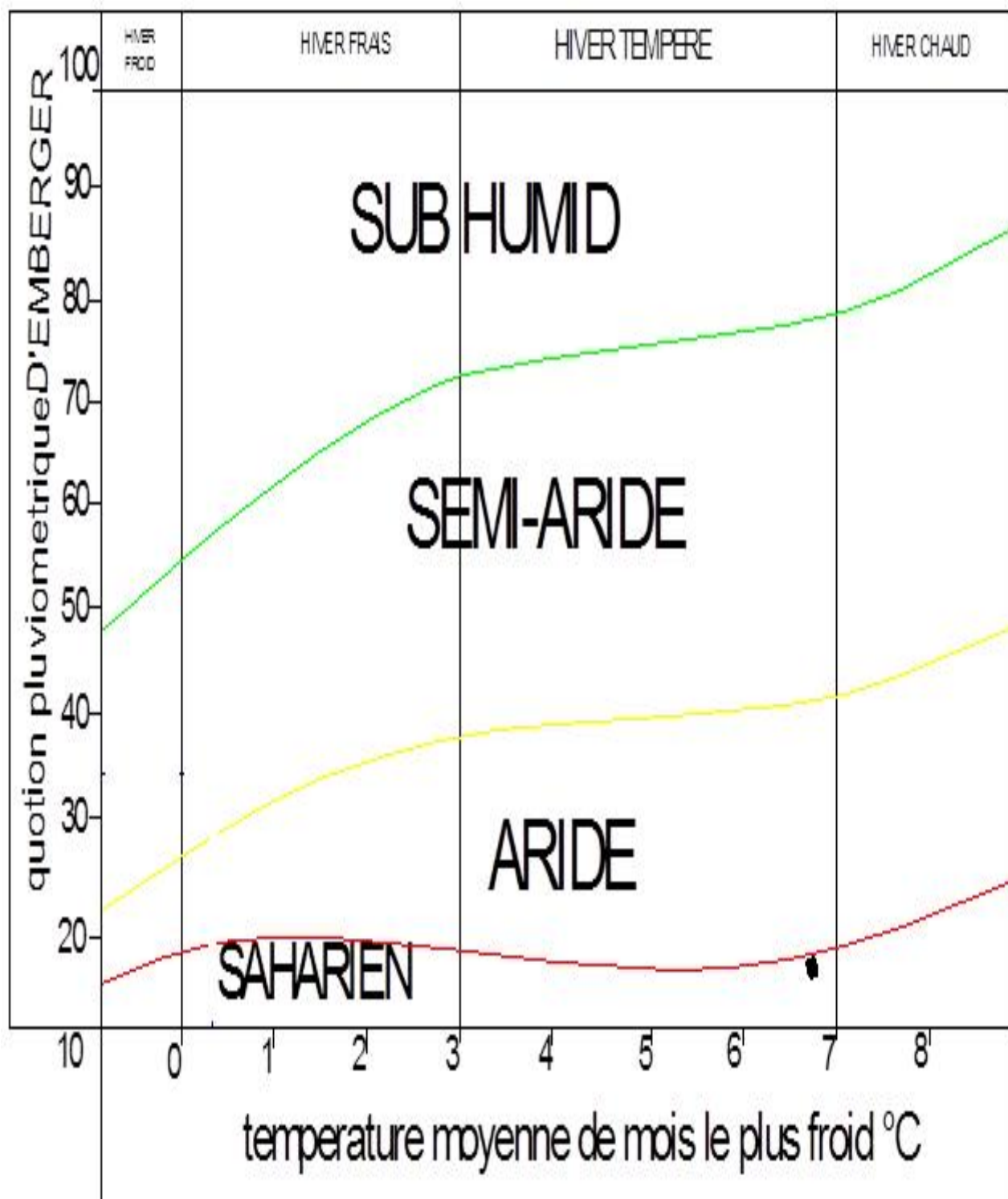


Figure I.7 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen

I.4.3 Climagramme de Bagnouls et Gausсен

Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climagramme 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 égale 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.12 : Diagramme Embrothermique de Gausсен

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
La moyenne de p (mm) les 20 ans	19.69	8.5	21.75	15.67	10.27	3.38	8.17	2.08	30.94	14.87	20.5	17.24	14.42
Température moyenne (c°)	11.7	13.4	17.3	20.7	26.1	31.1	34.5	34	29	23.5	17	12.3	5,6

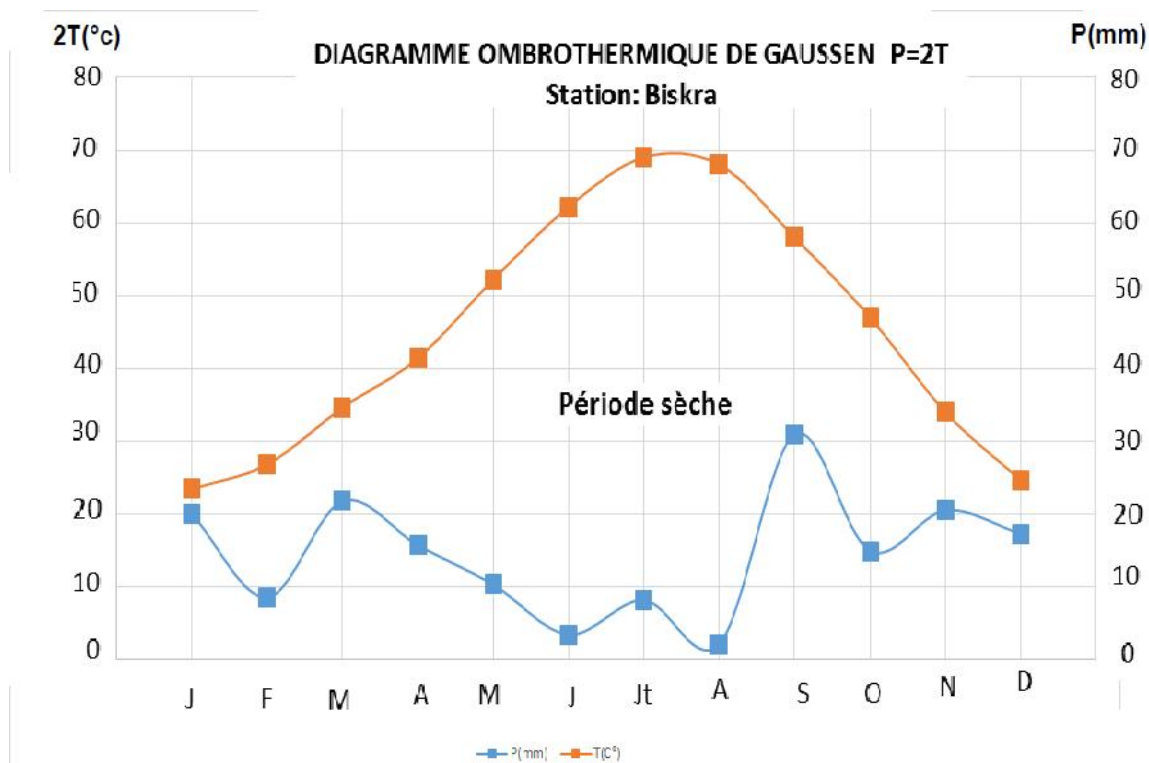


Figure I.8 : Diagramme de Gausсен pour la zone du projet

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que la période sèche s'étale sur toute l'année.

La saison sèche est très importante à cause des températures très élevées par rapport aux faibles précipitations.

Conclusion

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat très sec avec un régime pluviométrique irrégulier en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver très court et tempéré par contre la saison sèche est longue et s'étale sur toute l'année.

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

CHAPITRE II :
ETUDE AGRO-
PEDOLOGIQUE

CHAPITRE II ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1 Introduction

L'étude pédologique est l'une des étapes essentielles pour prendre en compte de la nature, des caractéristiques et des contraintes relevant du sol dans tout aménagement hydro-agricole.

Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment.

-La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible ;

-La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau ;

-La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages ;

-Les caractéristiques chimiques (PH, CE) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer ;

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées aux agriculteurs.

II.2 Les types de sols

Le périmètre étudié est situé à 18,50 kilomètres environ au sud-ouest de chef-lieu de la commune d'El Outaya. Il couvre une superficie totale de 288 ha.

Pour la plupart de ses terres ne sont pas actuellement exploitées et l'étude des caractères morphologiques ainsi que leurs analyses physico-chimiques a permis de faire sortir deux (02) classes de sols et ce dans les différents terrains du périmètre étudié à savoir :

- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols halomorphes

II.2.1 Classe des sols peu évolués

Sols d'apport alluvial et éo-alluvial, dont l'évolution est inhibée essentiellement par les apports récents et le climat saharien de la zone, sont exposés sans cesse à l'influence des différents agents mécaniques d'érosion ; ces sols ont été aperçus dans le périmètre d'étude et, suivant leur origine, il s'agit d'apport par l'action de l'eau et des vents.

Les sols de cette classe sont profonds, caractérisés par un profil de type A/C, leur évolution n'est jamais suffisante pour que de véritables horizons soient différenciés, avec absence presque complet d'humus, l'horizon superficiel exposé le plus souvent à l'érosion éolienne et leur altération chimique est très faible. Ces sols caractérisés par des horizons sans transition distincte entre eux et reposant le plus souvent sur un niveau argileux dont l'importance augmente avec la profondeur. En surface, ils sont constitués d'un recouvrement composé des sables éoliens. La texture de ces sols est généralement limono sableuse ou limono argileuse.

Leur structure est particulière, parfois avec une structure polyédrique peu développée. Leur compacité est faible en surface mais plus importante en profondeur, leur couleur est brun ocreux à brun clair. La réaction du milieu est généralement alcaline.

Les sels et/ou le gypse se présentent sous forme de petits cristaux ou par de nombreuses taches ou pseudo mycéliums blanchâtres. Il est distingué un seule groupe.

II.2.1.1 Groupe sols peu évolués d'apport éo-alluvial

Développés sur des matériaux composés de dépôts alluvionnaires du quaternaire récent, ces sols sont le plus souvent composés d'éléments fins (argiles et limons) disposées en strates qui juxtaposent une couche sableuse et/ou argileuse, caractérisés par un degré de décarbonatation progressif du haut vers le bas du profil.

Au niveau du sous-groupe, et en prenant en considération la définition de la classification donnée ci-dessus pour les sols affectés par la salinité, on a distingués deux sou groupes, il s'agit de :

- Sols peu évolués d'apport éo-alluvial très faiblement salin,
- Sols peu évolués d'apport éo-alluvial à caractère halomorphe.

II.2.1.1.1 Sous-groupe très faiblement salin

Sols profonds se caractérisent par un profil de type AC, avec un aspect de surface moins chargé en éléments grossiers, en surface un voile des granules quartzeuses de faibles tailles est présent ; ces sols sont occupés en totalité par une végétation dégradées et xérophytes ; en profondeur et par endroit reposent souvent sur un niveau argileux. Les sols de ce sous-groupe sont formés par des apports éo-alluviaux de texture sableuse à travers le profil avec une structure particulière et continue.

Profil 1**Localisation**

- **Coordonnées : (WGS 84)**

Nord : 34° 52' 45,7''

Est : 005° 34' 9,0''

Altitude : 183 m

Description du site :

- Lithologie : Quaternaire et dépôts alluvionnaires
- Géomorphologie : Replat (plateaux saharien)
- Pente : 0 - 3%, très faible à nulle
- Aspect de surface : Charge caillouteuse 5 à 10% (graviers et cailloux grés) avec présence d'une fine pellicule de sables d'apport éolien.
- Occupation du sol : Terrain occupé par des plantes halophiles (El Jell).

Classification (CPCS 1967) :

Classe : Sols peu évolués

Sous Classe : Non climatique

Groupe : Apport éo-alluvial

S/ Groupe : très faiblement salin ;

Famille : sur alluvions faiblement salées et calcaire ;

Série : profond ;

Type : limono sableuse.

0- 21 cm : Sec, couleur 10 YR 6/6 (brun ocreux), Texture limono sableuse, structure polyédrique moyenne à tendance continue, charge 2-5%, graviers grés, pas de racines, matière organique directement décelable, activité biologique moyenne, poreux, friable, vive effervescence à Hcl, calcaire diffus, transition graduelle.

21 - 72 cm : Sec, couleur 10 YR 6/6 (jaune brunâtre), Texture limono sableuse, structure continue, charge en strate estimée de 3 – 7%, cailloux subangulaire de grés quartzeux ; pas de racines, matière organique non directement décelable, activité biologique nulle, peu poreux, moyennement compact, faible effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, non plastique, transition diffuse.

72 - 140 cm et plus : Sec, couleur 10 YR 6/6 (brun clair), Texture sableuse, structure continue, quelques graviers grés quartzeux (<2%), pas de racines, non organique, peu poreux, peu compact, faible effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, quelques pseudo mycélium blanchâtre d'accumulation des sels.

Caractéristiques morphologiques :

Les sols peu évolués d'apport éo-alluvial du périmètre sont profonds, caractérisés par un profil de type AC avec un horizon superficiel exposé fréquemment à l'érosion éolienne. De texture sableuse dont le taux de la fraction granulométrique grossière dépasse souvent 94%. Ces sols d'accumulation de sable sont caractérisés par un aspect de surface non caillouteux, composé seulement d'un masque de granules de quartz ; la structure est particulière à travers le profil avec apparition par endroit de couches légèrement chargées en éléments grossiers (de 3 à 7%) mélangées avec la composition sableuse.

La texture grossière (sableuse) et la structure peu stable exposent fréquemment ces sols à l'érosion éolienne, les caractéristiques hydriques confiées à ces sols sont :

- bonne perméabilité hydrique (vitesse d'infiltration élevée) .
- drainage interne très bon.

- Résultats analytiques :**Profil type PL01**

Epaisseur Cm	Granulométrie (%)						MO (%)	C.E.C Még/100g	Calcaire (%)		pH	CE mmhos/cm
	A	LF	LG	SF	SG	Texture			Total	Actif		
0 – 21	3	1	1	43	52	LS	0,154	7,56	25,08	10,8	6,91	0,42
21 – 72	6	1	1	43	51	LS	0,172	7,82	23,56	11,6	7,45	0,44
72 – 140	6	3	1	50	42	S	0,154	8,42	22,42	12,3	7,65	1,82

LS : Limono sableuse

Source ANRH-Constantine

Interprétations analytiques :

Les sols peu évolués d'apport éo-alluvial du périmètre sont non salins, la conductivité électrique très faible, varie en moyenne de 0,42 mmohs/cm avec une légère augmentation en profondeur. La teneur en calcaire total varie de 22 à 25%, le calcaire actif moyen, varie de 10 à 12% à travers le profil, ce qui suppose que ces teneurs sont non contraignantes au développement des cultures (risque de chlorose nulle), le pH du sol est neutre à légèrement alcalin (6,91 – 7,65) favorable et sans risque pour les cultures proposées.

Les contraintes majeurs sont limitées à la texture grossière à travers le profil (sableux) et à la fertilité chimique dérisoire, la capacité d'échange cationique virée de 7,5 à 8,4 még/100 g de sol, et la matière organique assez faible (MO < 0,17 %) à travers le profil.

II.2.1.1.1 Aptitudes culturales des sols en irrigué

Les principaux critères utilisés pour la détermination de la classe d'aptitude culturale, sont :

- Niveau limitant (profondeur),
- Conductivité électrique (salure),
- Texture,
- Structure,
- Eléments grossiers,
- Hydromorphie,
- Taux de calcaire actif.

Tableau II.1 : Classe d'aptitude en irriguée C12 M13 B21 I22

Type de culture	Classe d'aptitude	Aptitude culturale		
		Bon	Moyen	A exclure
Cultures arboricoles	B21 fe	Palmier dattier, olivier, abricotier/franc, vigne et figuier.	Amandier, Grenadier et Pêcher	-
Cultures maraichères	M13 tx, fe	Pomme de terre, tomate, carotte, oignons, laitue, ail, et melon.	Navet, chou-fleur, choux-pommé, Épinard, laitue, aubergine, piment, poivron et concombre	-
Cultures annuelles	C12 tx, fe	Blé tendre, orge, ray-gras.	blé dur, luzerne, bersim, maïs, fétuque et Vesce-avoine.	-
Cultures industrielles	I22 s, tx	-	Tournesol, Tabac, Cotton.	Betterave à sucre

Les lettres accompagnant la classe d'aptitude, expriment la nature de la contrainte :

- ✓ tx : texture grossière,
- ✓ s : salinité,
- ✓ fe : fertilité chimique.

II.2.1.1.2 Sous-groupe apport éo-alluvial à caractère halomorphe

Ces sols sont caractérisés par un aspect de surface non chargé, constitués principalement d'éléments fins composés de limons et argiles et ayant une texture limono sableuse à limono argileuse à travers le profil avec une structure particulière à polyédrique fine peu développée.

C'est l'unité des sols la plus fréquentée ; et qui occupe une grande partie de l'ensemble des terrains du périmètre.

Caractéristiques morphologiques

Sols ocreux en surface et bruns à bruns clairs en profondeur (gamme 10 YR de la charte de Mensell), profonds, à texture limono argileuse à limono-sableuse à travers le profil ; la structure est moyennement développée de type grenue à polyédrique moyenne en surface et fine à massive en profondeur. La composition granulométrique enrichie en calcaire a conditionné à ces sols une porosité plus élevée.

Les sols d'apport éo-alluvial du périmètre sont caractérisés par la présence de sels facilement solubles et qui augmentent sensiblement en profondeur.

Ces sols présentent une capacité de rétention en eau satisfaisante, et une perméabilité faible à moyenne à travers le profil.

Profil 03 :

Localisation

- **Coordonnées : (WGS 84)**

Nord : 34° 53' 18''

Est : 005° 34' 25,6'' Altitude : 182 m

Description du site :

- Lithologie : Quaternaire et dépôts alluvionnaires
- Géomorphologie : Replat (plateaux saharien)
- Pente : 0 - 3%, très faible à nulle
- Aspect de surface : Pas de charge avec la présence d'une fine pellicule de sables et limons d'apport éolien.
- Occupation du sol : Terrain occupé par des plantes halophiles (El Jell).

Classification (CPCS 1967) :**Classe :** Sols peu évolués**Sous Classe :** Non climatique**Groupe :** Apport éo-alluvial**S/ Groupe :** à caractère Halomorphe ;**Famille :** sur alluvions salées et moyennement calcaire ;**Série :** profond ;**Type :** limono sableuse.

0- 23 cm : Frais, couleur 10 YR 6/4 (brun ocreux), Texture limono sableuse, structure polyédrique grossière, pas de charge, nombreuses racines fines et moyenne dans toute direction, matière organique directement décelable, activité biologique moyenne, poreux, friable, effervescence à Hcl, calcaire diffus, transition diffus.

23 - 75 cm : Sec, couleur 10 YR 5/6 (brunâtre jaunâtre), Texture limono argileuse, structure polyédrique fine, pas de charge ; racines moyennes perpendiculaires, matière organique non directement décelable, activité biologique nulle, peu poreux, compact, effervescence à l'Hcl, non plastique, présence des taches blanchâtre d'accumulation des sels, transition graduelle.

75 - 135 cm et plus: Sec, couleur 10 YR 5/6 (brunâtre jaunâtre), Texture argilo limoneuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge, pas de racines, non organique, peu poreux, très compact, forte effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, présence des pseudos mycélium blanchâtre d'accumulation des sels.

Caractéristiques analytiques

Il sera donné, ci-dessous à titre indicatif, les résultats analytiques d'un profil représentatif de ces sols.

Résultats d'analyse de sol**Profil type PL03**

Épaisseur Cm	Granulométrie (%)						MO (%)	C.E. C Még/ 100g	Calcaire (%)		pH	CE mmhos/ cm
	A	LF	LG	SF	SG	Textur e			Total	Actif		
0 – 23	15	15	6	41	26	LS	0,516	14,37	28,5	8,7	7,58	5,30
23 – 75	39	28	7	17	7	LA	0,481	25,43	33,44	12,8	7,54	4,52
75 – 135	41	41	7	5	2	AL	0,516	28,54	40,66	14,1	7,50	4,29

LA : Limono argileuse

Source ANRH-Constantine

Sur le plan analytique et conformément aux normes universelles, ces sols présentent un horizon de surface (A) sableux avec un taux des sables voisin de 67%, en profondeur il est remarqué une légère augmentation des teneurs en argiles qui atteignent des valeurs importantes 46% par endroit, la structure est favorable et la porosité bonne à moyenne à travers le profil.

Ces sols sont assez pauvre en matière organique (à 0,5 %), la teneur est en dessous des normes appréciables, varie au voisinage de 0,4 à 0,5%, dont la minéralisation semble très rapide ; le pH est légèrement alcalin (pH = 7,50-7,58) confirmant la présence du calcaire à travers le profil et une réaction du milieu favorable; la teneur en calcaire total varie de 24,70 à 40,66%; le calcaire actif est bien présent au niveau des parcelles à texture fine, varie de 12 à 14,5 % et augmente légèrement en profondeur pour atteindre 16,6%, alors au niveau des terrains représentés par une texture légèrement grossière le calcaire actif est moins présent, varie de 8 à 11% et le risque de la chlorose est moindre, La capacité d'échange demeure quant à elle assez faible pour les sols à texture grossière (inférieure à 8 méq/100 g) et ceci en rapport avec le taux très faible en éléments fins (argiles et limons), contrairement et au niveau des parcelles à texture fine, la CEC varie en moyenne de 25 à 30méq/100g confirmant un bon niveau de fertilité des sols. Pour le gypse et selon la description morphologique aucune accumulation n'est apparente dans tous les profils, parallèlement s'il existe au niveau de la solution de sol, reste sans incidence majeure sur la croissance des cultures.

La salinité est la caractéristique principale de ces sols, elle est généralement présente, la conductivité électrique varie de 1,90 à 6 mmhos/cm.

L'interprétation du bilan ionique des sols montre que la salinisation est en général de type sulfato-chlorurée à travers le profil et sur l'ensemble des surfaces ($\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ de 0,2 à 1,0), correspondant parfaitement aux sols moyennement riche en gypse, en fait l'anion SO_4^{2-} responsable de ce type de salinisation, prend comme source d'origine des gypses existants dans ces sols.

Les caractéristiques analytiques de ces sols révèlent donc la présence de quelques contraintes pour leur utilisation ; en effet la présence des sels facilement solubles et le calcaire actif, nécessitent des aménagements préalables a toute mise en culture.

II.2.1.1.2.1 Aptitude culturale

Les principaux critères utilisés pour la détermination de la classe d'aptitude culturale, sont :

- Niveau limitant (profondeur),
- Conductivité électrique (salure),
- Texture,
- Structure,
- Eléments grossiers,
- Hydromorphie,
- Taux de calcaire actif.

Tableau II.2 : Classe d'aptitude en irriguée C14 M15 B26 I22

Type de culture	Classe d'aptitude	Aptitude culturale		
		Bon	Moyen	A exclure
Cultures arboricoles	B26 s,ca	Palmier dattier, olivier et grenadier.	Vigne	Les cultures arboricoles non résistantes aux sels
Cultures maraichères	M15 s,tx,fe	Artichaut, oignons, laitue.	Tomate, Pomme. de terre, choux fleur, laitue, pastèque, melon, piment-poivron, haricot vert	-
Cultures annuelles	C14 s,fe	Orge.	Luzerne, Maïs, blé dur, blé tendre.	
Cultures industrielles	I22 s,tx	-	Tournesol, Tabac, Cotton.	Betterave à sucre.

Les lettres accompagnant la classe d'aptitude, expriment la nature de la contrainte :

- ✓ s : salinité excessive,
- ✓ ca : excès en calcaire actif,
- ✓ tx : texture fine,
- ✓ fe : fertilité chimique.

II.2.2 Classe des sols halomorphes

Ce sont des sols profonds (>120 cm), caractérisés par une accumulation des sables et des matériaux fins par des apports d'origine éoliennes et alluviales, de texture limono sableuse à limono argileuse, reposant sur un niveau argileux.

Pour les autres caractères morphologiques, ils sont semblables aux sols de la classe des sols d'apport, ils se distinguent de cette classe seulement par une salinité d'un ou plusieurs horizons supérieure à 6 mmhos /cm et comprise entre 6 et 26 mmhos /cm. La salinité peut se situer en surface ou sur toute la profondeur des sols, mais en général les horizons de profondeur qui

présentent une salinité excessive. Ces sols font partie de la sous classe des sols halomorphes à structure non dégradée, un seul groupe a été rencontré.

- Groupe des sols salins

Dans ce groupe des sols salins on peut distinguer un seul sous- groupe il s'agit du :

- Sous groupe des Sols salins à efflorescence salines.

II.2.2.1 Sous groupe Sols salins à efflorescence salines

Ces sols sont généralement profonds, de texture limono-sableuse à limono argileuse sur l'ensemble du profil, la salinité varie de 6 à 26 mmhos/cm, dans les horizons profonds qui sont ceux à plus fort degré de salinité, qui peut s'abaisser jusqu'à 2 mmhos dans les horizons de surface, parfois rester élevée à travers le profil, les fortes teneurs en sels ou en gypse ne sont que les témoins d'une évolution ancienne, sous l'influence des apports et d'une nappe moins profonde qu'actuellement à une forte évaporation en surface.

Le type de salinité est variable indépendamment de la profondeur et du degré de salinité des horizons, il est essentiellement chloruro-sulfaté en surface et chloruré en profondeur.

Les sols Halomorphes sont bien repartis et occupent les parcelles situées à l'extrême nord-ouest du périmètre.

Caractéristique morphologique

Bruns ocreux à la surface et bruns grisâtres en profondeur ; les sols Halomorphes du périmètre sont profonds, de texture moyenne à la surface et fine en profondeur et d'une structure moyennement favorable à travers le profil.

Ces sols sont caractérisés par la présence de sels solubles en quantités plus au moins élevées à travers le profil qui se manifeste par l'apparition des taches et/ou des pseudo mycéliums de couleur blanchâtre. Les propriétés hydriques sont favorables avec une capacité de rétention en eau élevée à travers le profil.

Profil 10**Localisation**

- **Coordonnées : (WGS 84)**

Nord : 34° 53' 2,8''

Est : 005° 33' 18,3''

Altitude : 182 m

Description du site :

- Lithologie : Quaternaire et dépôts alluvionnaires
- Géomorphologie : Replat (plateaux saharien)
- Pente : 0 - 3%, très faible à nulle
- Aspect de surface : Pas de charge avec la présence d'une fine pellicule de sables et limons d'apport éolien.
- Occupation du sol : Terrain occupé par des plantes halophiles (El Jell).

Classification (CPCS 1967) :

Classe : Sols Halomorphes ;

Sous Classe : à structure non dégradée

Groupe : Sols salins

S/ Groupe : Modal ;

Famille : sur alluvions salées ;

Série : profond ;

Type : limono sableuse.

0- 18 cm : Frais, couleur 10 YR 5/4 (brun ocreux), Texture limono sableuse, structure grenue, pas de charge, pas de racines, matière organique peu décelable, activité biologique faible à nulle, peu poreux, friable, moyenne effervescence à Hcl, calcaire diffus, transition graduelle peu distincte.

18 - 62 cm : Sec, couleur 10 YR 5/6 (brun jaunâtre), Texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge ; pas de racines, matière organique non directement

décelable, activité biologique nulle, peu poreux, compact, vive effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, non plastique, transition graduelle.

62 - 95 cm : Sec, couleur 10 YR 5/4 (brun jaunâtre), Texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge ; pas de racines, apparemment non organique, matière organique non directement décelable, activité biologique nulle, peu poreux, très compact, effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, non plastique, présence des sels sous forme de taches et pseudo mycélium blanchâtre, transition diffuse non distincte.

95 - 145 cm et plus : Sec, couleur 10 YR 5/4 (brun jaunâtre), Texture argilo limoneuse, structure massive et compact, pas de charge, pas de racines, non organique, non poreux, compact, forte effervescence à l'Hcl, calcaire diffus, présence des sels sous forme de pseudo mycélium blanchâtre.

Caractéristiques analytiques

Il sera donné, ci-dessous, les résultats analytiques d'un profil représentatif de ces sols.

Résultats d'analyse de sol

Profil PL10

Epaisseur Cm	Granulométrie (%)						MO (%)	C.E.C Még/1 00g	Calcaire (%)		pH	CE mmho s/cm
	A	LF	LG	SF	SG	Texture			Total	Actif		
0 – 18	18	13	5	49	18	LS	0,516	10,44	27,36	9,8	7,66	13,18
18 – 62	32	25	4	28	10	LA	0,585	14,89	27,36	10,3	7,46	18,40
62 – 95	36	37	3	18	5	LA	0,636	18,87	31,92	13,1	7,92	18,10
95 - 154	50	39	3	6	1	AL	0,671	22,06	34,58	13,8	7,34	3,06

LA : Limono argileuse

Source ANRH-Constantine

Ces sols sont assez pauvre en matière organique (à 0,7 %), la teneur est en dessous des normes appréciables, varie au voisinage de 0,5 à 0,7%, dont la minéralisation semble très rapide ; le pH est alcalin (pH = 7,60-8,3) confirmant la présence du calcaire à travers le profil et une réaction du milieu favorable; la teneur en calcaire total varie de 25,08 à 34,96% dans la couche 0 – 25 cm et augmente en profondeur pour atteindre la valeur de 40% ; le calcaire actif varie de 8,9 à 14,2 % et augmente légèrement en profondeur pour atteindre 16,0% , la CEC est satisfaisante, varie en moyenne de 10,5 à 24 még/100g confirmant un bon niveau de fertilité des sols, Pour le

gypse et selon la description morphologique, les néoformations sont sous forme de taches rouille, de mycéliums et galeries gypso-salines ou salines, parallèlement reste sans incidence majeure sur la croissance des cultures.

La salinité est la caractéristique principale de ces sols, elle est généralement présente et généralisée, la conductivité électrique varie de 6,24 à 13,80 mmhos/cm,

L'interprétation du bilan ionique des sols montre que la salinisation est de type chloruro-sulfaté en surface et chloruré dans les couches profondes ; ainsi les sols halomorphes du périmètre sont moyennement riche en gypse, en fait l'anion SO_4^- responsable de ce type de salinisation, prend comme source d'origine des gypses importés par les dépôts alluvionnaires.

Les caractéristiques analytiques de ces sols révèlent donc la présence de contraintes sévères pour leur utilisation ; en effet la présence des sels facilement solubles, nécessitent des aménagements préalables a toute mise en culture.

De ce fait ces sols se rangent dans la catégorie peu favorable aux plantations arboricoles et moyennement favorable pour les cultures annuelles et aux cultures maraichères.

II.2.2.1.1 Aptitudes culturales des sols en irrigué

Les principaux critères utilisés pour la détermination de la classe d'aptitude culturale sont :

- Niveau limitant (profondeur),
- Conductivité électrique (salure),
- Texture,
- Structure.
- Eléments grossiers,
- Hydromorphie,
- Taux de calcaire actif,

La présence des sels facilement solubles en quantités élevées et la texture fine notamment en profondeur, contribuent largement à ce que ces sols soient à utilisation agricole limitée. Ainsi la gamme des cultures proposée sera orientée principalement vers des espèces tolérantes aux sels et à la texture de sol.

Tableau II.3: Classe d'aptitude en irriguée C21 M25 B42 I23

Type de culture	Classe d'aptitude	Aptitude culturale		
		Bon	Moyen	A exclure
Cultures arboricoles	B42 s, tx,ca,gy	Palmier dattier.	Olivier, Abricotier/franc.	Les cultures arboricoles non résistantes aux sels.
Cultures maraichères	M25 s, tx	-	Artichaut, oignons, choux fleur.	Les cultures maraichères non résistantes aux sels et à la texture fine.
Cultures annuelles	C21 s, tx	-	Luzerne, Sorgho, Orge, vesce avoine, blé dur et blé tendre.	-
Cultures industrielles	I23 s, tx	-	Tabac	Betterave à sucre et Tournesol.

Les lettres accompagnant la classe d'aptitude, expriment la nature de la contrainte :

- ✓ s : salinité excessive,
- ✓ tx : texture fine,
- ✓ ca : excès en calcaire actif,
- ✓ gy : forte teneur en gypse.

II.3 La profondeur des sols :

Dans le périmètre étudié la couche pénétrable ou le volume exploitable par les racines se trouve souvent supérieurs à 120 cm est favorable à toutes cultures confondues.

II.4 Propriété hydrodynamique des sols :

Pour une meilleure exploitation de l'irrigation, il est nécessaire de connaître les propriétés hydrodynamiques des sols, indispensables aux calculs des doses d'irrigation.

Tableau II.4 Propriété hydrodynamique des sols

Capacité au champ (%)	26%
Point de flétrissement(%)	17%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	1.3-3 cm/h

II.5. LES CULTURES ENVISAGEABLES

Le choix des cultures (aptitude culturale) est orienté en fonction des caractéristiques physiques et chimiques des sols et des exigences édaphiques et climatiques des différentes cultures, en tenant compte aussi des considérations sociales et de l'intérêt économique de la région, le choix des cultures est orienter vers :

II.5.1 Arboriculture fruitière

- **Le palmier dattier** : Le palmier dattier est en général peu exigeant en sol et offre de larges possibilités d'adaptation sur les sols sahariens, il manifeste sa préférence pour les sols à texture sableuse. Le palmier est une espèce tolérante aux sels, calcaire et au gypse. Seules des variétés communes résistantes au bayoud et aux conditions édapho-climatiques de la région peuvent être envisagé dans le futur périmètre.

- **Les arbres fruitiers** : Le principal facteur limitant est le sol et climat. Seuls, quelques fruitiers à noyaux (abricotier, prunier) et surtout les espèces rustiques (olivier, figuier, grenadier) peuvent s'accommoder du sol et climat saharien du périmètre.

II.5.2. Cultures maraîchères

Pour la majorité de ces sols à texture fine et grossière, les cultures adaptées peuvent être envisagés, cependant les risques de gelée restent un facteur limitatif pour les cultures de primeurs, dont il faut tenir compte en prenant certaines précautions aux époques de gelée (prévoir de la plasticulture).

II.5.3 Cultures céréalières et fourragères :

Sur le plan édaphique, les céréales en général sont peu exigeantes en sol, un taux de calcaire atteignant les 20 % n'exerce aucune limitation des cultures, la seule contrainte réside dans la salinité qui peu influencée directement sur le choix et le rendement des cultures.

Les céréales constituent dans cette région, les cultures les plus pratiquées que ce soit à grande échelle, ce sont : blé tendre, le blé dur et éventuellement : Luzerne, sorgho. Le blé et l'orge sont les cultures les mieux adaptées à ces sols. Les cultures fourragères bien adaptées à ce climat et à ces sols, sont : La luzerne, le sorgho, le maïs, la vesce avoine et le bersim.

Conclusion

Les conclusions dégagées de cette étude pédologique de point de vue type de sols, les caractères morphologiques et analytiques, les possibilités de leurs utilisations et les orientations les plus importantes pour la mise en valeur sont :

Les surfaces de la zone d'étude sont occupées par deux classes importantes :

- Classe des peu évolués.
- Classe des halomorphes.

L'étude détaillée des sols a montré l'existence de plusieurs facteurs limitant à l'exploitation de notre périmètre d'irrigation à savoir :

- profondeur, texture, structure, salinité,sirocco, pluie....etc)

L'étude à montrer qu'une amélioration du périmètre est nécessaire avant toute utilisation du zone et ce par amendement, implantation d'un brise vent et d'un réseau drainage adéquats.

L'étude a fait ressortir des cultures envisageables au niveau de zones formés essentiellement de :

- Cultures arboricoles fruitiers tel : olivier, abricot et surtout le palmier dattier.
- cultures céréalières et fourragers : blé, vessée, avoine.
- Cultures maraichers : tomate, artichaut, piment, poivron et pastèque et melon et haricot vert.

Enfin, l'étude a abouti a exigé un irrigation par aspersion ou le goutte à goutte pour éviter le gaspillage d'eau par le mode d'irrigation utilisé actuellement qui est la submersion.

CHAPITRE III :

RESSOURCES EN EAU

CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU

III-1 Ressources en eaux disponibles

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il est indispensable de localiser et de quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation.

Dans notre région existe deux types de ressources hydriques, eaux souterraines présentant sous forme des nappes, nappes phréatique profondes et nappes calcaires, et des eaux superficielles c'est les eaux de barrage de Fontaines des Gazelles, qu'il est situé au Nord-Est de la plaine d'El outaya constituera la principale ressource qui permettra la mise en valeur de notre périmètre d'irrigation

III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre

En ce qui concerne notre périmètre, il sera alimenté par barrage de Fontaines de Gazelles à la commune d'El Outaya.



Figure III-1 : Vue générale de la cuvette du barrage de fontaine des Gazelles

III-2.1 Description du barrage de Fontaines des Gazelles

Le barrage de Fontaines des Gazelles est situé dans la wilaya de Biskra à 35 km au nord-est de ladite ville, Le barrage de 52 m de hauteur, Le barrage proprement dit est constitué d'une digue en terre

Tableau III.1 Caractéristiques du barrage de Fontaines des Gazelles

Volume	55.50 hm ³
Cote de la retenue normale	384 m
Cote minimale d'exploitation	368.70m
Coté de la crête	390 m
Longueur en crête	400 m
Cote de prise d'eau	361.00 m
Hauteur de la digue	40 m
Volume régularisé	13.64hm ³

III.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation

Lors d'un aménagement hydro-agricole, il est impératif que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissent le bon développement des plantes, afin d'éviter les impacts négatifs sur l'environnement en particulier la salinisation des sols qui est le principal risque encouru par les terrains irrigués.

III.3.1 Analyses physico-chimiques de l'eau du barrage

Ces analyses sont influencées par la profondeur du point du prélèvement dans la mesure où les caractéristiques des eaux dépendent fortement de ce paramètre.

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La concentration totale en sels dissous;
- Le rapport de Sodium par rapport aux autres conditions.
- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques

III.3.2 Les limites admissibles

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

L'analyse de l'eau d'irrigation du périmètre a été réalisée au niveau de bureau national d'études pour le développement rural.

Tableau III.2 : les analyses chimique de l'eau du barrage

CE (mmhos/cm)	Résidu Sec Mg /l	PH	Cation en meq /l				SAR Meq/l	Classe réversible
			K+	Ca++	Mg+	Na+		
2.5	2754	7.6					2.34	C4S1
			0.256	10.3	24.5	9.78		

Source :Barrage Fontaines des Gazelles

a- La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm

Selon la classification américaine des eaux d'irrigation, on distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau III.3: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	C. électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation
C1	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C2	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevé	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C4	CE > 2,25	Eau de risque très élevé	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique moyenne CE =2.5mmhos/cm, ce qui présente un risque très élevé, eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

b) Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺, par la mesure du SAR :

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

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

Tableau III.3: Classification des eaux en fonction du S.A.R

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

$$S = \frac{9.78}{\sqrt{\left(\frac{1.3+2.5}{2}\right)}} = 2.34$$

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité très élevée avec un degré d'alcalinité faible (C4,S1), D'après (Clément et Galland ;1979) porte selon les niveaux de valeurs la notation « Qualité médiocre à mauvaise exclure les plants sensibles et les sols lourds, utilisable avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien drainés avec doses de lessivage et/ou apports de gypse ».

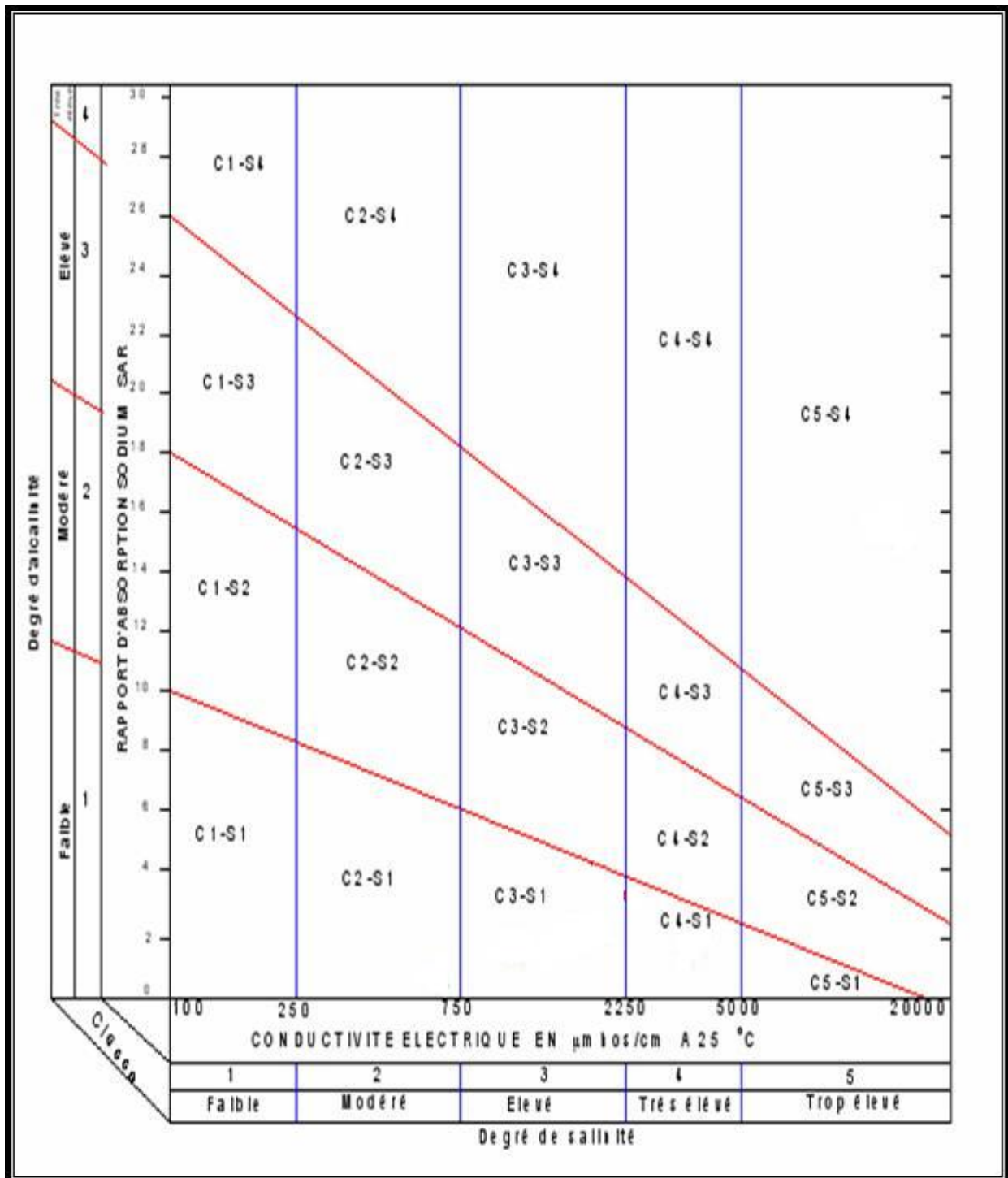


Figure III-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

III-3-4 Le pH

L'acidité de l'eau a été donc mesurée par le pH, qui est un paramètre déterminant de la qualité de l'eau. Dans notre cas, la valeur moyenne du pH est 7.6 .

Nous pouvons donc considérer, du point de vue acidité, que l'eau du barrage peut satisfaire à tous les usages.

III.5 Etude Hydrologique

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau d'irrigation. La connaissance de ces pluies est nécessaire au dimensionnement du réseau d'irrigation.

III.6- Choix de l'échantillon à analyser

La station de Biskra a été prise comme station d'étude, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le tableau III-4 :

Tableau III.4: Les caractéristiques de La station de Biskra

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Biskra	34°48 N	05°44 E	56 m

Nous disposons d'un échantillon de pluies annuelles qui va de 1992 à 2012, soit donc une durée d'observations de 21 ans. Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III.5: Précipitations moyennes mensuelles (1992-2012)

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
1992	18.8	4.31	22.35	9.65	9.91	0.51	8.12	0.51	25.8	1.02	89.4	2.54	192.52
1993	0	43.43	29.21	0	7.11	0	0	0	56.14	0	17.53	143.77	297.19
1994	0	0	128.28	0	0	2.03	55.12	3.05	104.16	49.03	1.02	0	342.69
1995	4.06	2.03	7.62	4.06	0	2.54	0	1.27	227.33	4.06	16.25	17.02	286.24
1996	61.47	23.36	56.14	0.51	2.04	6.1	97.03	8.64	9.4	1.02	23.88	3.05	292.64
1997	15.24	5.08	9.15	71.63	0	7.87	0	0.51	7.38	13.21	43.95	18.03	192.05
1998	0.4	15	1.2	46.1	9.6	12.4	0	1.1	2.2	3.4	2	1.4	94.8
1999	66.8	1.8	3	3.3	7.6	5.2	0	4.2	8.8	12.3	44.3	35.7	193
2000	0	0	2.5	5.1	15.8	0	0	0	27.4	4.4	1.4	7.9	64.5
2001	38.3	0.4	0	0	0	0	0.1	9.2	2.3	4	19.6	14.9	88.8
2002	0.5	0.1	0.7	1.9	0.9	3.3	2.5	4.8	0.6	11.9	18.8	1	47
2003	76.8	1.5	4.1	4.5	2.9	2.1	0.1	0	6.5	40.7	4.6	13.1	156.9
2004	1.5	0.6	91.1	67.9	48.9	1.6	0	3.2	4	6	32.6	36.7	294.1
2005	0	18	3.5	0	0	2.5	2.6	2	7.2	0.7	15.7	6.6	58.8
2006	53.7	29	1	13.5	11.5	0.2	0	0.7	16.2	9	28.4	9.8	173
2007	0	2.9	10.9	22.1	1.5	0.4	0	0.1	36.1	3	0.1	2.2	79.3
2008	4.1	0.5	1.4	0	21.1	0	0	0.5	18.1	40	0	32.7	118.4
2009	48.9	11.4	16	12	15.7	0	4	0	47.7	0	0.3	13.8	169.8
2010	15.9	17.5	24.7	22.6	5.7	23.6	0	3.7	10.4	16.3	44.8	0.3	185.5
2011	6.8	0.2	37.6	39.4	55.4	0.6	1.3	0	28.7	79.9	2.4	0	252.3
2012	0.2	1.3	6.3	4.8	0	0	0.6	0.2	3.7	12.4	23.5	1.5	54.5
moyenne	19.69	8.5	21.75	15.67	10.27	3.38	8.17	2.08	30.94	14.87	20.50	17.24	173.05

Source : Station Biskra O.N.M (1992-2012)

D'après le tableau précédent, on remarque que la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Les années 2002 sont les plus sèches avec une moyenne de pluie de 47 mm.

III.7- Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous (Touaibia, 2004):

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. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec (Touaibia, 2004):

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \dots\dots\dots(1)$$

$$W_x = \sum_{i=1}^n \text{Rang} \dots\dots\dots(2)$$

W_x : Somme des rangs de sous sérient

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \right]$$

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

Tableau III.6: Le procédé de test d'homogénéité pour la station de Biskra

N	série d'origine	série- Y	série -X	TRRI	Y U X	Rang X
1	192.52	192.52	58.8	342.69	Y	
2	297.19	297.19	173	297.19	Y	
3	342.69	342.69	79.3	294.1	Y	
4	286.24	286.24	118.4	292.64	Y	
5	292.64	292.64	169.8	286.24	Y	
6	192.05	192.05	185.5	252.3	X	6
7	94.8	94.8	252.3	193	Y	
8	193	193	54.5	192.52	Y	
9	64.5	64.5		192.05	Y	
10	88.8	88.8		185.5	X	10
11	47	47		173	X	11
12	156.9	156.9		169.8	X	12
13	294.1	294.1		156.9	Y	
14	58.8			118.4	X	14
15	173			94.8	Y	
16	79.3			88.8	Y	
17	118.4			79.3	X	17
18	169.8			64.5	Y	
19	185.5			58.8	X	19
20	252.3			54.5	X	20
21	54.5			47	Y	

Les calculs donnent : $W_x = 109$, $W_{min} = 60.43$ et $W_{max} = 115.57$

Donc : $60.43 < W_x < 115.57$

La condition d'homogénéité du test de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la Station Biskra est homogène à seuil de (1-) avec $\alpha = 0.05$.

III.8- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement

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 sont les suivantes :

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

III.8.1-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).
- Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{u}$ (3)
- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; ; C_v ; $C_{S=0}$).
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{u}{\bar{X}}$ (4)

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

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%} \quad \text{Avec:}$$

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

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

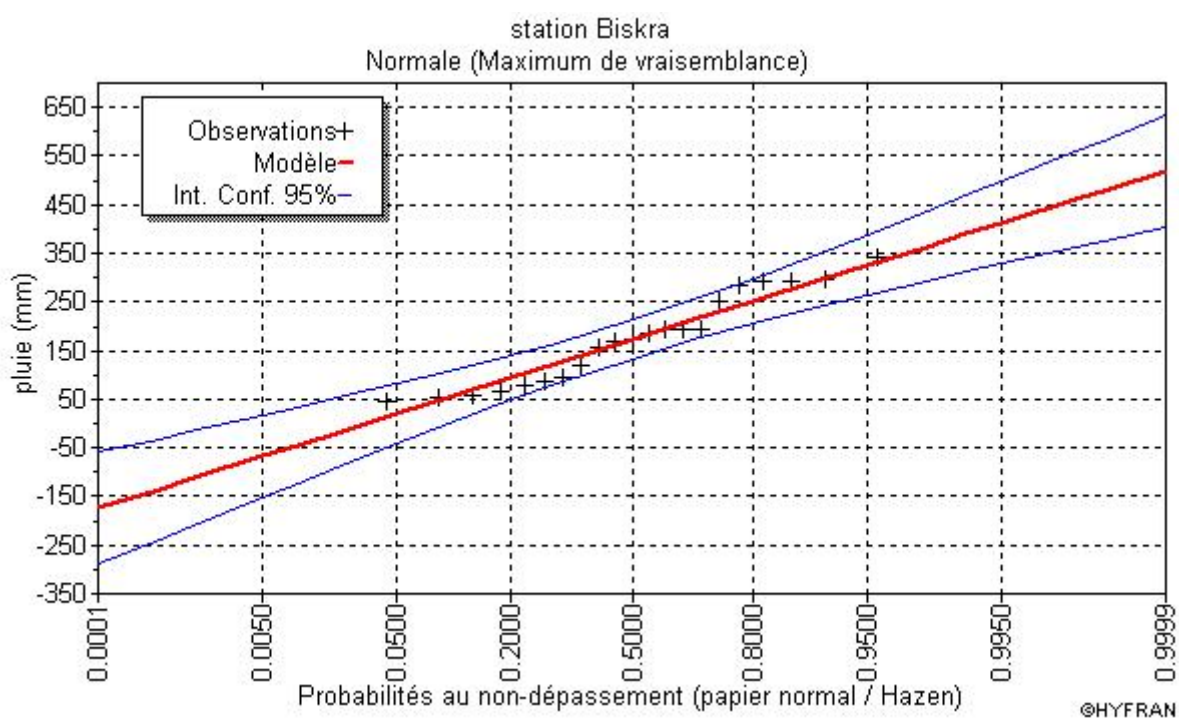
δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Les résultats obtenus figurent au tableau III-7et au Figure III-3

Tableau III.7: Ajustement à la loi de Gauss

$T = 1/q$	$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	390	39.9	311	468
50	0.98	364	36.5	293	436
20	0.95	326	31.7	264	388
10	0.9	292	27.8	238	347
5	0.8	251	23.8	204	298
2	0.5	173	20.3	133	212
1.25	0.2	94.2	23.8	47.5	141

**Figure III-3: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss**

III.9.1.1-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 :

$$\epsilon_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(5)$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire t^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$t^2 = \sum \frac{(n_i - \epsilon_i)^2}{\epsilon_i} \dots\dots\dots(6)$$

$$\} = K - 1 - P \dots\dots\dots(7)$$

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 }

➤ **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 : $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$.

Tableau III.8: table du χ^2 .

$r \backslash \chi$	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:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.43 \quad \gamma = 3$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.345$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.43 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11.345$$

Donc l'ajustement est à considérer.

III.9.2- 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 :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots (9)$$

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 :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=N} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots (10)$$

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=N} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots (11)$$

$U_{p\%}$: 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-4

Tableau III.9: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

q = F(X) (probabilité au non-dépassement) T = 1/q					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	633	171	298	968
50	0.98	533	132	275	791
20	0.95	412	88.2	239	585
10	0.9	327	61.5	207	448
5	0.8	248	40.0	170	326
2	0.5	146	20.1	106	185
1.25	0.2	85.7	13.8	58.6	113

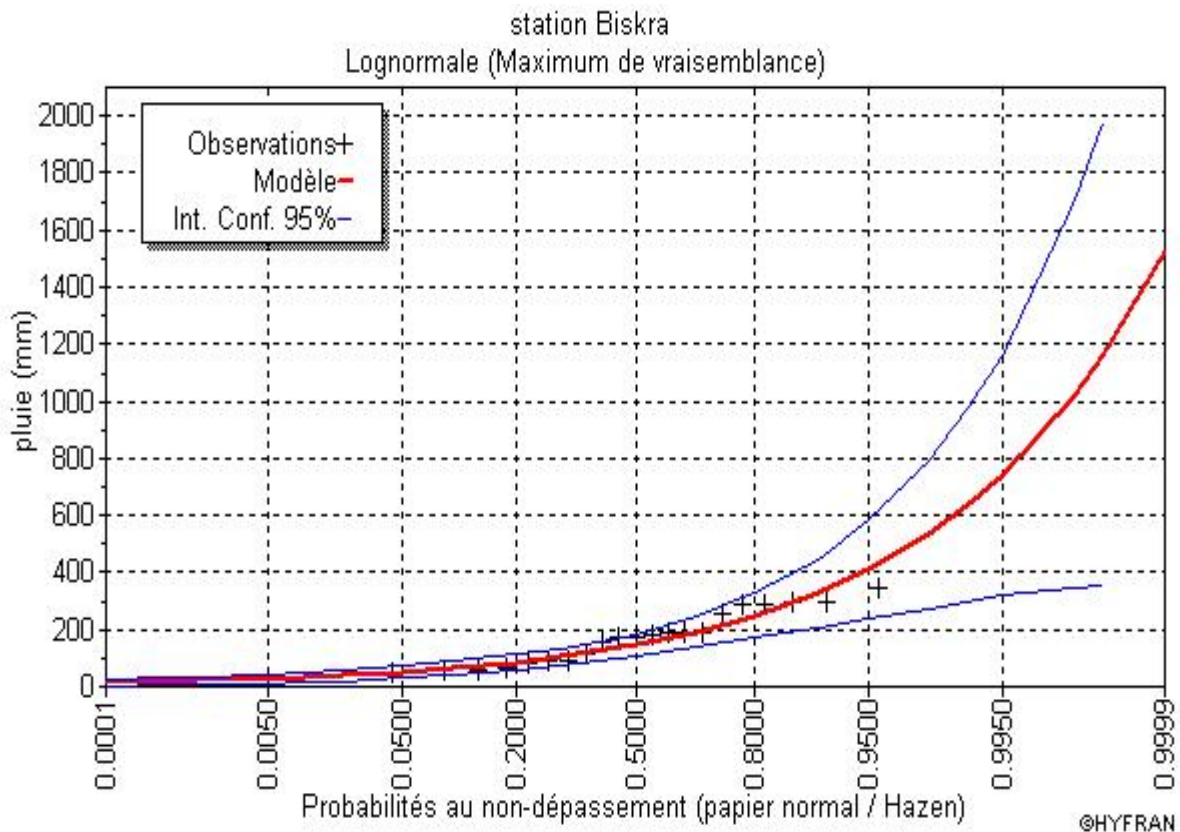


Figure III-4 Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normale

III.9.2.1-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:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.86 \quad \gamma = 3$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 7.815$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.86 < \chi^2_{\text{théorique}} = 7.815$$

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

III.10- 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.

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

$$P_{\text{sec}80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{tl éo}}}{P_{\text{ptl éo}}} \frac{(8\%)A}{(5\%)A} \dots\dots\dots(12)$$

Avec : i : mois

On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 85.7 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 146 \text{ mm.}$$

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

Tableau III.10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

Mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{i,moy}$ (mm)	19.69	8.5	21.75	15.67	10.27	3.38	8.17	2.08	30.94	14.87	20.5	17.24
$P_{i,80\%}$ (mm)	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2	4.8	1.23	18.25	8.77	12.1	10.17

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié la problématique des ressources en eau de notre zone d'étude. Pour ce qui est de l'alimentation en eau, le périmètre sera irrigué à partir de barragede Fontaine des Gazelles.

Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, les analyses physico-chimiques ont révélé qu'elle appartienne à un couple C4S1 : « Qualité médiocre à mauvaise exclure les plants sensibles et les sols lourds, utilisable avec beaucoup de précaution dans les sols légers et bien drainés avec doses de lessivage et/ou apports de gypse ».

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi log-normale. Ce qui nous a conduit à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement d'un réseau d'irrigation.

**CHAPITRE IV : ETUDE
DES BESOINS EN EAU
DES CULTURES**

CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs, mais la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui rentre dans la constitution de la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

IV.2 Calcul de L'évapotranspiration

Les besoins en eau qui peuvent également s'exprimer sous le terme déficit hydrique, se définissent comme la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces (Peff).

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

IV.2.2 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET_o) :

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

IV.2.2.1 L'évapotranspiration maximale :

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ETM = ET_o * K_c$$

ET_o: représente l'évapotranspiration standard (de référence)

K_c : le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (ET_o) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatique locales.

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communément employées sont:

- Méthodes dulisymètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Penman
- Turc
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman-Monteithmodifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des Besoin en eau des cultures, a conduit à recommander la méthode de PenmanMonteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo (Bulletin F.A.O, N° 30).

La formule de Penman est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

- La formule de Penman-Monteith modifiée se présente comme suit:

$$ETo = C \times [w \times Rn + (1 - w) \times F (u) \times (ea - ed)] \dots\dots\dots(1)$$

ETo : 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.

Rn : rayonnement net d'évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

(ea - ed): constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence a été effectué à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure, et la vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau IV .1 : Calcul de l'ETo

Mois	Temp Moy(°C)	Hr%	Vent(m/s)	Isolation(Heurs)	Radiation Solaire(MJ/m2/j)	ETo Pen Mon(mm / j)	ETo Pen Mon(mm /mois)
Janvier	11.7	56	4.1	7.3	11.4	2.98	92.39
Fevrier	13.4	48	4.5	8.2	14.7	4.11	115.11
Mars	17.3	41	4.7	8.6	18.3	5.73	177.61
Avril	20.7	37	5.7	9.6	22.4	7.78	233.32
Mai	26.1	32	5.3	10.4	25.1	9.72	301.36
Juin	31.1	28	4.6	11.2	26.7	10.97	329.11
Juillet	34.5	25	4.0	11.3	26.6	11.28	349.76
Août	34.0	28	3.8	10.9	24.8	10.31	319.68
Septembre	29.0	38	4.0	8.9	19.6	7.95	238.62
Octobre	23.5	45	3.9	8.4	15.9	5.78	179.18
Novembre	17.0	52	4.2	7.6	12.2	3.96	118.91
Decembre	12.3	48	4.0	6.9	10.3	2.84	87.98
TOTAL	22.55	41	4.4	9.1	19.0	6.95	2543.03

IV.2.3 Les Coefficients culturaux (Kc) :

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », (Bulletin F.A.O, N° 24).

Les coefficients culturaux des cultures de notre périmètre sont détaillés comme suit :

Tableau IV .2–Coefficients culturaux

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
vesce avoine	0.90	0.9	0.7	0.4						0.3	0.6	0.65
Blé	1.05	1.05	1.05	0.65						0.3	0.7	0.7
Palmier	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80
Olive	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.7	0.65	0.65	0.65
Piment /poivron		0.6	0.9	0.95	0.95	0.85						
Melon		0.6	0.7	0.9	0.9	0.65						
Haricot vert									0.4	0.7	0.95	0.90
Tomates	0.7	0.95	1.05	0.8	0.70							0.4

IV.3 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 :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a$$

Avec :

H_{cc} et H_{pf} : sont les humidités du sol à la capacité au champ et au point de flétrissement ;

Y= degré de tarissement généralement égal à 2/3

Z : Profondeur d'enracinement (mm)

d_a : Densité apparente du sol égal à 1.3

IV.3.1 Les profondeurs d'enracinement

Tableau IV. 3 Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
vesce avoine	0.06	0.1	0.20	0.4						0.03	0.04	0.05
Blé	0.5	0.6	0.7	0.7						0.2	0.3	0.4
Piment poivron		0.4	0.6	0.8	0.9	1.0						
Melon		0.05	0.09	0.10	0.20	0.50						
Tomate	0.5	0.7	0.9	1	1							0.2
Haricot vert									0.1	0.15	0.2	0.3
Olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Palmier	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

IV.4 Cycle végétatif des cultures :

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, il est impératif de déterminer le cycle végétatif des différentes cultures, il est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV. 4 : Cycle végétatif des cultures

culture	Sept	Oct.	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août
vesce avoine	—————											
Blé	—————											
Haricot vert	—————											
Tomates	—————											
Piment /poivron	—————											
melon	—————											
Palmier dattier	—————											
Olive	—————											

V-1.2 Assolement –Rotation proposés

L’assolement c’est la répartition des cultures dans le périmètre, par opposition à la rotation qui est la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d’année correspondant au type d’assolement adopté.

Pour l’établissement des différents assolements –rotation nous avons tenue compte de plusieurs facteurs :

- ✓ La variation des profondeurs d’enracinement.
- ✓ L’équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.
- ✓ La période de végétation.
- ✓ Le procédé cultural.

Nous donnons ci-après la composition de modèle qui nous semble les plus adaptés à lapédologie et aux surfaces d’exploitations du périmètre d’étude.

Tableau IV.5 : La Rotation des cultures

N° de la parcelle	Surface (ha)	1 ère année												2 ème année											
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1-2	53.78	blé												tomate						melon					
9-10	27.09							melon						Blé											
14	28.19							Piment poivre						Vesce avoine											
3	23.78	Haricot vert												Vesce avoine											
13	29.84	Vesce avoine												Haricot vert			Piment poivre								
11-12	31.12				tomate									Blé											
4-5	24.05	Olivier																							
4	71.04	palmier																							

IV.4.1 Les pourcentages proposés aux différentes cultures :

Après détermination de l’assolement et rotation, on a proposé un assolement des cultures détaillé dans le tableau ci- dessous :

Tableau IV .6: Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés

N° de l'ilot d'irrigation	culture	Superficie m ²	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	Pourcentage %
1	Blé	301682	30.17	1-a	9.24	3.20
				1-b	8.64	1.86
				1-c	5.37	2.99
				1-d	6.92	2.40
2		236130.2	23.61	2-a	6.09	2.11
				2-b	6.2	2.15
				2-c	4.76	1.65
				2-d	6.57	2.27
3	Haricot vert	237822.3	23.78	3-a	6.58	2.28
				3-b	4.77	1.65
				3-c	6.94	2.40
				3-d	5.49	1.9
4	Olivier	140938	14.09	4-a	5.45	1.89
5		99574.06	9.96	4-b	8.64	2.99
				5-a	1.85	0.64
				5-b	2.93	1.01
				5-c	5.18	1.79
6	Palmier	312710.8	31.27	6-a	10.82	3.74
				6-b	6.86	2.37
				6-c	7.15	2.47
				6-d	6.44	2.23
7		308420.1	30.84	7-a	6.97	2.41
				7-b	11.05	3.82
				7-c	5.89	2.04
				7-d	6.94	2.40
8		89221.23	8.92	8	8.92	3.09
9	Melon	230406.1	23.04	9-a	7.26	2.51
				9-b	5.09	1.76
				9-c	6.05	2.09
				9-d	4.65	1.61
10		40450.1	4.05	10	4.04	1.40
11	Tomate	137320.4	13.73	11-a	8.61	2.98
				11-b	5.12	1.77
12		173922.5	17.39	12-a	7.57	2.62
				12-b	9.82	3.40
13	Vesce avoine	298424.2	29,84	13-a	9.21	3.19
				13-b	9.69	3.35

				13-c	4.75	1.64
				13-b	6.2	2.15
14	Piment poivre	281917	28.19	14-a	8.44	2.92
				14-b	6.94	2.40
				14-c	8.66	3.00
				14-d	4.14	1.43
Totale		2888928	288.89	100,00		

IV.5 Le bilan hydrique :

Par définition le bilan hydrique d’une culture donnée est la différence entre d’une part les Besoin en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales(ETM) et d’autre part la somme des apports effectifs des précipitations .

Le calcul des volumes d’eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant pour chaque période le bilan suivant :

$$B=Kc. ETP-(P_{eff}+ RFU) \dots\dots\dots(3)$$

- ETP** : évapotranspiration de référence en mm ;
- Kc** : le coefficient culturel de la culture considérée ;
- Peff** : pluie efficace en mm ;
- RFU** : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;

IV.5.1 Calcul de la pluie efficace :

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins nets de l’évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d’évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Plusieurs méthodes peuvent être exploitées dans l’estimation des pluies efficaces, dans notre étude, nous avons utilisé la méthode suivante :

$$P_{eff} = (0.8 \times P_{sec\%}) \dots\dots\dots(4)$$

- Avec Peff : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- Psec% : Pluie sec de probabilité de dépassement de 80%, en (mm).

Les valeurs de précipitations de probabilité de dépassement 80% (P80%) et la pluie efficace (Peff) sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau IV.7 Les précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois	P_{80%}	P_{eff.}
	mm	mm
Janvier	11.62	9.30
Février	5.02	4.02
Mars	12.83	10.26
Avril	9.25	7.4
Mai	6.06	4.85
Juin	2	1.6
Juillet	4.80	3.84
Aout	1.23	0.98
Septembre	18.25	14.60
Octobre	8.77	7.02
Novembre	12.1	9.68
Décembre	10.17	8.14
Total	102.1	81.68

IV.5.2- 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 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots \dots \dots (5)$$

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

T : Temps d'irrigation par jour 22h;

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

IV.5.3 Détermination des Besoins en eaux des cultures :

Les Besoins en eau des cultures sont détaillés comme suit :

Tableau IV .8 Besoin en eaux des cultures

	Melon	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Melon	KC	-	-	-	-	-	0.60	0.70	0.90	0.90	0.65	-	-
	ETM	-	-	-	-	-	69.07	124.33	209.99	271.22	213.92	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	-65.05	-114.06	-202.59	-266.38	-212.32	3.84	0.98
	H (M)	-	-	-	-	-	50.00	90.00	100.00	200.00	500.00	-	-
	RFU max	-	-	-	-	-	5.15	9.27	10.30	15.44	20.59	-	-
	RFU	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
	Besoin n_net (mm)	-	-	-	-	-	65.05	114.06	202.59	266.38	212.32	-	-
	Besoin n_brute (mm)	-	-	-	-	-	81.31	142.58	253.24	332.97	265.40	-	-
	Besoin_brut (m3)	-	-	-	-	-	813.13	1425.79	2532.35	3329.70	2654.02	-	-
	deb_speci_l/s/ha	-	-	-	-	-	0.37	0.64	1.14	1.49	1.19	-	-

Suite tableau IV .8

	palmier dattier	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
palmier dattier	ETO	238.62	179.18	118.91	87.98	92.39	115.11	177.61	233.32	301.36	329.11	349.76	319.68
	Kc	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.50
	ETM	190.90	143.34	95.13	70.38	73.91	92.09	142.09	186.66	210.95	197.47	209.86	159.84
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2	4.8	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.26	7.40	4.85	1.60	3.84	0.98
	Peff-ETM	-176.30	-136.33	-85.45	-62.25	-64.62	-88.07	-131.82	-179.26	-206.10	-195.87	-206.02	-158.86
	H(mm)	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
	RFU_max	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92	205.92
	RFU	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	176,30	136,33	85,45	62,25	64,62	88,07	131,82	179,26	206,10	195,87	206,02	158,86
	Besoin n_brute	220,37	170,41	106,81	77,81	80,77	110,09	164,78	224,07	257,63	244,83	257,52	198,57
	Besoin brut (m3)	2203,70	1704,10	1068,10	778,10	807,70	1100,90	1647,80	2240,70	2576,30	2448,33	2575,20	1985,70
	deb_speci_the_l/s/ha	0,97	0,75	0,47	0,34	0,36	0,49	0,73	0,99	1,14	1,08	1,14	0,88
OLIVIER	OLIVIER	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ETO	238.62	179.18	118.91	87.98	92.39	115.11	177.61	233.32	301.36	329.11	349.76	319.68
	Kc	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
	ETM	167.03	116.47	77.29	57.19	60.05	74.82	115.45	151.66	226.02	246.83	262.32	239.76
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2	4.8	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.26	7.40	4.85	1.60	3.84	0.98
	Peff-ETM	-152.43	-109.45	-67.61	-49.05	-50.76	-70.81	-105.18	-144.26	-221.17	-245.23	-258.48	-238.78
	RFU_max	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55	123.55
	RFU	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	152,43	109,45	67,61	49,05	50,76	70,81	105,18	144,26	221,17	245,23	258,48	238,78
	Besoin n_brute	190,54	136,81	84,51	61,31	63,45	88,51	131,48	180,32	276,47	306,54	323,10	298,47
	Besoin brut (m3)	1905,43	1368,14	845,14	613,14	634,47	885,07	1314,78	1803,23	2764,65	3065,41	3231,00	2984,70
	deb_speci_the_l/s/ha	0,84	0,60	0,37	0,27	0,28	0,39	0,58	0,80	1,22	1,35	1,42	1,32

Suite tableau IV .8

BLE	BLE orge	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	kc	-	0.30	0.70	0.70	1.05	1.05	1.05	0.65	-	-	-	-
	ETM	-	53.75	83.24	61.59	97.01	120.87	186.49	151.66	-	-	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM	14.60	-46.74	-73.56	-53.45	-87.71	-116.85	-176.23	-144.26	4.85	1.60	3.84	0.98
	H(mm)	-	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	700.00	-	-	-	-
	RFU max	-	20.90	31.36	41.81	52.26	62.71	73.16	73.16	-	-	-	-
	RFU	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	-	46.74	73.56	53.45	87.71	116.85	176.23	144.26	-	-	-	-
	Besoin n_brute (mm)	-	58.42	91.95	66.81	109.64	146.06	220.28	180.32	-	-	-	-
	Besoin_brut (m3)	-	584.23	919.46	668.13	1096.42	1460.62	2202.83	1803.23	-	-	-	-
	deb_speci_l/s/ha	-	0.26	0.41	0.30	0.49	0.66	0.99	0.81	-	-	-	-
Haricot vert	Haricot vert	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	Kc	0.40	0.70	0.95	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-
	ETM	95.45	125.43	112.96	79.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM	-80.85	-118.41	-103.28	-71.05	9.30	4.02	10.26	7.40	4.85	1.60	3.84	0.98
	H (mm)	100.00	150.00	200.00	300.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	RFU max	10.30	15.44	20.59	30.89	-	-	-	-	-	-	-	-
	RFU	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	80.85	118.41	103.28	71.05	-	-	-	-	-	-	-	-
	Besoin n_brute (mm)	101.06	148.01	129.11	88.81	-	-	-	-	-	-	-	-
	Besoin_brut (m3)	1010.60	1480.13	1291.06	888.08	-	-	-	-	-	-	-	-
	deb_speci_l/s/ha	0.45	0.66	0.58	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-

Suite tableau IV .8

	VESCE AVION	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
VESCE AVION	Kc	-	0.30	0.60	0.65	0.90	0.90	0.70	0.40	-	-	-	-
	ETM	-	53.75	71.35	57.19	83.15	103.60	124.33	93.33	-	-	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM	14.60	-46.74	-61.67	-49.05	-73.86	-99.58	-114.06	-85.93	4.85	1.60	3.84	0.98
	H (mm)	-	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	200.00	400.00	-	-	-	-
	RFU max	-	3.09	4.12	5.15	6.18	8.24	10.30	10.30	-	-	-	-
	RFU	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	-	43.65	57.55	43.90	67.68	91.35	103.77	75.63	-	-	-	-
	Besoin n_brute (mm)	-	54.56	71.93	54.88	84.60	114.18	129.71	94.54	-	-	-	-
	Besoin_brut (m3)	-	545.62	719.35	548.79	845.97	1141.83	1297.09	945.40	-	-	-	-
deb_speci_l/s/ha	-	0.24	0.32	0.25	0.38	0.51	0.58	0.42	-	-	-	-	
	TOMATE	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
TOMATE	Kc	-	-	-	0.40	0.70	0.95	1.05	0.80	0.70	-	-	-
	ETM	-	-	-	35.19	64.67	109.35	186.49	186.66	210.95	-	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM	14.60	7.02	9.68	-27.06	-55.38	-105.34	-176.23	-179.26	-206.10	1.60	3.84	0.98
	H (mm)	-	-	-	200.00	500.00	700.00	900.00	1000.00	1000.00	-	-	-
	RFU max	-	-	-	20.59	51.48	72.07	92.66	102.96	102.96	-	-	-
	RFU	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
	Besoin n_net (mm)	-	-	-	27.06	55.38	105.34	176.23	179.26	206.10	-	-	-
	Besoin n_brute (mm)	-	-	-	33.82	69.22	131.67	220.28	224.07	257.63	-	-	-
	Besoin_brut (m3)	-	-	-	338.20	692.21	1316.73	2202.83	2240.70	2576.30	-	-	-
deb_speci_l/s/ha	-	-	-	0.15	0.31	0.59	0.99	1.01	1.16	-	-	-	

Suite tableau IV .8

	piment poivre	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
piment poivre	SORGHO/KC	-	-	-	-	-	0.60	0.90	0.95	0.95	0.85	-	-
	ETM/ble	-	-	-	-	-	69.07	159.85	221.65	286.29	279.74	-	-
	Pluie (mm)	18.25	8.77	12.10	10.17	11.62	5.02	12.83	9.25	6.06	2.00	4.80	1.23
	Peff	14.60	7.02	9.68	8.14	9.30	4.02	10.264	7.4	4.848	1.6	3.84	0.984
	Peff-ETM_p,d	-	-	-	-	-	-65.05	-149.59	-214.25	-281.44	-278.14	3.84	0.98
	H (M)	-	-	-	-	-	400.00	600.00	800.00	900.00	1000.00	-	-
	RFU_BLE	-	-	-	-	-	41.18	61.78	82.37	92.66	102.96	-	-
	RFU_REELLE	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
	Besoin n_net (mm)	-	-	-	-	-	65.05	149.59	214.25	281.44	278.14	-	-
	Besoin n_brute (mm)	-	-	-	-	-	81.31	186.98	267.82	351.81	347.68	-	-
	Besoin_brut (m3)	-	-	-	-	-	813.13	1869.81	2678.18	3518.05	3476.79	-	-
	deb_speci_l/s/ha	-	-	-	-	-	0.37	0.84	1.20	1.58	1.56	-	-

IV.5.4-Lessivage des sols :

Le lessivage est une pratique qui consiste à appliquer des doses d'eau supplémentaires, en dehors des besoins en eau des plantes, cela, afin d'entraîner tout ou une partie des sels dissout dans le sol en profondeur, hors de la zone racinaire des cultures.

Il permet le maintient de la salinité du sol à un seuil souhaité.

IV.5.4.1-Le rôle du lessivage:

En culture irriguée, l'objectif de lessivage du sol est d'éliminer les sels qui se sont accumulés sous l'effet de l'évapotranspiration dans la partie du sol exploitée par les racines (sels préexistants ou apportés par les eaux d'irrigation)

Le lessivage implique donc :

- La connaissance de la dose (excès) d'eau à apporter pour abaisser la salinité à un niveau satisfaisant.

IV.5.4.2-Notions du bilan salin dans un sol :

Le bilan salin dans le sol permet d'évaluer la quantité des sels stockés au bout d'un certain nombre d'irrigation, il s'écrit sous l'expression

$$\Delta S = I_w \times C_i - D_w \times C_d + S_a + S_s + S_p + S_e$$

ΔS : La variation du stock de sels dans le sol.

I_w : Le volume d'eau d'irrigation.

C_i : La concentration en sels de l'eau d'irrigation.

C_d : Concentration en sels de l'eau de drainage.

S_a : La quantité de sels apportés par les engrais ou amendement.

S_p : La quantité de sels mise en solution par l'eau traversant le sol.

S_e : La quantité de sels consommés par les plantes.

L'idéal serait de parvenir à un modèle où ΔS serait égale à zéro, c'est-à-dire supposé.

$$S_a + S_s + S_p + S_e = 0$$

IV.5.4.3-périodes et méthodes de lessivage des sols :

Dans les zones humides où les précipitations sont abondantes, le problème de lessivage ne se pose pas, car il se fait naturellement. Cependant dans les zones arides ou semi-arides, les doses de lessivage doivent être apportées comme doses d'irrigation.

IV.5.4.4-Besoin en eau pour lessivage :

Dans les sols salés, il faut non seulement couvrir les besoins d'évapotranspiration de la culture et les besoins d'humectation et d'évaporation du sol avec une quantité d'eau, mais il faut ajouter une quantité supplémentaire pour dissoudre les sels solubles, et qui seront évacués en dehors de la zone racinaire.

On appelle la quantité supplémentaire la dose de lessivage.

Cette méthode de lutte contre la salinité a pour but de limiter l'extension des terres salées, de récupérer les sols, ainsi d'améliorer les rendements des cultures.

- **Lessivage capital (ou initial):**

Il consiste à ramener une grande quantité d'eau pour lessiver le sol.

- **Lessivage continus (ou lessivage d'entretien):**

Pour ce mode, la dose de lessivage est apportée par fraction en même temps que les doses d'irrigation, c'est à dire qu'on ne laissera pas les sels s'accumuler dans le sol, ils seront progressivement lessivés.

Le système d'irrigation en place sert donc à l'application des doses de lessivage avec les doses d'irrigation.

La formule la plus simple pour l'estimation de la fraction de lessivage d'entretien serait:

$$LR = \frac{D_w}{I_w} = \frac{C_i}{C_d} = \frac{CE_{iw}}{CE_{dw}}$$

Ainsi, plusieurs auteurs ont travaillé sur la détermination de la fraction de lessivage par des formules empiriques, qui dépendent essentiellement ; de la salinité de l'eau d'irrigation, de la salinité de sol que l'on voudrait obtenir et de la tolérance des plantes aux sels.

En 1972 Mr Rhodes a présenté la formule, qui permet l'appréciation de la fraction de lessivage d'entretien d'une manière plus raisonnable. [1]

Suivant la quelle :

$$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w}$$

LR : Fraction minimal de lessivage d'entretien en%.

EC_w : Conductivité électrique de l'eau d'irrigation ($EC_w = 2.5 \text{ mmhos/cm}$).

EC_e : Limite de l'extrait de pate saturée par les cultures qui provoque une chute de rendement de 10% (d'après la table de FAO)

Donc: pour $EC_e = 4 \text{ mmhos/cm}$

Contrairement à celui capital, ce type consiste à ramener de l'eau sous forme de doses supplémentaires avec ceux d'irrigation et ce type de lessivage la qu'on va utiliser dans notre projet.

IV.5.4.5- Calcul de dose de lessivage :

En utilisant la formule de RHOADS (Leaching Requirement)

$$\Rightarrow LR = \frac{2.5}{5 \times 4 + 2.5} = 0.14$$

$$V = \frac{LR * ETM}{1 - LR}$$

On a résumé le calcul de la dose de lessivage des cultures dans les tableaux ci-dessous :

Tableau IV.9: Calcul de la dose de lessivage

mois	Sept	octo	nov	Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	besoins total (mm)
Palmier	11.94	5.43	-	-	-	-	4.70	12.42	33.55	15.12	33.54	9.10	125.80
Olive	24.81	7.76	0.95	-	-	1.47	7.07	23.48	36.00	39.92	42.08	38.87	222.42
Tomate	-	-	-	4.40	9.01	17.15	28.69	29.18	33.55	-	-	-	121.99
Piment	-	-	-	-	-	10.59	24.35	34.88	45.82	45.28	-	-	160.91
Melon	-	-	-	-	-	10.59	18.57	32.98	43.36	34.56	-	-	140.06
Vesce avoine	-	7.11	9.37	7.15	11.02	14.87	16.89	12.31	-	-	-	-	78.71
Haricot	13.16	19.28	16.81	11.57	-	-	-	-	-	-	-	-	60.82
blé	-	7.61	11.97	8.70	14.28	19.02	28.69	23.48	-	-	-	-	113.76

Tableau IV.10 : Calcul de la dose d'irrigation totale (besoin de culture + lessivage)

Cultures	Besoins	Besoins											
		Sept	octo	Nov	Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
palmier dattier	Bnet(mm/mois)	85.27	38.80					33.56	88.72	239.66	108.03	239.55	65.00
	Bnet(m3/ha)	852.7	388.0					335.6	887.2	2396.6	1080.3	2395.5	650.0
	Bbrut(m3/ha)	1136.99	517.33					447.50	1182.88	3195.41	1440.40	3194.05	1136.99
	q(l/s/ha)	0.48	0.22					0.19	0.50	1.34	0.61	1.34	0.36
Olivier	Bnet(mm/mois)	177.25	55.44	6.79			10.50	50.47	167.74	257.18	285.15	300.56	277.65
	Bnet(m3/ha)	1772.5	554.4	67.9			105.0	504.7	1677.4	2571.8	2851.5	3005.6	2776.5
	Bbrut(m3/ha)	2363.32	739.15	90.47			139.99	672.97	2236.56	3429.02	3802.05	4007.44	2363.32
	q(l/s/ha)	0.99	0.31	0.04			0.06	0.28	0.94	1.44	1.60	1.69	1.56
melon	Bnet(mm/mois)						75.64	132.63	235.57	309.74	246.89		
	Bnet(m3/ha)						756.4	1326.3	2355.7	3097.4	2468.9		
	Bbrut(m3/ha)						1008.53	1768.42	3140.90	4129.86	3291.81		
	q(l/s/ha)						0.42	0.74	1.32	1.74	1.39		
Piment poivre	Bnet(mm/mois)						75.64	173.94	249.13	327.26	323.42		
	Bnet(m3/ha)						756.4	1739.4	2491.3	3272.6	3234.2		
	Bbrut(m3/ha)						1008.53	2319.15	3321.77	4363.47	4312.30		
	q(l/s/ha)						0.42	0.98	1.40	1.84	1.81		
Tomate	Bnet(mm/mois)				31.46	64.39	122.49	204.91	208.44	239.66			
	Bnet(m3/ha)				314.6	643.9	1224.9	2049.1	2084.4	2396.6			
	Bbrut(m3/ha)				419.47	858.56	1633.16	2732.19	2779.16	3195.41			
	q(l/s/ha)				0.18	0.36	0.69	1.15	1.17	1.34			
Haricot vert	Bnet(mm/mois)	94.01	137.69	120.10	82.61								
	Bnet(m3/ha)	940.1	1376.9	1201.0	826.1								
	Bbrut(m3/ha)	1253.46	1835.81	1601.31	1101.49								
	q(l/s/ha)	0.53	0.77	0.67	0.46								

Suite tableau IV .10

Cultures	Besoins	Besoins											
		Sept	Octo	Nov	Déc	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Vesce avoine	Bnet(mm/mois)	0.00	50.75	66.92	51.05	78.69	106.22	120.66	87.94				
	Bnet(m3/ha)	0.00	507.5	669.2	510.5	786.9	1062.2	1206.6	879.4				
	Bbrut(m3/ha)	0.00	676.73	892.21	680.67	1049.26	1416.22	1608.79	1172.59				
	q(l/s/ha)		0.28	0.38	0.29	0.44	0.60	0.68	0.49				
Blé	Bnet(mm/mois)	0.00	54.35	85.53	62.15	101.99	135.87	204.91	167.74				
	Bnet(m3/ha)	0.00	543.5	855.3	621.5	1019.9	1358.7	2049.1	1677.4				
	Bbrut(m3/ha)	0.00	724.62	1140.42	828.68	1359.90	1811.62	2732.19	2236.56				
	q(l/s/ha)		0.30	0.48	0.35	0.57	0.76	1.15	0.94				

Besoin max mensuel =1373.49 mm

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

$$Q_{sp} = 7.71 \text{ (l/s /ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement. On prend donc la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures pour le mois de pointe.

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$Q_{sp} = 1.32 \text{ (l/s /ha)}$$

VI.6-Débit caractéristique

C'est le débit maximum que peut assurer le réseau d'irrigation. Il est égal à:

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

$$\text{Surface totale} = 288.89 \text{ ha}$$

$$Q \text{ caractéristique} = 381.34 \text{ l/s}$$

Les volumes des besoins en eau = besoin de la culture m^3 x surface de la culture

VI.6.1-Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m^3 multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le Tableau IV .11:

Tableau IV .11 volumes d'eau d'irrigation

Culture	surface de la culture ha	besoin de la culture m^3	les volumes des besoins en eau m^3
palmier dattier	71.04	11981.18	851094.98
Olivier	24.05	21182.93	509470.66
Blé	53.78	10833.99	582662.94
Piment poivre	28.19	15325.22	432033.19
Melon et pastèque	27.09	13339.51	361300.67
Vesce avion	29.84	7496.47	223709.70
Tomate	31.12	11617.95	361597.18
Haricot vert	23.78	5792.07	137747.00
		TOTALE	3459616.32

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est $3459616.32 m^3$ y compris le blé alors qu'il n'est pas pris en charge par l'état donc le volume sera $2876953.38 m^3$

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre deux objectifs principaux :

- D'abord l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique en tenant compte la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures pour le mois de pointe. Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

- L'estimation des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ 3459616.32m^3 d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

Chapitre V :
Etude du
systeme d'adduction

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V.1. Introduction

La conception d'un réseau de distribution dans un périmètre d'irrigation doit être faite en tenant compte de plusieurs contraintes :

- Topographiques
- hydrauliques
- organisationnelles
- technico-économique

V.2- Schéma d'aménagement

V.2-1- présentation des variantes

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre de Lahzima commune d'El outayaW.Biskra, on a un piquage de cote 204 m et une pression de 7 bars a ce piquage. donc nous avons établi deux variantes d'adduction suivantes :

Variante 1 :

Le périmètre d'irrigation de Lahzimasera desservi à partir d'un barragesur une conduite existante qui sert à alimenter deux périmètre à la fois (périmètre de M'keinet en plus de notre périmètre), mais qui assure le débit demandé pour les deux avec une pression de 7 bars pour notre cas. Ce piquage va alimenter gravitairementles bornes d'irrigation à partir d'une conduite principale de longueur de 10 Km.

Variante2 :

On a proposé de projeter un réservoir qui va être alimenter à partir d'un piquage d'une conduite venant d'un barrage, le périmètre sera irriguer gravitairement à partir du reservoir projeté par une conduite de longueur de 1750m.

V.3- Découpage du périmètre en ilots 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 aura pour rôle :

- laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.

- Régler la pression

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

Choix du tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il est indispensable de :

- 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 ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, oueds, etc.).

V.4 -Calcul des débitsdes 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 (chapitre 4) à :

$$q_s = 1.32 \text{ l/s/ha}$$

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)

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des prises/S	débit brut de la borne L/S
1	30.17	1-a	9.24	12.20	39.82
		1-b	8.64	11.40	
		1-c	5.37	7.09	
		1-d	6.92	9.13	
2	23.61	2-a	6.09	8.04	31.18
		2-b	6.2	8.18	
		2-c	4.76	6.28	
		2-d	6.57	8.67	
3	23.78	3-a	6.58	8.69	31.39
		3-b	4.77	6.30	
		3-c	6.94	9.16	
		3-d	5.49	7.25	
4	14.09	4-a	5.45	7.19	18.60
		4-b	8.64	11.40	
5	9.96	5-a	1.85	2.44	13.15
		5-b	2.93	3.87	
		5-c	5.18	6.84	
6	31.27	6-a	10.82	14.28	41.28
		6-b	6.86	9.06	
		6-c	7.15	9.44	
		6-d	6.44	8.50	
7	30.84	7-a	6.97	9.20	40.72
		7-b	11.05	14.59	
		7-c	5.89	7.77	
		7-d	6.94	9.16	
8	8.92	8	8.92	11.77	11.77
9	23.04	9-a	7.26	9.58	30.43
		9-b	5.09	6.72	
		9-c	6.05	7.99	
		9-d	4.65	6.14	
	4.05	10	4.04	5.33	5.33
11	13.73	11-a	8.61	11.37	18.12
		11-b	5.12	6.76	
12	17.39	12-a	7.57	9.99	22.95
		12-b	9.82	12.96	
13	29,84	13-a	9.21	12.16	39.4

		13-b	9.69	12.79	
		13-c	4.75	6.27	
		13-b	6.2	8.18	
14	28.19	14-a	8.44	11.14	37.20
		14-b	6.94	9.16	
		14-c	8.66	11.43	
		14-d	4.14	5.46	
Totale	288.89		288.89	381.34	381.34

V.5-Choix du type de borne :

V.5.1-Choix de diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

Tableau V.2 : 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

V.5.2-Calcul des débits aux bornes :

$Q_b = q \times S \dots\dots\dots(2)$

Avec : q = débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie (ha)

Tableau V.3 : débit au niveau des bornes

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	débit des prises l/s	débit brut de la borne L/S	Diamètre de la borne mm
1	1-a	12.20	39.82	200
	1-b	11.40		
	1-c	7.09		
	1-d	9.13		
2	2-a	8.04	31.18	200
	2-b	8.18		
	2-c	6.28		
	2-d	8.67		
3	3-a	8.69	31.39	200
	3-b	6.30		
	3-c	9.16		
	3-d	7.25		
4	4-a	7.19	18.60	150
	4-b	11.40		
5	5-a	2.44	13.15	100
	5-b	3.87		
	5-c	6.84		
6	6-a	14.28	41.28	200
	6-b	9.06		
	6-c	9.44		
	6-d	8.50		
7	7-a	9.20	40.72	200
	7-b	14.59		
	7-c	7.77		
	7-d	9.16		
8	8	11.77	11.77	100
9	9-a	9.58	30.43	200
	9-b	6.72		
	9-c	7.99		
	9-d	6.14		
10	10	5.33	5.33	65
11	11-a	11.37	18.12	150
	11-b	6.76		
12	12-a	9.99	22.95	150
	12-b	12.96		
13	13-a	12.16	39.4	200

	13-b	12.79		
	13-c	6.27		
	13-b	8.18		
14	14-a	11.14	37.20	200
	14-b	9.16		
	14-c	11.43		
	14-d	5.46		

V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation :

L'expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple

r : Marge de sécurité $\approx 1bar$.

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **3,5 à 4,5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

V.7-Calcul hydraulique des canalisations

V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution:

V.7.1.1 Choix du type de matériau

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol.

a) Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes et à la corrosion ;
- Très rigides et solides.

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, et sont relativement chers.

a) Conduite en PEHD

Ils supportent des pressions élevées ;

Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);

Ils offrent une bonne flexibilité ;

Disponible sur le marché.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 400 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 500 mm.

V.7.2- Vitesses admissibles

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique:

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides)

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2 m/s comme vitesse maximale.

V.7.3- Dimensionnement hydraulique

V.7.3.1-Variante N° 1

V.7.3.1.1-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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{f \times V}} \times 1000$$

Avec : Q : débit, exprimé en m³/s ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

V.7.3.1.2 Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

Avec : h_{pu}: Pertes 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 :

$$J=L \times Q^M/D^N$$

Tableau V.4: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire.

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente $K=0.1$ mm, donc

$L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à 1.2 m/s.

Tableau V.5 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Li Ht (m)	Perte de charge total Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
P-N1	10060	10.06	381.34	0.381	636.09	630	1.224	18.936	20.83	183.33	253.17	69.841
N1-1	220	0.22	39.82	0.040	205.55	200	1.268	1.816	1.998	183.14	251.17	68.03
N1-N2	327.1	0.3271	341.51	0.342	601.96	630	1.096	0.500	0.55	182.91	252.62	69.71
N2-2	209.51	0.20951	31.17	0.031	181.86	200	0.993	1.089	1.198	183	251.42	68.42
N2-N3	286.17	0.28617	310.12	0.310	573.63	630	0.995	0.364	0.40	182.52	252.22	69.70
N3-3	250	0.25	31.39	0.031	182.50	200	1.000	1.316	1.448	182.3	250.77	68.47
N3-N4	299.71	0.29971	278.95	0.279	544.04	630	0.895	0.312	0.34	182.23	251.88	69.65
N4-N5	270.69	0.27069	18.6	0.019	140.48	160	0.926	1.621	1.784	182.47	250.09	67.62
N4-N6	249.15	0.24915	106.91	0.107	336.80	400	0.851	0.413	0.45	181.91	251.42	69.51
N4-N11	201.5	0.2015	153.44	0.153	403.49	400	1.222	0.661	0.727	182	251.15	69.15
N5-4	117.67	0.11767	18.6	0.019	140.48	160	0.926	0.705	0.78	182.48	249.32	66.84
N6-5	190	0.19	13.14	0.013	118.08	125	1.071	2.033	2.236	182.02	249.19	67.17
N6-N7	334.8	0.3348	93.77	0.094	315.43	315	1.204	1.433	1.576	181.31	249.85	68.54
N7-N8	291.41	0.29141	93.77	0.094	315.43	315	1.204	1.247	1.37	181.75	248.47	66.72
N8-6	150	0.15	41.28	0.041	209.28	200	1.315	1.325	1.458	182.16	247.02	64.86
N8-N9	338.61	0.33861	52.49	0.052	235.99	250	1.070	1.541	1.69	180.81	246.78	65.97
N9-7	200	0.2	39.71	0.040	205.26	200	1.265	1.642	1.807	180.98	244.97	63.99
N9-N10	159.54	0.15954	11.78	0.012	111.80	125	0.960	1.388	1.53	180.39	245.25	64.86
N10-8	144.42	0.14442	11.78	0.012	111.80	125	0.960	1.257	1.38	180.71	243.87	63.16
N11-9	240.33	0.24033	30.42	0.030	179.66	200	0.969	1.193	1.312	182.04	249.8	67.80

Tableau V.5 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Li Ht (m)	Perte de charge total Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N11-N12	478.02	0.47802	123.02	0.123	361.29	400	0.979	1.032	1.136	181.52	250.01	68.49
N12-10	200	0.2	5.33	0.005	75.20	90	0.838	2.016	2.218	181.37	247.80	66.43
N12-N13	31.39	0.03139	117.69	0.118	353.37	400	0.937	0.062	0.069	181.46	249.9	68.49
N13-11	205.33	0.20533	18.13	0.018	138.70	160	0.902	1.172	1.289	181.3	248.66	67.36
N13-N14	282.59	0.28259	99.56	0.100	325.02	400	0.793	0.409	0.450	180.66	249.5	68.84
N14-12	80	0.08	22.96	0.023	156.08	160	1.143	0.713	0.785	180.64	248.7	68.07
N14-N15	280.32	0.28032	76.6	0.077	285.09	315	0.983	0.818	0.900	180.52	248.6	68.07
N15-13	200	0.2	39.39	0.039	204.44	200	1.254	1.618	1.779	180.5	246.8	66.32
N15-N16	187.35	0.18735	37.21	0.037	198.70	200	1.185	1.361	1.50	180.38	247.10	66.72
N16-N17	350.7	0.3507	37.21	0.037	198.70	200	1.185	2.547	2.80	180.12	244.30	64.18
N17-14	175.49	0.17549	37.21	0.037	198.70	200	1.185	1.274	1.40	179.91	242.89	62.98

V.7.3.2-Variante N° 2

V.7.3.2.1- Calcul de la conduite gravitaire

La conduite est gravitaire et est en fonte. Son diamètre a été dimensionné pour véhiculer un débit de 381.34 l/s, vers un réservoir de stockage projeté qui est prévu en béton armé, de forme relativement rectangulaire. La longueur totale de la conduite est de 9050m.

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 .

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{f \times V}} \times 1000$$

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s ;

D:diamètre exprimé en mm.

V : vitesse admissible de l'ordre de 1.2m/s

On obtient un 630 diamètre de mm

V.7.3.2.2- Dimensionnement du réservoir

Pour assurer une irrigation en continue, un réservoir de stockage est utile. Pour le dimensionnement de ce réservoir, on a les données suivantes :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f$$

Q est le besoin maximum journalier = 381.34 l/s = 1372.83m³/h

T_f : l'intervalle de temps, il correspond au temps de non fonctionnement, puisqu'on a le temps de fonctionnement est de 22h/j, donc T_f=2h

$$V = 1372.83 \cdot 2 = 2745.65 \text{ m}^3.$$

Le réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé avec une capacité de 3000 m³ ;

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

- Hauteur et 6m.
- Longueur et 26 m.
- Largeur et 20 m.

Tableau V.6 :Dimensions du réservoir de stockage projeté

Volume (m ³)	3000
Hauteur (m)	6
Longueur (m)	26
Largeur (m)	20
Côte du radier du réservoir (m)	225
Côte trop plein du réservoir (m)	231

V.7.3.2.3-Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement est identique à celui de la première variante pour :

- ✓ Le diamètre
- ✓ La vitesse
- ✓ Les pertes de charge

Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau V.7 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise mm	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge Li Ht (m)	Perte de charge total Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
Res-N1	1750	1.75	381.34	0.381	636.09	630	1.224	3.294	3.62	183.33	227.38	44.047
N1-1	220	0.22	39.82	0.040	205.55	200	1.268	1.816	1.998	183.14	225.38	42.24
N1-N2	327.1	0.3271	341.51	0.342	601.96	630	1.096	0.500	0.55	182.91	226.83	43.92
N2-2	209.51	0.20951	31.17	0.031	181.86	200	0.993	1.089	1.198	183	225.63	42.63
N2-N3	286.17	0.28617	310.12	0.310	573.63	630	0.995	0.364	0.40	182.52	226.43	43.91
N3-3	250	0.25	31.39	0.031	182.50	200	1.000	1.316	1.448	182.3	224.98	42.68
N3-N4	299.71	0.29971	278.95	0.279	544.04	630	0.895	0.312	0.34	182.23	226.08	43.85
N4-N5	270.69	0.27069	18.6	0.019	140.48	160	0.926	1.621	1.784	182.47	224.30	41.83
N4-N6	249.15	0.24915	106.91	0.107	336.80	400	0.851	0.413	0.45	181.91	225.63	43.72
N4-N11	201.5	0.2015	153.44	0.153	403.49	400	1.222	0.661	0.727	182	225.36	43.36
N5-4	117.67	0.11767	18.6	0.019	140.48	160	0.926	0.705	0.78	182.48	223.52	41.04
N6-5	190	0.19	13.14	0.013	118.08	125	1.071	2.033	2.236	182.02	223.39	41.37
N6-N7	334.8	0.3348	93.77	0.094	315.43	315	1.204	1.433	1.576	181.31	224.05	42.74
N7-N8	291.41	0.29141	93.77	0.094	315.43	315	1.204	1.247	1.37	181.75	222.68	40.93
N8-6	150	0.15	41.28	0.041	209.28	200	1.315	1.325	1.458	182.16	221.22	39.06
N8-N9	338.61	0.33861	52.49	0.052	235.99	250	1.070	1.541	1.69	180.81	220.99	40.18
N9-7	200	0.2	39.71	0.040	205.26	200	1.265	1.642	1.807	180.98	219.18	38.20
N9-N10	159.54	0.15954	11.78	0.012	111.80	125	0.960	1.388	1.53	180.39	219.46	39.07
N10-8	144.42	0.14442	11.78	0.012	111.80	125	0.960	1.257	1.38	180.71	218.08	37.37
N11-9	240.33	0.24033	30.42	0.030	179.66	200	0.969	1.193	1.312	182.04	224.0	42.00

Tableau V.7:Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçonL(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise mm	Vitesse V reelle(m /s)	Perte de charge Li Ht (m)	Perte de charge total Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N11-N12	478.02	0.47802	123.02	0.123	361.29	400	0.979	1.032	1.136	181.52	224.22	42.70
N12-10	200	0.2	5.33	0.005	75.20	90	0.838	2.016	2.218	181.37	222.00	40.63
N12-N13	31.39	0.03139	117.69	0.118	353.37	400	0.937	0.062	0.069	181.46	224.2	42.69
N13-11	205.33	0.20533	18.13	0.018	138.70	160	0.902	1.172	1.289	181.3	222.86	41.56
N13-N14	282.59	0.28259	99.56	0.100	325.02	400	0.793	0.409	0.450	180.66	223.7	43.04
N14-12	80	0.08	22.96	0.023	156.08	160	1.143	0.713	0.785	180.64	222.9	42.28
N14-N15	280.32	0.28032	76.6	0.077	285.09	315	0.983	0.818	0.900	180.52	222.8	42.28
N15-13	200	0.2	39.39	0.039	204.44	200	1.254	1.618	1.779	180.5	221.0	40.52
N15-N16	187.35	0.18735	37.21	0.037	198.70	200	1.185	1.361	1.50	180.38	221.30	40.92
N16-N17	350.7	0.3507	37.21	0.037	198.70	200	1.185	2.547	2.80	180.12	218.50	38.38
N17-14	175.49	0.17549	37.21	0.037	198.70	200	1.185	1.274	1.40	179.91	217.10	37.19

D'après les calculs représentés dans les tableaux V.5 et V.7, on voit que les 2 variantes choisies on permet d'obtenir des pressions très satisfaisantes au niveau des bornes, et sont généralement supérieures à 4 bars, ce qui est très satisfaisant et permet l'implantation de plusieurs systèmes d'irrigation.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre Lahzima commune d'El Outaya W. Biskra.

Entre les deux variantes proposées on a gardé la 2^{ème} variante (cas du réservoir) vu que dans la 1^{ère} variante le périmètre ne sera pas irriguer en cas de cassure ou fuite dans la conduite.

Cette phase de calcul nous a permis :

-De projeter le réseau de distribution, du réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en fonte et en PEHD.

-De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation.

Chapitre VI :
Etude des techniques
d'irrigation

Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

VI. 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.1 L'irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

VI.1.1 Irrigation par ruissellement :

a) – Les planches de ruissellement :

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente.

En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants.

Les pertes par percolation profonde et en colature est importante, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

Les efficacités observées, s'échelonnent dans une gamme très large allant de 45 % à 85 %.

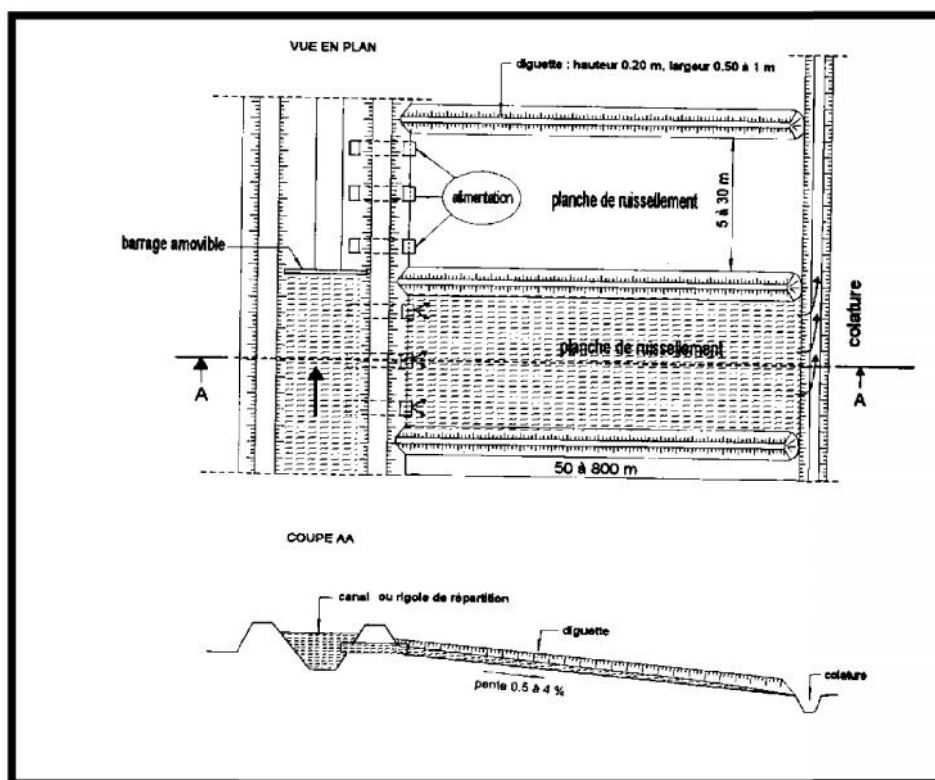


Figure.VI.1 Irrigation par planche de ruissellement

b) – L’arrosage à la raie :

Consiste à amener l’eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d’environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes < 02%. Pour des pentes > 02 % les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L’arrosage à la raie se pratique sur les terrains d’environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.....). L’arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d’application de l’eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m).

Il exige une main d’œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

L’efficience des arrosages telle qu’elle est constatée peut se situer entre 40 % et 70%.

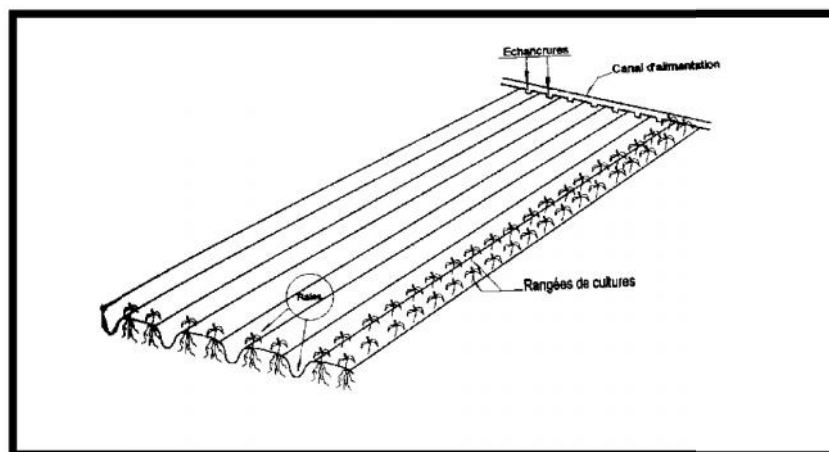


Figure. VI.2 : Irrigation à la raie

VI.1.2 Irrigation par submersion : L'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservé à des terrains plats.

L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol.

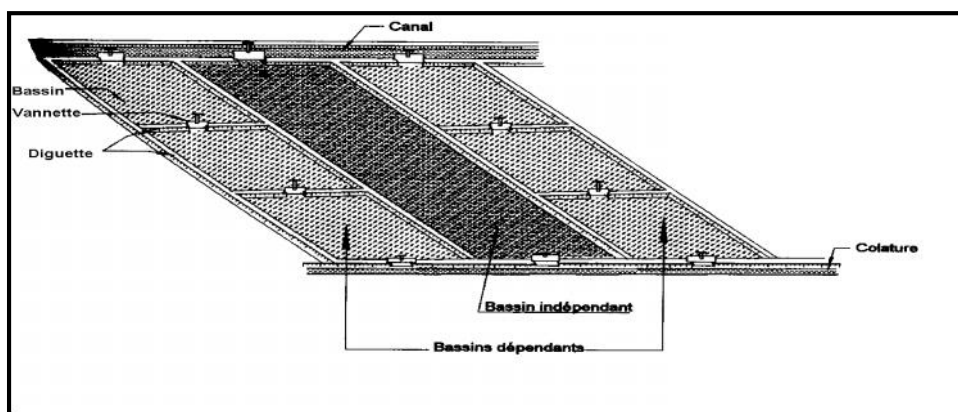


Figure.VI.3. Irrigation par submersion

VI.1.3L'irrigation mixte : Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion.

Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

A cet effet, les compartiments sont munis d'un déversoir arasé au niveau fixé pour le plan maximal. L'eau en excès est évacuée dans les colatures ou dans un bassin contigu.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

VI.2 L'irrigation par surpression : l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.1l'irrigation par aspersion :

L'eau est acheminée aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression.



Figure VI.4 : l'irrigation par aspersion

a) 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

b) les inconvénients

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile ;
- 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.2.2) l'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure VI.5 : Système d'irrigation localisée

VI.2.3 Composition d'une installation goutte à goutte

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).

2- 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.

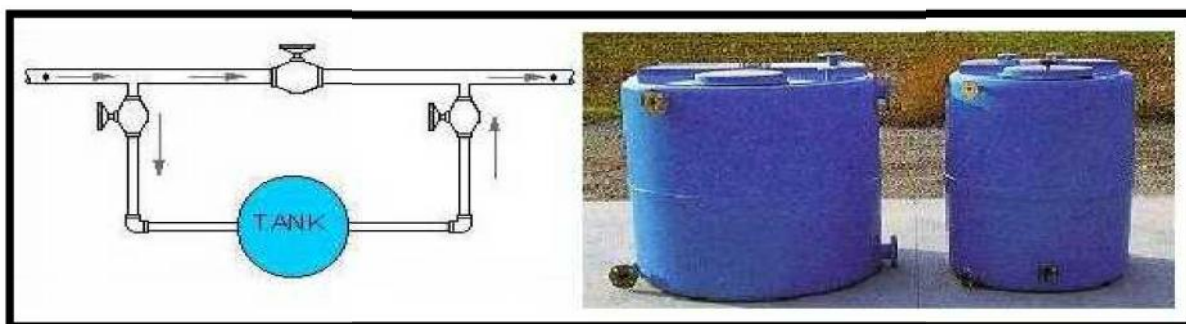


Figure VI.6 : Dilueur d'engrais

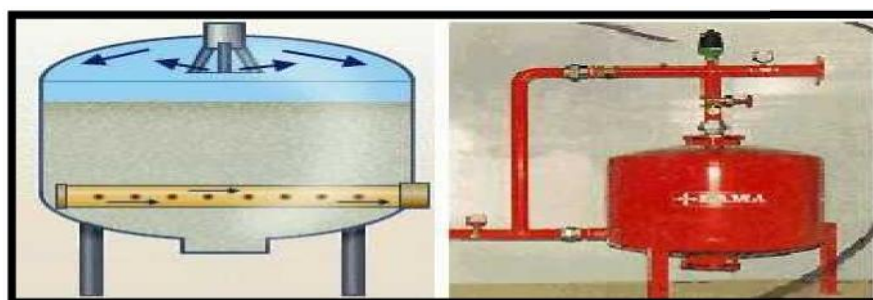


Figure VI.7 : Filtre à gravier

3- Conduites et rampes

- 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.

- 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).

- Les rampes :

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.

- 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).

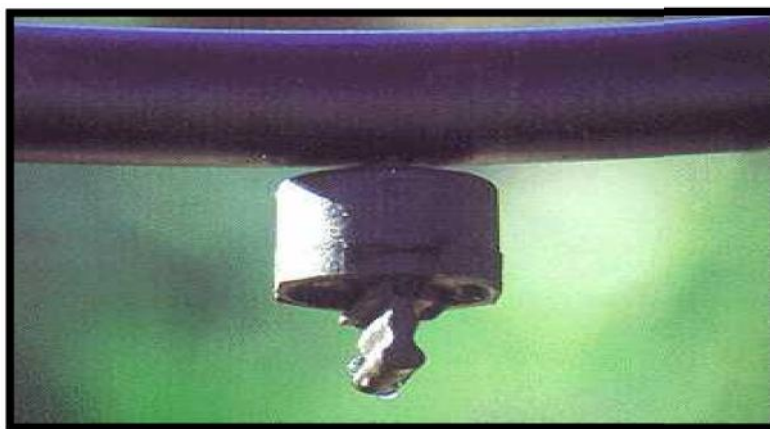


Figure VI.8: Goutteur

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.

Qualité de l'eau:

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. Les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

f.1.b-Nature du sol:

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

f.1.c-Nature des cultures:

Pour les cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

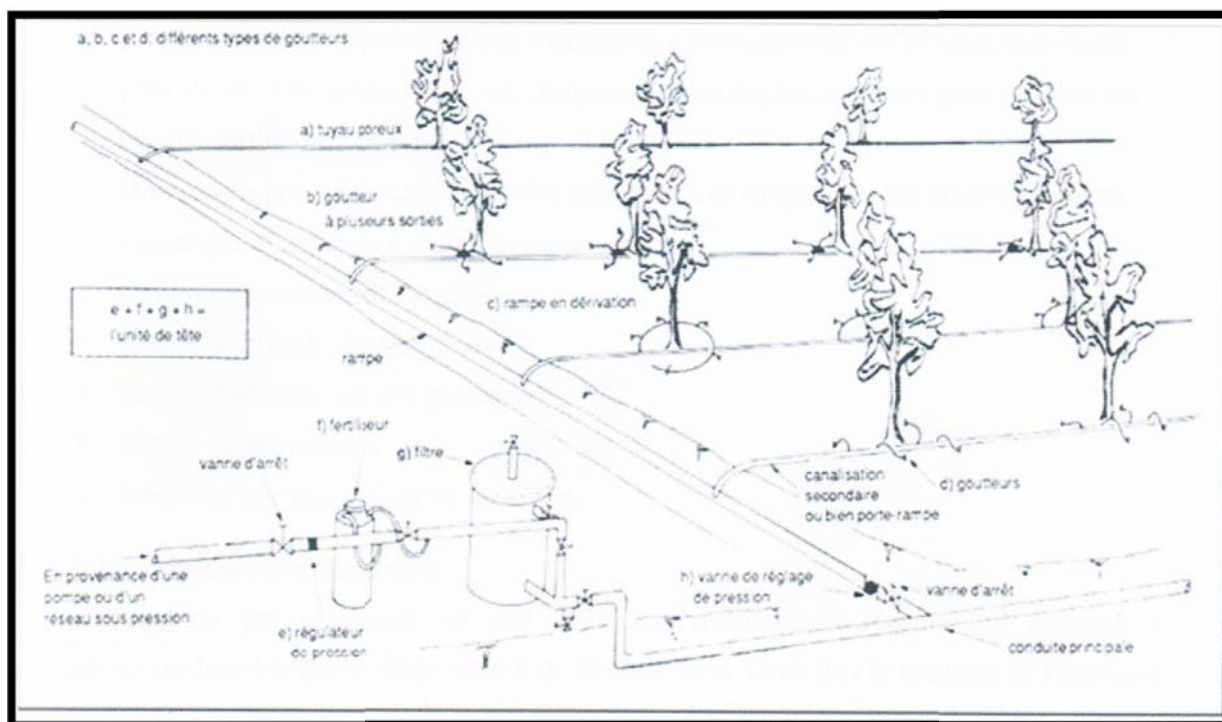


Figure V.9 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

a) Les Avantages de la technique de la goutte à goutte

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol ;
- Economie d'eau et de la main d'œuvres (système fixe) ;
- Réduction des mauvaises herbes ;
- Réduction de l'évaporation ;
- Economie d'engrais ;
- Possibilité d'automatisation ;

b) Les inconvénients du goutte à goutte

- Coût très élevé du matériel ;
- Risque d'obstruction des goutteurs ;
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés ;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

VI.3 Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage (Boulifa, 2011).

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

Tableau VI. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
❖ Contraintes naturelle				
▪ Evaporation	+	+	++	++
▪ Vent	+++	+++	++	+++
▪ Texture (limono-argileuse)	++	++	++	+++
▪ Perméabilité (moy)	++	++	+++	++
▪ Pente (<0.5%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne)	+++	+++	+++	+++
❖ Contraintes agronomique				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ céréales	x	x	+++	x
▪ arbres	+++	+	x	+++
❖ C. technique				
▪ Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
❖ économie d'eau	x	x	++	+++

Remarque :

x:	Déconseillé	+:	Adapté avec réserve;
++:	Adapté	+++:	Très Adapté

Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude, de la nature du sol, de l'aptitude culturale et du volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation de surface, qui exigent des volumes d'eau importants, et aboutissent à des rendements agricoles faibles.

Donc pour l'irrigation des cultures (céréalières et fourragères) on opte pour l'irrigation par aspersion, pour l'arboriculture et certaines cultures maraichères on opte pour l'irrigation goutte à goutte.

**CHAPITRE VII:
DIMENSIONNEMENT D'UN
RESEAU D'IRRIGATION
GOUTTE A GOUTTE**

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION GOUTTEA GOUTTE

Introduction

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de l'olivier.

VII.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°5 alimentée par la borne N°5 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.1 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est la parcelle (5-b) de 2.93 hectares.

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 300.56mm

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.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

VII.2.1. Influence du taux de couverture du sol

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 (Ollier & Poirée, 1981).

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

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

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K = \frac{C}{0.8} \dots\dots\dots(1)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K = C + 0.5(1 - C) \dots\dots\dots(2)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K = 0.1 + C \dots\dots\dots(3)$$

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

$K_r = 0.71$ selon Keller et Karmeli

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r (B_j = 10.01 \text{ mm/jour}) \dots\dots\dots(4)$$

$$B_{ji} = 10.01 * 0.8 = \mathbf{8 \text{ mm/j}}$$

Pour l'olivier

1. Dose nette (dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z \cdot P\% \dots\dots\dots(5)$$

Tel que : H_{cc} : humidité a la capacité au champ (26%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (14%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

D_a : densité apparente du sol ($D_a=1.3$)

$$RFU = (26-14)/100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.3 = 124.80 \text{ mm.}$$

P : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_r \cdot S_a} \dots\dots\dots(6)$$

P : Volume du sol humidifié ;

n : Nombre de point de distribution par arbre (égal à 2) ;

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)

$$P = 25\%$$

Donc la dose nette corrigée devient :

$$D_p = RFU \cdot P\% = 124,8 \cdot 0,25 = 31,2 \text{ mm}$$

A.2 Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D}{C \cdot e} = \frac{1 \cdot 31,2}{0,9 \cdot 0,9} = 38,51 \text{ m /m} \dots\dots\dots(7)$$

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

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%

A.3.Fréquence des arrosages :

La fréquence des arrosages se calcule à partir des besoins en eau journaliers de la culture et de la dose nette apportée à chaque arrosage. La fréquence d'arrosage (intervalle entre 2 arrosages) est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{D}{B} \cdot n = \frac{3 \cdot 2}{8} = 3.9 \text{ j} \quad \dots\dots\dots(8)$$

Donc on prend un intervalle de **4 jours**.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = 4 \cdot 8 = \mathbf{32 \text{ mm}}$$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D}{c \cdot e} = \frac{3}{0.9 \cdot 0.9} = \mathbf{3.5} \quad \dots\dots\dots(9)$$

4. Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D \cdot S \cdot S}{n \cdot q} = \frac{3.5 \cdot 4 \cdot 4}{4 \cdot 2} = 79 \text{ he} \quad /m \quad \dots\dots\dots(10)$$

5. Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{d \cdot \epsilon \cdot d' \cdot a}{F} = \frac{8 \cdot 6}{4} = 19.75 \text{ he} \quad \dots\dots\dots(11)$$

6.Nombre de poste : Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{T_i \cdot d \cdot t_i}{D \cdot \epsilon \cdot d' \cdot a \cdot j_i} = \frac{2}{1.7} = 1 \text{ p} \quad \dots\dots\dots(12)$$

A.7.Surface de la parcelle :

$$Sp = \frac{S}{N} \cdot \frac{t_i}{a \cdot p} = \frac{2.9}{1} = 2.93 \text{ ha} \quad \dots\dots\dots(13)$$

8. Calculs hydrauliques

8.1 Conditions hydrauliques

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots\dots\dots(14)$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^{0.5}$ (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots(15)$$

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

$H(n)$ pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(m)}{1} \dots\dots\dots(16)$$

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

8.2 Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r \dots\dots\dots(17)$$

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

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 rampe

Avec : La longueur de la rampe (L_r) : 121m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}):236m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) :36.5m

8.1.1 Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r/E_r = 121/4 = 30 \text{ arbres}$$

8.1.2 Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 30 * 2 = 60 \text{ goutteurs}$$

8.1.3 Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr}/E_r = 236/4 = 59 \text{ rampes}$$

8.1.4 Débit de la rampe:

$$Q_r = N_g * Q_g \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$Q_r = 60 * 4 = 240 \text{ l/h}$$

8.1.5 Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 240 * 59 = 14\ 160 \text{ l/h} \quad \dots\dots\dots (19)$$

8.1.6 Débit de la conduite secondaire

Etant donné que nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 14\ 160 * 1 = 14\ 160 \text{ l/h.} \quad \dots\dots\dots (20)$$

9 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 :

$$\phi_r(c_r) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.7}{0.4 * Q(r)^{1.7} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.7}} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\phi_p(c_p) = \left[\frac{P.d.c(p) * 2.7}{0.4 * Q(p)^{1.7} L(p)} \right]^{-\frac{1}{4.7}} \quad \dots\dots\dots (22)$$

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

10.Vérification 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

$$i = \frac{0.4}{2.7} \cdot D^{-4.7} \cdot Q^{1.7} \dots\dots\dots(23)$$

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

$$j = \frac{L}{2.7} \cdot i \dots\dots\dots(24)$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

V : vitesse proposé 1.05m/s ;

11Calculshydrauliques de la rampe :

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	2.93	120	60	240	1.2	13.74	12	0.58	0.80

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

12. Calcul hydraulique du porte rampe :**Tableau VII.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe**

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	2.93	293	59	14160	0.6	82.3	90	0.75	0.25

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.

13. Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente le parcelle d'oliviera de surface de 2.93. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.25 m/s tel que :

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

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

13.1. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :**Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire**

culture	Surface ha	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	2.93	36.5	14160	1.25	63.3	90	0.75	0.085

14. Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne**Tableau VII.4 : 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)
10	14160	1.25	63.3	90	0.75	0.030

15. La pression d'eau à la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution à 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 goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

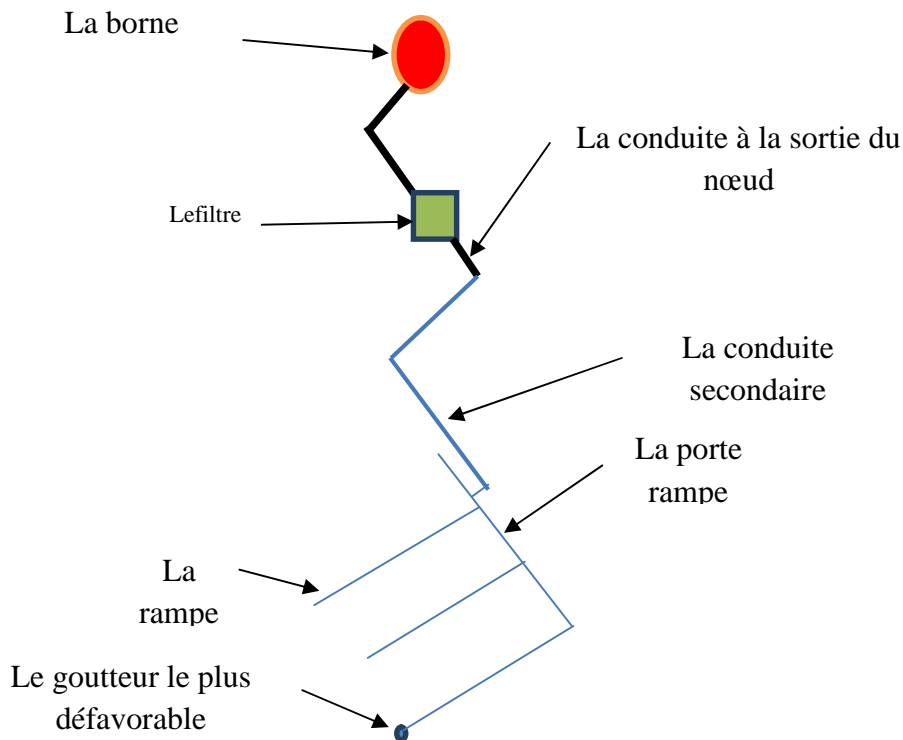


Figure VII.1: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

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

Tableau VII.5 Les pertes de charge totale

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur(m)	120	236	36.5	10
Diamètre(m)	12	90	90	90
Pertes de charge(m)	0.80	0.25	0.085	0.030

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.

$$h = 10+0.28+0.143+0.285+0.078=10.79 \text{ m ;}$$

VII.2. Tableau de tous les résultats :

Tableau VII.6 tous les résultats de dimensionnement

culture	Olivier
Ilot numéro	5
Borne numéro	5
Pression de la borne m	53
Surface ha	2.93
ETM mm	300.56
Profondeur de racine m	1.2
RU_CAL mm	124.8
DOSE Pratique mm	31.2
Dose brute	39.5
Fréquence des arrosages	4
Espacement rang	4
Espacement arbre	4
Durée arrosage heures	79
Durée arrosage journalière heures	20
Temps de travail	22
Nombre de poste	1
Surface poste irrigué	2.93
Nombre de goutteurs	2
Q goutteurs l/s	4
Dose besoins journalière mm	8
DIMENSIONNEMENT	
Largeur parcelle m	123
Longueur Rampe m	120
Longueur porte rampe m	236
Longueur Cdt secondaire m	36.5
Longueur Cdt principale à la sortie de la borne m	10

Nbre arbre rampe	30
Nbre Goutteur rampe	60
Nbre rampe	59
Q débit rampe l/h	240
Nbre porte rampe	1
Q porte rampe l/h	14160
Q débit Cdt secondaire l/h	14160
Perte charge rampe	
Diam Rampe cal mm	13.74
Diam normalisé mm	15
Vitesse(m/s) m/s	0.38
Perte charge Di normalisé m	0.28
Perte charge prote Rampe	
Diam prote Rampe cal mm	82.3
Diam normalisé mm	90
Vitesse m/s	0.68
Perte charge Di normalisé m	0.143
Conduite secondaire	
Diam calculé mm	63.3
Diam Normalisé mm	65
Vitesse normalisé m/s	1.185
Perte de charge totale m	0.593
Conduite Borne	
Diam calculé mm	63.3
Diam Normalisé mm	65
Vitesse normalisé m/s	1.185
Perte de charge totale m	0.059

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour la culture d'olivier.

En irrigation gravitaire, ces cultures consommeraient des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une efficience de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés.

Chapitre VIII :

Organisation du chantier

Chapitre VIII : Organisation du chantier

VIII.1 Introduction

L'organisation de chantier consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

VIII.2 Les actions reçues par les conduites:

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée
- Le tassement différentiel du terrain
- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres

VIII.3 Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification, manutention des conduites
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piquets
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints
- Remblai des tranchées

VIII.4 Choix des engins de terrassement

Il est important de choisir pour chaque type de travaux, l'engin et le matériel, les mieux adaptés, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins suivants :

VIII.4.1 Bulldozer

Grâce à sa puissance qui est caractérisée par celle du tracteur et qui varie de 25 à 400 ch, ainsi que par la longueur de sa lame qui varie de 1,8 à 6m le bulldozer permet de préparer les terrains à excaver, et d'éliminer les obstacles.



Figure VIII.1 : Le Bulldozer

VIII.4.2 Pelle équipée en rétro

On opte pour un excavateur à godet de 0,5m³, pelle équipée en rétro, vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

- Peut excaver dans la direction de la machine
- Creuser au-dessous de la surface d'appui
- Creuser à une profondeur importante
- Creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus verticaux



Figure VIII.2: Pelle équipée en rétro

VIII.4.3 Les chargeurs

Ce sont des tracteurs sur lesquels montent à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et portent un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



Figure VIII.3 : Le Chargeur

VIII.5.Charge d'investissement :

Les coûts d'investissements sont ramenés à des annuités sur la base des hypothèses suivantes :

- Taux d'actualisation : 0,8à10 %
- Durée d'amortissement répartie comme suit :
 - 30 ans pour les conduites
 - 15 ans pour les équipements hydromécaniques

VIII.5.1. Devis estimatif et quantitatif des conduites**Tableau VIII.1.** Devis estimatif et quantitatif des conduites

Conduites	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ15 PEBD	m/l	7080	34.01	240790.8
TubeØ65 PEHD	m/l	46.5	420.14	19536.51
TubeØ90 PEHD	m/l	436	632.3	275682.8
TubeØ125 PEBD	m/l	493	1132.24	558.19
TubeØ160 PEBD	m/l	673.25	1361.17	916407.7
TubeØ200 PEHD	m/l	1981.5	2932.06	5809876.89
TubeØ250 PEHD	m/l	338	3519.72	1189665.36
TubeØ315 PEBD	m/l	845.5	4508.21	3811691.55
TubeØ400 PEHD	m/l	1242	6007.06	745274.52
TubeØ630 FONTE	m/l	11395.7	8117.61	904266.85
Total 1				13913751.17

VIII.5.2 Devis estimatif et quantitatif des vannes :**Tableau VIII.2** Devis estimatif et quantitatif des vannes

Vannes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Vanne D=65mm	U	2.0	2500	5000
Vanne D=90mm	U	1.0	5000	5000
Vanne D=125mm	U	2.0	12000	24000
Vanne D=160mm	U	4.0	14000	56000
Vanne D=200mm	U	9.0	15000	135000
Vanne D=630mm	U	5.0	30000	150000
Total 2				375000

VIII.5.3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent :

le brise-vent à prévoir, est composé d'une rangée d'arbre d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1,5m, dont la réalisation d'un réseau de brise-vent périphérique est de longueur 8570 m avec un nombre d'arbres d'environ 5713.

Tableau VIII.3 Devis estimatif et quantitatif de brise vent

Brise vent				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Arbre	U	5713.00	50.00	285650.00
implantation	U	5713.00	120.00	685560.00
Total 3				971210,00

VIII.6 Calcul des volumes de terrassement**VIII.6.1 Décapage de la couche de terre végétale ou goudron**

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décaper est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche (h=0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

VIII.5.2 calcul de la largeur de tranchée

La largeur du fond de tranchée est obtenue par la formule :

$$b = (L * 2) + \emptyset$$

Où :

b : Largeur de la tranchée (m);

\emptyset : Diamètre de la conduite (m).

L : la distance entre la conduite et le fruit de talus =0.5m

VIII.6.3-calcul de la profondeur de tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- Profondeur de la tranchée « H »
- Largeur de la tranchée « b »

$$H = e + \varnothing + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

\varnothing : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

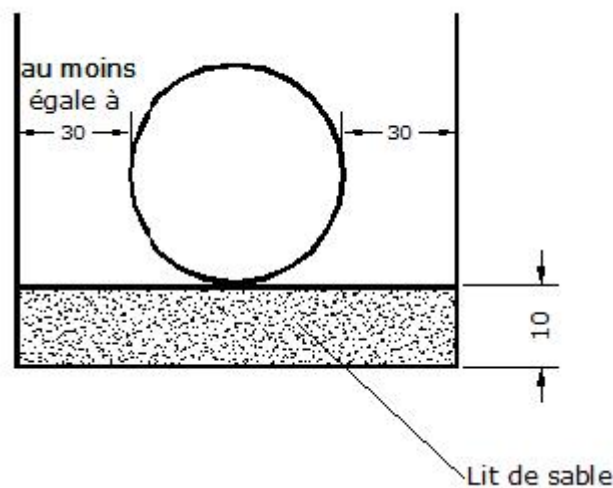


Figure VIII.4 : Schéma d'une tranchée

VIII.7 la conduite principale

VIII.7.1 Calcul du volume de déblai

D'après la figure IX-1 la surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = b * H$$

$$b = 0.3 * (N-1) + (0.5 * 2) + (\varnothing * N) \quad N = \text{nombre de conduite} = 1$$

$$\text{Donc } b = 1 + \varnothing$$

$$\text{Et } H = 0.9 + \varnothing \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau VIII.4

Tableau VIII.4: calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largueur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m ³)
630	10810	1.63	1.53	26959.059

VIII.7.2 Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante :

$$V = e * b * L$$

Tableau VIII.5 : Calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
0.10	10810	1.63	1762.03

VIII.7.3 Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai qu'occupent la conduite et le lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³) ;

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable

V : Volume occuper par la conduite (m³) ; $V = L * \frac{f * \varnothing^2}{4}$

L : Longueur de la conduite

\varnothing : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont tablés dans le tableau N°3.

Tableau VIII.6: Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m ³)	Conduite (m ³)	Sable (m ³)	Remblai (m ³)
630	26959.059	3368.03	1762.03	21828.99

VIII.7.3 Devis estimatif pour le terrassement**Tableau VIII.7 : Devis estimatif pour le terrassement**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
déblai en terrain	m ³	26959.059	300	8087700
lit de sable	m ³	1762.03	800	1409600
remblaiement de la tranchée	m ³	21828.99	200	4365799
Total 4				13863099

VIII.8. Devis estimatif total

$$D = \text{total 01} + \text{total 02} + \text{totale03} + \text{totale04} = 29123060.17\text{DA}$$

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons obtenus on a déterminé le coût de la projection des réseaux, avec un coût total d'enivrent **29123060.17DA.**

Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de Lahzima commune d'El Outaya situé dans la wilaya Biskra, en vue de dimensionner un réseau d'irrigation dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel en irrigation.

Néanmoins, les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions socio-économiques que présente l'aire du périmètre de Lahzima, sont favorables à la mise en irrigué du périmètre. L'irrigation du périmètre sera desservi à partir d'un barrage de Fontaines des Gazelles sur une conduite existante qui sert à alimenter deux périmètre à la fois (périmètre de M'keinet en plus de notre périmètre).

La desserte du périmètre de Lahzima sera assurée par un réseau de distribution affectant une superficie de 288.89 ha et avec des pressions généralement supérieures à 4 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

L'étude à montrer qu'une amélioration du périmètre est nécessaire avant toute utilisation du zone et ce par amendement, implantation d'un brise de vent et d'un réseau drainage adéquats.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les cultures arboricoles .

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L.S. BAHBOUH, (2003) : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3^{ème} Année ENSH, Blida;
- [2] B. TOUAIBIA . (2004). (Cours d'Hydrologie 3^{ème} Année et Régularisation des débits 4^{ème} année).
- [3] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [4] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [5] 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).
- [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 ;
- [7] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
- [8] T. BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.
- [9] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [9] 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.

ANNEXES

ANNEXE1

Tableau 7 CARACTERISTIQUES 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)

* plage de variation

ANNEXE2

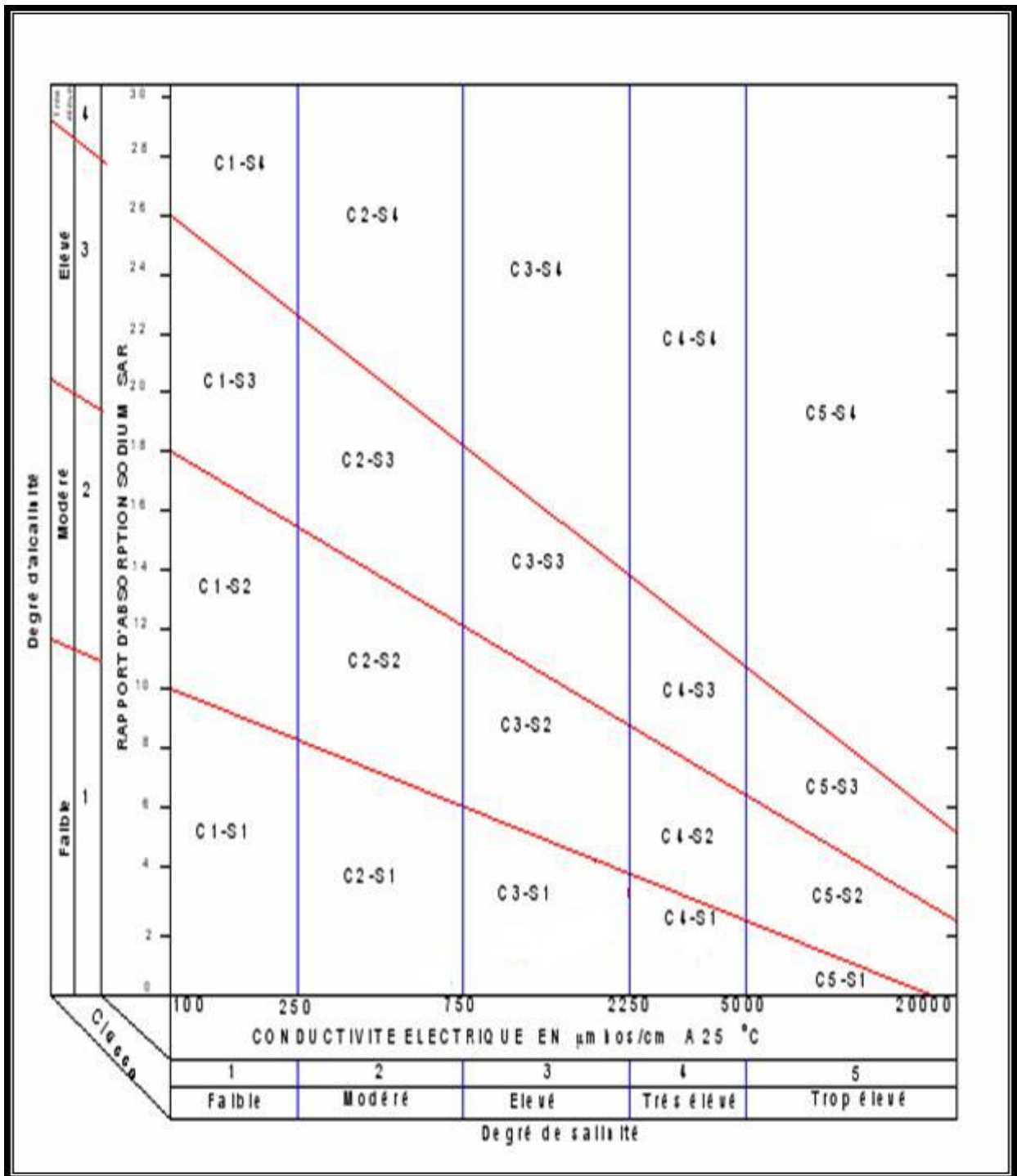
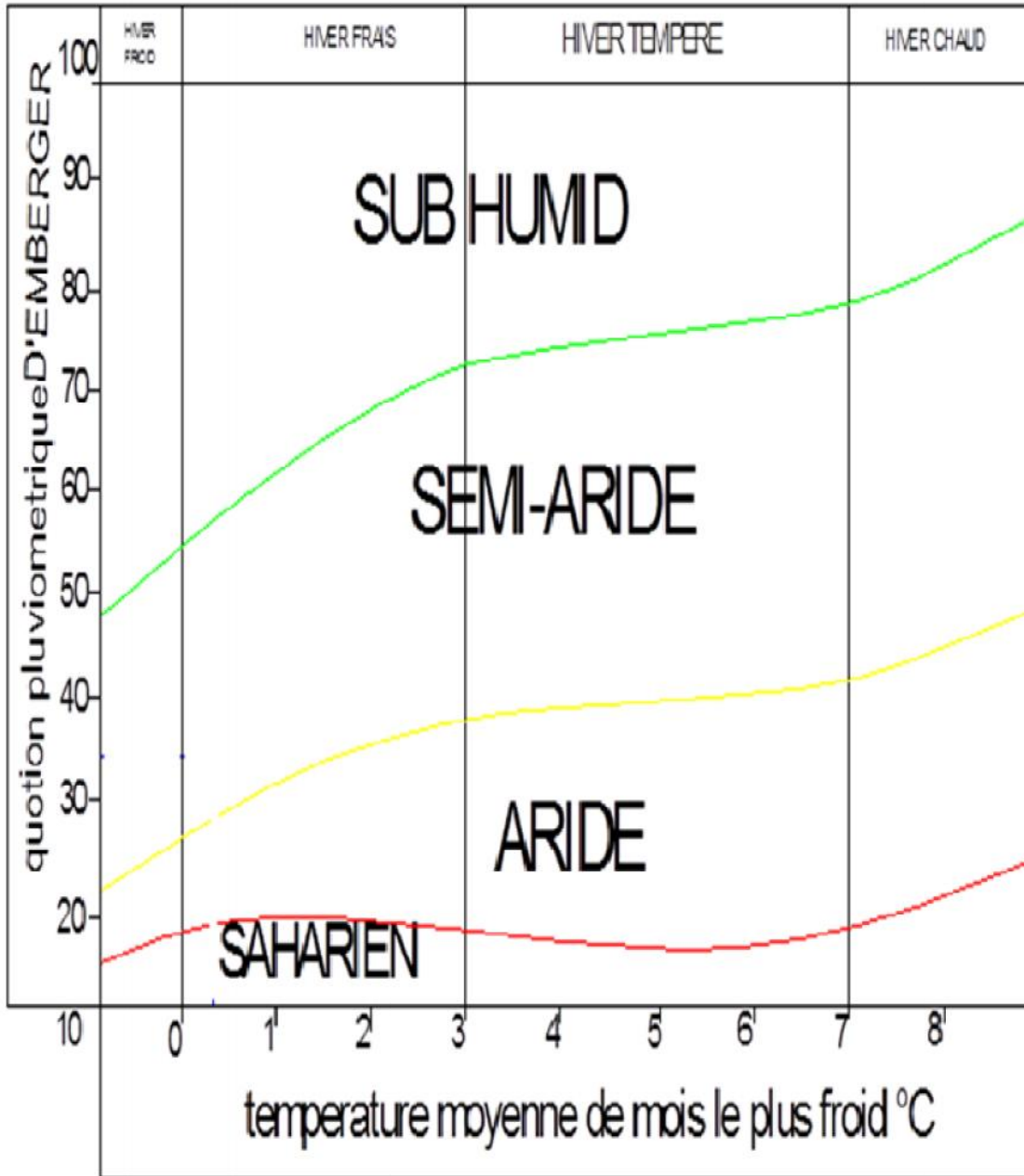


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

ANNEXE 3



Classification du climat selon l'indice de Gaussen

ANNEXE 4

Tableau–Coefficients cultureaux

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -grain				0,5	1,15	1,15	0,6					
vesce avoine	0.90	0.9	0.7	0.4						0.3	0.6	0.65
Orge / Blé	1.05	1.05	1.05	0.65						0.3	0.7	0.7
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Piment /poivron		0.6	0.9	0.95	0.95	0.85						
Petit pois	1,2	1,4	1,4	2,15								0,95
carotte									0,8	1	1,1	0,75
Oignon	0,9	0,85								0,7	1,1	1,1
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						
ail					1	1,05	1,05	0,85				
Navet									0,8	1	1,1	0,75
Choux									0,75	1,05	1,05	0,9
melon		0.6	0.7	0.9	0.9	0.65						
laitue								0,8	1	0,9		
Haricot vert									0.4	0.7	0.95	0.90
Figuier					0,8	1,05	1,15	1,1	0,85			
Tomates	0.7	0.95	1.05	0.8	0.70							0.4