

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 DU PROJET D'IRRIGATION DU PERIMETRE DE
BOULHILET (W.BATNA) DE SUPERFICIE 1309.44 ha A
PARTIR DU TRANSFERT BARRAGE BENI HAROUN VERS
BARRAGE D'OURKIS**

**PRESENTE PAR :
CHEBBAH ABDELHEQ**

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M MEDDI MOHAMED	Professeur	Président
Mme MEDJDOUB SONIA	M.A.A	Examinatrice
Mme SAADOUNE SAMRA	M.A.A	Examinatrice
M KOLIAI DJAFFAR	Assistant	Examineur
Mme MAZOUZI SABRA	M.A.B	Promotrice

Année universitaire : 2014- 2015

Dédicace

Je dédie ce mémoire à toute ma famille, mon père CHEBBAH AMMAR,
ma mère CHEBBAH AICHA,

Mes sœurs AMINA et MERIEM et toute la famille de CHEBBAH .

Je le dédie particulièrement à mes tantes SIHEM et SABRINA

Je ne saurai terminer sans citer mes amis DAHMEN ;YOUNES ;DONIM ;OMAR ;
HICHEM ;OUSSAMA ;ELARBI ;ZAKI ;FOUAD ;POTCHI ;DJALEL ;CHAMA
ET mes amis de l'ENSH :BILLEL ;MOHAMED ;SAMI ;CHTAHO ;YAHIA ;BRAHIM
DIDINE ;ZARDAZI ;SALAH ;ZAKI ;SABRINA ;RANIA ;RAYANE ;HADJER
NARIMENE ;ZAHRA

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 EPSTde annaba.

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

Remerciements

avant 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, Mon promotrice Madame MAZOUZI .S 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,

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

ملخص

من خلال مذكرة نهاية الدراسة حول منطقة بولهيلات المتواجدة على ولاية باتنة التي سننجز فيها مشروعنا. هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة إستغلال مساحة مسقية, و هذا باستعمال تقنية التقطير و ذلك لخصائص التربة و المناخ الذي يوجد في هذه المنطقة و للتقليل من نسبة ضياع المياه سواء بالتبخر أو التسرب في التربة . و في الأخير إقترحنا إستعمال هذه التقنية الحديثة في التقطير من أجل الوصول إلى إستغلال نسبة أكبر من الأراضي وبنفس كمية المياه.

Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude d'un périmètre dans la région de Boulhilet wilaya de Batna

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une parcelle située au secteur 02 de la commune Boulhilet wilaya de Batna ce qui implique l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation à savoir l'utilisation du système de goutte à goutte, afin de maîtriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes soit par évaporation ou par percolation.

Enfin, les agriculteur proposent d'utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions semi-arides.

Abstract

Through this work, we will make a general study on the area of Boulhilet city (w-Batna); where we carries out our project, thus; the main goal consists in projecting a network of irrigating a piece located at the sector 02 of Boulhilet in Batna city, In these zones where precipitations is insufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation like drop by drop to control the quantity of water to be used in the irrigation and thus limit the rate of loss by evaporation as well as percolation. In the end, we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas and increasing yields of crops, in particular in semi arid zone, like Batna city.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	PAGE
----------	------

Introduction générale

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction	1
I-1 Situation géographique et organisation administrative	1
I-2 Situation géographique de la commune.....	1
I-2-1 les limites administratives.....	2
I-2-2 Relief.....	3
I-2-3 L'hydrologie.....	3
I.2.4 L'agriculture.....	4
I-3 Etude climatologique.....	5
I-3-1 Présentation de la station météorologique	5
I-3-2 Température.....	5
I-3-3 Humidité relative	7
I-3-4 Les précipitations (pluviométrie)	8
I-3-5 Le vent.....	9
I-3-6 Le sirocco.....	11
I-3-7 Insolation	11
I-3-8 Evaporation.....	12
I-3-9 Les gelées	13
I.4 Indices agro-météorologiques	14
I.4.1 Indice d'aridité de Demartonne	14
I.4.2 Quotient pluviothermique d'emberger	15
I.4.3 Climagramme de Bagnouls et Gaussen	17
Conclusion	18

CHAPITRE II ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE INTRODUCTION

II.1 Introduction	19
II.2 Les types de sols	19
II.2.1 Description des profils.....	19
II.2.1-a Description du profil n° 1	19
II.2.1-b Description du profil n° 2	21

SOMMAIRE

II.2.1-c Description du profil n° 3	25
II.3) Analyse texturale du sol	27
II.4 Etude des aptitudes culturales	27
II.4.1) Les différentes classes d'aptitude des sols a l'irrigation et au drainage	31
Conclusion.....	33

CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU

III-1 Ressources en eaux disponibles	34
III-2 Alimentation en ressources en eau du périmètre	34
III-2.1 Le barrage de Beni Haroun	34
III-2-2 Le Barrage d'Ourkis.....	34
III-2-2.3 La conduite de transfert Beni-Haroun-Koudiet medaouar	35
III.3 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation	35
III.3.1 Les limites admissibles	36
III-3-2 Conductivité électrique	36
III-3-2-a Le sar (sodium absorption ration) :	37
III.3.3 Température de l'eau	38
III-3-4 Le ph	38
III.5 Etude hydrologique	39
III.6 Choix de l'échantillon a analyser	39
III.7 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique	41
III.8 Etude statistique des précipitations.....	44
III.8.1 Ajustement des pluies annuelles a la loi de gauss ou loi normale	44
III.9.1 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie	45
III.9.2 Test de Khi pour la loi de Galton	47
III.10- Détermination de l'année de calcul	48
Conclusion	49

CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Introduction	50
IV.1) Calcul de l'évapotranspiration	50
IV.1.2) L'évapotranspiration potentielle de référence (eto)	50
IV.1-3) L'évapotranspiration maximale.....	50

SOMMAIRE

IV.1.4) Les coefficients culturaux (k_c)	54
IV.2) Les profondeurs d'enracinement	54
IV.2.1) La réserve facilement utilisable (Rfu)	55
IV.2.2) Cycle végétatif des cultures	55
IV.2.3) Les pourcentages proposes aux différentes cultures.....	56
IV.3) Le bilan hydrique	59
IV.3.1) La pluie efficace	59
IV.3.2) - Calcul des débits spécifiques	60
IV.3.3) Détermination les besoin en eaux des cultures	61
IV.3.4-Débit caractéristique	69
IV.3.5-Estimation des volumes d'eau d'irrigation	69
Conclusion	70

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

V-1 Introduction.....	71
V.2- Schéma d'aménagement	71
V.2.1- Présentation de variante	71
V.3- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation	72
V.4 -Calcul des débits des ilots	73
V.5-Choix du type de borne	76
V.5.1-Choix de diamètre de la borne	76
V.5.2-Calcul des débits aux bornes	76
V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation	80
V.7-Calcul hydraulique des canalisations	80
V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution ...	80
V.7.1.1 Choix du type de matériau	80
V.7.1.2- Calcul des diamètres.....	83
Conclusion	90

CHAPITRE VI : ETUDE DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

VI. Introduction	91
VI.1 L'irrigation de surface	91
VI.1.2. L'irrigation par ruissellement	91
VI.1.2.1) L'irrigation par submersion	91
VI.2 L'irrigation par surpression	92

SOMMAIRE

VI.2.1) L'irrigation par aspersion	92
VI.2.2) L'irrigation localisée (goutte a goutte)	93
VI.2.3 Composition d'une installation goutte a' goutte	93
VI.3) Choix de la technique d'arrosage	98
Conclusion	99

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

GOUTTE A GOUTTE

Introduction	100
VII.1.Donnees générales	100
VII.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	101
VII.2.1.Influence du taux de couverture du sol	101
A) pour L'olivier	101
A.1.Dose nette pratique	101
A.2.Calcul de la dose brute	102
A.3.Frequence des arrosages	103
A.4.Duree d'arrosage par mois	103
A.5.Duree d'arrosage journalier	103
A.6.Nombre de poste	103
A.7.Surface de la parcelle	103
A.8.Calcul hydraulique	104
A.8.1.Condition hydraulique	104
A.8.2.Le débit	104
A.8.1.1.Le nombre d'arbres par rampe	104
A.8.1.2.Nombre de goutteurs par rampe	105
A.8.1.3.Le nombre de rampes	105
A.8.1.4.Débit de la rampe	105
A.8.1.5.Débit de la porte rampe	105
A.8.1.6.Débit de la conduite secondaire	105
A.9.Dimensionnement des différentes parties du réseau	105
A.10 Verification des pertes de charges	105
A.11.Calcul de diamètre de la rampe	106
A.12.Calcul de diamètre de la porte rampe	106
A.13.Calcul des diamètres de la conduite secondaire	107

SOMMAIRE

A.13.1.Calcul de diamètre de conduites secondaires.....	107
A.14.Calcul du diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne	107
A.15.La pression d'eau a la borne de distribution	107
VII.2. Tableau de tous les résultats	109
Conclusion	111

CHAPITRE VIII CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE

Introduction	112
VIII.1. Devis de réseau d'irrigation localisée	112
VIII.2.Factures pro-forma de station de pompage, conduite principale et réservoir. 113	
VIII.2.1.Calcul du volume de terrassement	113
VIII.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée	113
VIII.2.1.b.Profondeur de la tranchée	114
VIII.2.2 La conduite principale	114
VIII.2.2.a. Calcul du volume de déblai	114
VIII.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable	115
VIII.2.2.c. Calcul du volume de remblai	115
VIII.2.3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir	116
VIII.2.4.Devis estimatif total	116
Conclusion	116
Bibliographie	
Annexes	

Chapitre I

Tableau I.1 Les coordonnées de la station météorologique de Batna.....	5
Tableau I.2 : les données thermiques mensuelles moyennes de la région de Batna.....	6
Tableau I.3 : Humidité relative de l'air en (%).....	6
Tableau I.4 : données pluviométrique mensuelles moyennes de la région de Batna.....	6
Tableau I.5 : vitesse mensuelle moyenne du vent et nombre de jours et la direction du vent de la région de Batna.....	7
Tableau I. 6: le nombre de jour de sirocco	9
Tableau I.7– Insolation moyenne mensuelle en heures / jours	12
Tableau I.8- Répartition de L'évaporation	13
Tableau I.9– nombre de jours de gelée	14
Tableau I.10– Classification du climat selon De Martonne	15
Tableau I.11 pluviométrie et température moyenne mensuelle sur une période de 20 ans.	17

Chapitre II

Tableau II.1 résultats analytiques du profil N° 1.....	20
Tableau II.2 : résultats analytiques du profil N° 2.....	23
Tableau II.3 : résultats analytiques du profil N° 1.....	26
Tableau II. 4 : les caractères physique du sol	24
Tableau II.5 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude.....	28
Tableau II.6 : Les espèces culturales.....	31
Tableau II.7 : Degré d'aptitude culturale.....	32

Chapitre III

Tableau III-1 : Caractéristique chimique de l'eau d'irrigation	36
Tableau III-2: Coordonnées de la station météorologique	39
Tableau III-3 : Précipitations moyennes mensuelles (1972/2011).....	40
Tableau III-4: Test d'homogénéité	42
Tableau III-5: Ajustement à la loi de Gauss.....	44
Tableau III-6: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale.....	46
Tableau III-7: La pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm).....	48

Chapitre IV

Tableau IV .1 : Calcul de l'ET0	52
Tableau IV .2– Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures	54
Tableau IV. 3 Kc des arbres fruitier	54
Tableau IV. 4 : Profondeur d'enracinement des cultures (m)	54
Tableau IV .5: Profondeur d'enracinement des arbres fruitier	55
Tableau IV .6 Cycle végétatif des cultures	55
Tableau IV .7 Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés.....	56
Tableau IV .8 Les précipitations efficaces dans les zones de projet.....	60
Tableau IV-9 : Besoin en eaux des cultures.....	62
TableauIV-10 : volumes d'eau d'irrigation.....	69

Chapitre V

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot	73
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	76
Tableau V.3 : débit au niveau des bornes et des prises.....	77
Tableau V.4 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon	84
Tableau V.5 : Les résultats de calculs (les débits, les vitesses et les pertes de charge).....	85

Chapitre VI

Tableau VI. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	98
---	----

Chapitre VII

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe	106
Tableau VII.2 Caractéristique de la conduite du porte- rampe	106
Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire	107
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche	107
Tableau VII.5 : Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur.....	108
Tableau VII.6 Les résultats de dimensionnement	98

Chapitre VIII

Tableau VIII.1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation	112
Tableau VIII.2: calcul du volume de déblai	115
Tableau VIII.3.calcul du volume de sable	115
Tableau VIII.4 .Calcul du volume de remblai	116
Tableau VIII.5.Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir ...	116

Chapitre I

Figure I.1 Photos satellite de la région d'étude2
 Figure I.2 : Histogramme de la température moyenne mensuelle dans la commune de Batna.7
 Figure I.3: Répartition de la pluviométrie moyenne mensuelle.....9
 Figure I.4 : Histogrammes du vent10
 Figure I.5 : Des vitesses du vent par rapport aux directions.....10
 Figure I.6 : Histogramme de sirocco dans la wilaya de Batna11
 Figure I.7 : histogrammes des gelées14
 Figure I-8 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen.....16
 Figure I-9 : diagramme ombrothermique de la région de Batna.....17

Chapitre III

Figure III-1: Carte de Délimitation du secteur 135
 Figure III-2: Diagramme pour la classification des eaux d'irrigation38
 Figure III-3: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss45
 Figure III-4 Ajustement des pluies annuelles à la loi normale47

Chapitre VI

Figure. VI.1 : l'irrigation par aspersion92
 Figure. VI.2 : Système d'irrigation localisée93
 Figure V.3: Dilueur d'engrais94
 Figure V. 4:Filtre à gravier94
 Figure V.5: Goutteur95

Chapitre VII

Figure VII.1 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur108

Chapitre VIII

Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée114

Liste des planches :

Planche N°1 : plan de réseau d'irrigation du périmètre de Boulhilet W. de Batna

Planche N°2 : plan de situation du périmètre de Boulhilet W. de Batna

Planche N°3 : profil en long de la conduite d'adduction du périmètre de Boulhilet W.de Batna

Planche N°4 : plan du réseau d'irrigation du périmètre de Boulhilet W.de Batna (Parcelle B37)

INTRODUCTION GENERALE

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays. Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de ces ressources un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

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.

A ce propos, la micro irrigation répond à cette double exigence moyennant une gestion précise de l'eau et la prise en considération de sa qualité.

Les qualités que présente cette technique d'irrigation ont encouragé plusieurs agriculteurs à l'utiliser, dans plusieurs pays semi-arides et dans différents types de cultures.

L'objet de cette mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Boulhilet situé dans la wilaya de Batna , 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 transfert du barrage de Beni Haroun vers barrage d'Ourkis.

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 Boulhilet, qui est situé dans la wilaya de Batna

I-1 Situation géographique et organisation administrative :

La Wilaya de Batna se trouve localisée dans la partie orientale de l'Algérie entre les " 4° et 7° " de longitude Est et " 35° et 36° " de latitude Nord, siégeant sur une Superficie de 12038,76 km², le territoire de la Wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et Saharien) ce qui représente la particularité physique principale de la Wilaya et détermine de ce fait les caractères du climat, et les conditions de vie humaine.

Administrativement la Wilaya est limitée au Nord par les Wilaya d'Oum El Bouaghi, Mila et de Sétif, à l'Est par la Wilaya de Khenchela, au Sud par la Wilaya de Biskra et à l'Ouest par la Wilaya de M'sila

La commune de Boulhilet située à l'Est-Nord de la wilaya de Batna et au Nord de la daïra de Chemora et à vocation agro-pastorale. S'étend sur une superficie de 160.86Km²

I-2 Situation géographique de la commune :

La commune de Boulhilet est située sur des terrains bombement dans le point culminant est de 859m ce qui distinguent des vastes plaines environ de 58.5% c'est le relief le plus important.

La commune est délimité par

-au nord par les djebels Hanoun-Marsel.

-A l'Est par la chaîne de montagne de Djebel fedioui 1248m.

-A' ouest par Sebkheth Djebel Bouarif 1799m

I-2-1 Les limites administratives :

-au nord par la commune d'ain Kercha (Oum el bouaghi)

-au sud par la commune de chemora.

-à l'Est par la commune bougrara saoudi (Oum el bouaghi)

-à l'Ouest par la commune de Boumia



Figure I-1 : Photos satellite de la région d'étude

I-2-2 Relief :

Est présente des caractéristiques très importants qui indiquent une superficie agricole très vaste de 14986 ha à un pourcentage de 93.16%.

I-2-3 L'hydrologie :

L'ensemble de la Wilaya de Batna est réparti sur 3 grands bassins versants, selon la répartition faite par l'ANRH.

□ Le Bassin du Constantinois situé au Nord et Nord Est, qui s'étend sur une superficie de 4 037 km² dans le territoire de la Wilaya.

□ Le Bassin versant du Hodna situé à l'Ouest, qui s'étend dans les limites de la Wilaya sur une surface de 4 394 km²

□ Le Bassin des Aurès Nememcha, qui occupe la partie Sud et Sud Est de la Wilaya sur une superficie de 5 611 km²

Tout le réseau hydrographique est étroitement lié aux précipitations ainsi qu'il est surmonté par une atmosphère à très fort pouvoir évaporant.

De tous ces Oueds, un seul semble être pérenne, l'Oued Chemora qui, sur la partie haute de son cours s'appelle Oued Taga ou Reboa, cela est dû au moins à la pluviométrie qui est pratiquement la même que celle des autres bassins, qu'à la présence, à l'origine du cours d'eau d'un certain nombre de sources qui l'alimentent.

I-2-4 L'Agriculture :

L'agriculture constitue la principale activité de la wilaya. La superficie agricole totale est estimée à 516.285 ha, alors que la SAU est évaluée à 361.688 ha. Cette activité est prédominée par la céréaliculture et l'élevage ovin (504 .258 de race ovine Ouled Djellal).

La mise en œuvre du PNDAR a permis la diversification et la rentabilité des activités agricoles par la mise à niveau des exploitations. Environ 6,60 milliards de DA ont été mobilisés à cette fin. Dans le cadre du PCSC (hauts plateaux), le développement rural a bénéficié d'une enveloppe globale de 1,33 milliards de DA.

Au niveau de l'état d'exécution du programme de soutien au renouveau rural (PSRR), 16

PPDRI pilotes couvrant 15 communes, ont été élaborés pour un montant global de 5,4 milliards DA; ces projets touchent 66. 189 ruraux soit 38% de la population rurale.

L'agriculture au niveau de cette commune est basée sur l'association céréale /élevage.

- La Céréaliculture en sec, en alternance avec la jachère est le système de culture le plus répandu.

La commune renferme un bon potentiel favorable aux cultures associées en sec (Céréales et fourrage) et des aptes à l'irrigation.

Les principales contraintes au développement agricole sont :

- Aux climats (pluviométrie faible et difficilement mobilisation).

-Au non-respect par les agricultures de l'itinéraire technique.

-Aux faibles moyennes de production (équipements).

En ce qui concerne les ressources hydrauliques Les ressources mobilisées proviennent essentiellement des nappes aquifères avec un volume de 92,43 millions M3/an. En l'absence de bilans hydrogéologiques, les potentialités des nappes souterraines restent encore méconnues.

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.

I-3-1 Présentation de la station météorologique :

Pour caractériser le climat de la zone d'étude, on a utilisé une chronologie de 39 ans des données climatiques de la station météorologique de Batna à cause de

- Disponibilité de la mesure des éléments climatiques nécessaires aux études
- L'absence des lacunes

Tableau I-1 : Les coordonnées de la station météorologique de Batna

Non de la station	code	X lam Km	Y lam Km	Altitude mètre	Période D'observation
Batna	070502	858.4	277.55	859	1972-2011

Les éléments climatiques :

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitations, humidité, évaporation, vent, lumière,

I-3-2 La température :

La température est un facteur constitutif du climat qui influe sur le développement de la végétation. Ce sont Les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence

sur la végétation. La température (maximal, minimal, moyenne) mensuelles en °c dans le tableau ci-dessous.

Tableau I-2 : les données thermiques mensuelles moyennes de la région de Batna

Températures	Moyenne sur 20 ans		
	M	m	M+m/2
Mois			
Octobre	24,1	9,1	17,1
Novembre	16,8	4,9	10,85
Décembre	12,0	1,5	6,75
Janvier	11,5	-0,1	5,7
Février	13,8	0,3	7,05
Mars	17,2	2,9	10,05
Avril	19,7	5,1	12,4
Mai	25,9	10,2	18,05
Juin	31,8	14,5	23,15
Juillet	35,2	16,9	26,05
Aout	34,5	17,2	25,85
Septembre	29,3	14,3	21,8

(Station météorologique Batna)

M : Température moyenne maximale.

m : Température moyenne minimale.

M+m/2 : Température moyenne.

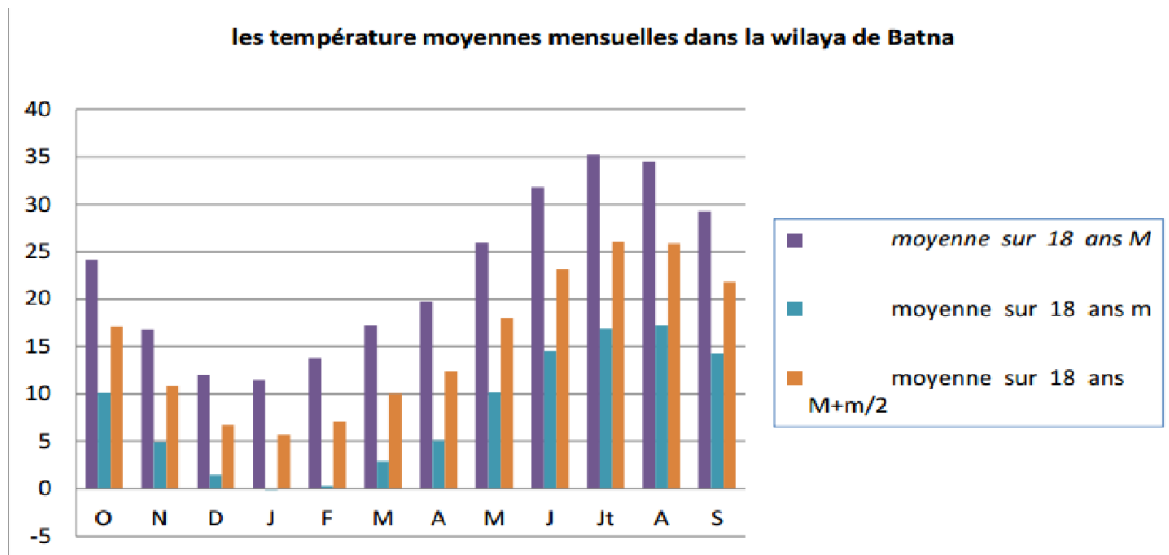


Figure I-2: Histogramme de la température moyenne mensuelle dans la commune de Batna

L'analyse du tableau :

La région caractérisé par des températures moyennes entre 26.05 et 5.7 °c

La température la plus élevée est de 35.2°C pendant le mois de Juillet et la plus petite est de - 0.1°C pendant le mois de Janvier

L'amplitude le plus élevée et de 18.3 °c pendant le mois de Juillet

Les basses températures peuvent avoir un effet létal sur la plante, soit par un effet de dessiccation des cellules, soit par formation des cristaux de glace dans l'espace intercellulaire.

Les températures très élevées peuvent non seulement occasionner des brulures du feuillage des plantes, mais également ralentir éventuellement l'évolution végétative. (Anonyme, 2005)

I-3-3 L'humidité relative :

C'est le rapport en pourcentage entre la tension de vapeur d'eau effectivement mesurée dans un air à une température t °C et la quantité saturante à la même température.

Tableau I-2 : Humidité relative de l'air en (%)

Mois	Humidité relative %	Saison
Septembre	56.22	Automne
Octobre	61	
Novembre	67.16	
Décembre	74.56	Hiver
Janvier	73.73	
Février	68.22	
Mars	62.11	Printemps
Avril	59.17	
Mai	55.33	
Juin	46.39	Eté
Juillet	38.74	
Août	43.16	

(Station météorologique Batna)

D'après le tableau, l'humidité relative la plus élevée est de Décembre (74.56%) et le minimum de juillet (39%)

I-3-4 Les précipitations (Pluviométrie) :

On distingue sous le terme de précipitation toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide que sous forme solide. Les précipitations intéressent d'abord le météorologue, puis dès qu'elles touchent les végétaux elles deviennent un élément primordial de l'agriculture.

La mesure des hauteurs des précipitations est nécessaire pour connaître la ressource en eau, et les besoins en irrigation. (Eliard J-L 1972)

Tableau I-4 : données pluviométriques mensuelles moyennes de la région de Batna.

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	total
Moyenne sur 20 ans	H mm	35,8	22,2	31,7	34,7	32,3	22,4	30,5	33,6	46,6	15,4	8,6	20,2	334
	N	7	6	8	9	10	7	7	8	8	3	4	5	82
Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	total
Moyenne sur 20 ans	H mm	35,8	22,2	31,7	34,7	32,3	22,4	30,5	33,6	46,6	15,4	8,6	20,2	334
	N	7	6	8	9	10	7	7	8	8	3	4	5	82

(Station météorologique Batna)

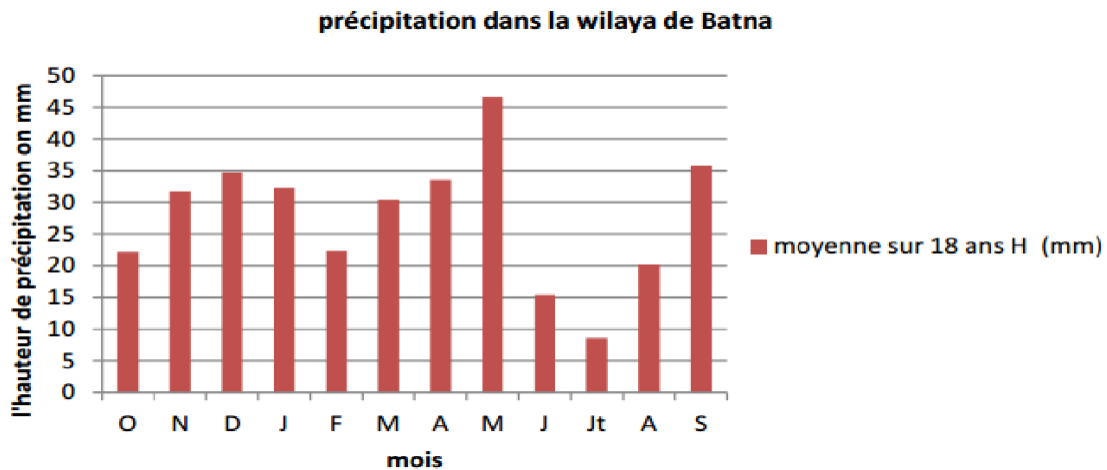


Figure I-3: Répartition de la pluviométrie moyenne mensuelle

La pluviométrie moyenne annuelle est de 334mm. Le mois le plus humide est Mai par une pluviométrie de 46.6 mm et le mois le plus sec est Juillet par une pluviométrie de 8.6 mm.

Le régime saisonnier est très variable, la différence entre la saison la plus humide (printemps 110.7mm) et la plus sèche (été 44.2mm) est de 66.5 mm. La pluviométrie de l'automne et l'hiver est presque la même (89.7 et 89.4 mm).

I-3-5 Le Vent :

Le vent est un agent climatique qu'on caractérise par sa direction et sa force.

Un vent modéré est utile car :

- Il évapore l'eau du sol, contribuant à son aération superficielle.
- Il assèche le feuillage, aidant les végétaux à mieux résister aux attaques des champignons parasites.
- Il est indispensable à la pollinisation croisée de nombreuses espèces.
- Il exerce des actions mécaniques (déformation des arbres, vers des céréales, ...), des actions physiologiques (diminution de l'humidité de l'air et de la température du sol, d'où retard de la croissance végétale.)
- Il influence sur la méthode d'irrigation que l'on choisit.

Tableau I-5 : vitesse mensuelle moyenne du vent et nombre de jours et la direction du vent de la région de Batna

mois		O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	Total
Moyenne sur 20 ans	Nj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
	Dt	N	S-S	S-O	S-O	O	S-O	O	S	S-O	O	O	O	/
	Vt m/s	3.2	3.3	3.1	3.1	3.0	3.4	3.6	2.9	3.3	3.4	3.7	3.4	/

(Station météorologique Batna)

Nj : durée en jour. S-O: sud- oest. S :sud. Vt : vitesse du vent.
 Dt : direction du vent. N : nord

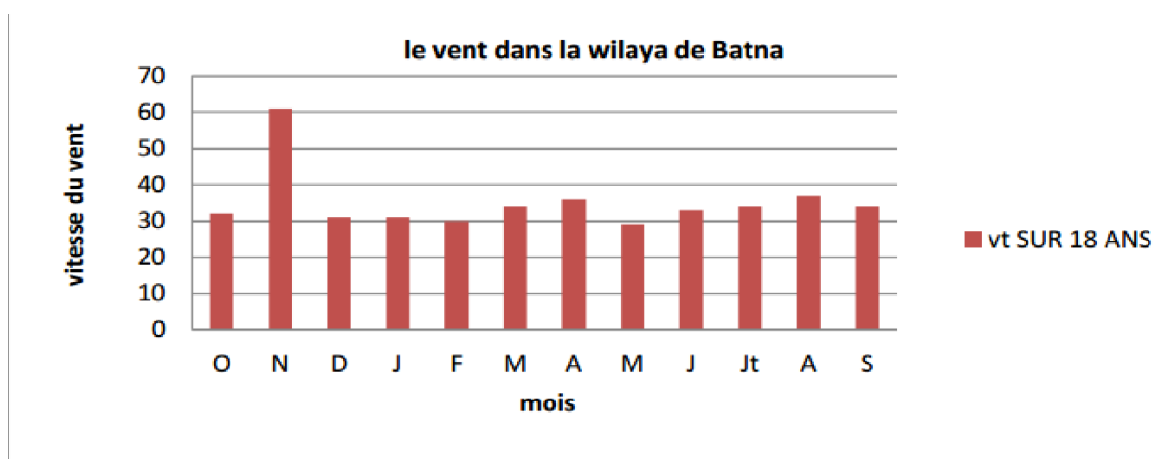


Figure I-4 : Histogrammes du vent

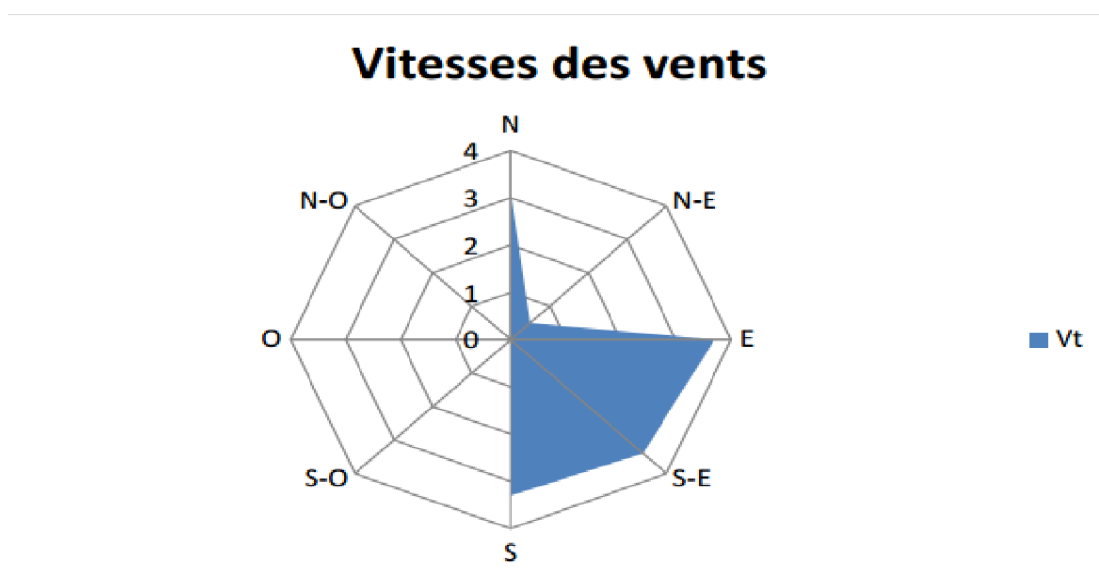


Figure I-5 : Des vitesses du vent par rapport aux directions

I-3-6 Le sirocco :

Vent chaud et sec qui souffle soit directement de sud soit de sud – est suivant la position et l’orientation des gradients barométrique mais reste toujours un vent du continent vers la méditerranée

Tableau I-6 : le nombre de jour de sirocco

mois		O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	Total
Moyenne sur 18 ans	Nj	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	9

(Station météorologique Batna)

Le nombre de jour du sirocco est de 9 js s’étendue de mars jusqu’au octobre par un jour pour chaque mois sauf juillet 2 jours

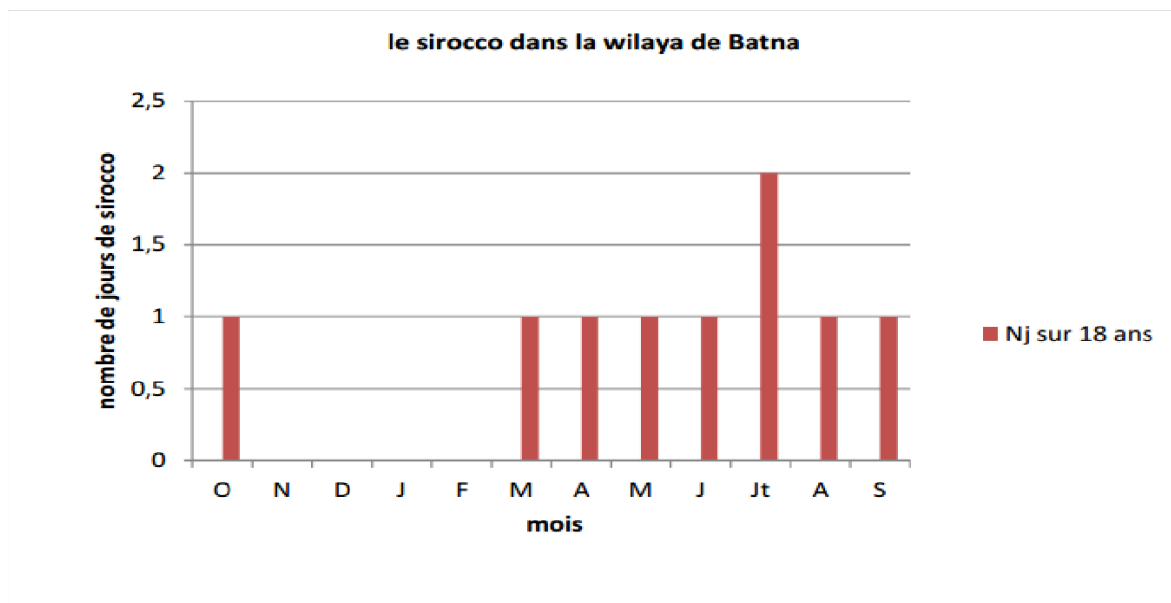


Figure I-6 : Histogramme de sirocco dans la wilaya de Batna

I-3-7 L’insolation :

L’éclairement qui représente la puissance du rayonnement solaire, dépend de la situation géographique, de l’exposition, de la saison. Les données concernant l’insolation enregistrée à la station de Batna durant les années (1988-2008) ; Sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau I-7 : Insolation moyenne mensuelle en heures / jours

Mois	Insolation totale Par mois (h/mois)	Saison	Insolation par saison (h/mois)
Septembre	248.52	Automne	671.28
Octobre	236.67		
Novembre	186.09		
Décembre	166.76	Hiver	536.57
Janvier	173.19		
Février	196.62		
Mars	230.28	Printemps	768.75
Avril	241.76		
Mai	296.71		
Juin	307.09	Eté	973.75
Juillet	349.52		
Août	317.14		

D'après ces données on peut conclure que le mois le plus chaud où l'évaporation est la plus importante est le mois de Juillet avec 349.52 mm.

I-3-8 L'évaporation :

Définition : c'est l'émission de la vapeur d'eau par une surface liquide ou par un milieu humide (sol, végétal) à une température inférieure au point d'ébullition.

Le pouvoir évaporant de l'eau mérite d'être connu car son intensité joue un rôle particulier dans la transpiration végétale. La perte d'eau du sol et la production de matière sèche. Sa détermination approximative s'effectue avec l'évaporomètre de Piche placé sous abri

Tableau I-8 : Répartition de L'évaporation

Mois	Evaporation	(%)	Saison
Septembre	253.38	22.9	Automne
Octobre	234.6		
Novembre	169.57		
Décembre	148.38	16.94	Hiver
Janvier	156.77		
Février	181.6		
Mars	226.85	26.06	Printemps
Avril	234.38		
Mai	287.35		
Juin	311.65	34.1	Eté
Juillet	349.33		
Août	318.57		
	2872.43	100	Année

(Station météorologique Batna)

On observe d'après le tableau une évaporation annuelle de 2872.43 mm le mois de juillet représente la valeur la plus élevée (349.33 mm), et la valeur minimale 148.38 mm pour Décembre

I-3-9 Les gelées :

Les gelées sont engendrées des basses températures, elles sont fréquentes en hiver et au printemps et peuvent provoquer des dégâts sur les plantes telle que la formation des cristaux de glace dans les tissus

Tableau I-9 : nombre de jours de gelée

mois		O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	Total
Moyenne sur 18 ans	Nbj	0	4	10	16	11	5	1	0	0	0	0	0	47

(Station météorologique Batna)

Le nombre des jours de gelée est très élevée 47 jrs s'étendue de novembre jusqu'au avril avec une dominance du janvier 16 jrs.

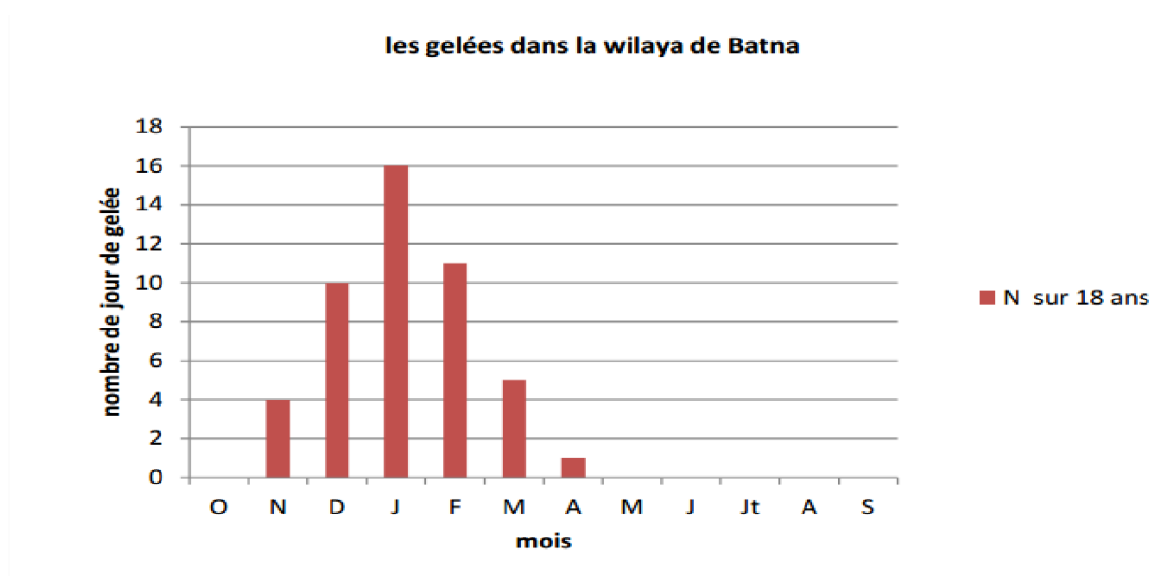


Figure I-7 : histogrammes des gelées

I-4 Indices agro-météorologiques :

Ce sont des combinaisons d'éléments météorologiques destinées à caractériser l'état actuel ou habituel de l'atmosphère en vue d'une classification climatique

I-4-1 L'indice de Demartonne :

Le climat d'une région est caractérisé par un indice numérique donné par le rapport suivant :

$$I_a = P/t+10$$

Avec

P : pluviométrie annuelle en mm

Ia : indice d'aridité de Demartonne

T : température annuelle moyenne en °c

Tableau I-10 : Classification du climat selon De Martonne

Valeur d' Ia	Type de climat
Ia < 5	Désertique
5 < Ia < 10	Aride
10 < Ia < 20	Semi-aride
20 < Ia < 30	Subhumide
Ia > 30	Humide

(Ia) de la région de Batna est de :

$$Ia = 334 / (15.4 + 10) = 13.15$$

D'après le tableau le climat de cette région est semi – aride

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

$$Q = 2000 * P / (M^2 - m^2)$$

Avec :

P : Moyenne annuelle pluviométrique (mm).

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

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

Q : Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

En notre région

M= 35.2°C

m=-0.1°C

P=334mm

Les calculs donnent : $Q=2000*334/(35.2+273)^2-(-.01+273)^2$

Q= 32.56

D'après le climagramme d'Emberger notre zone se situe dans l'étage bioclimatique semi aride.

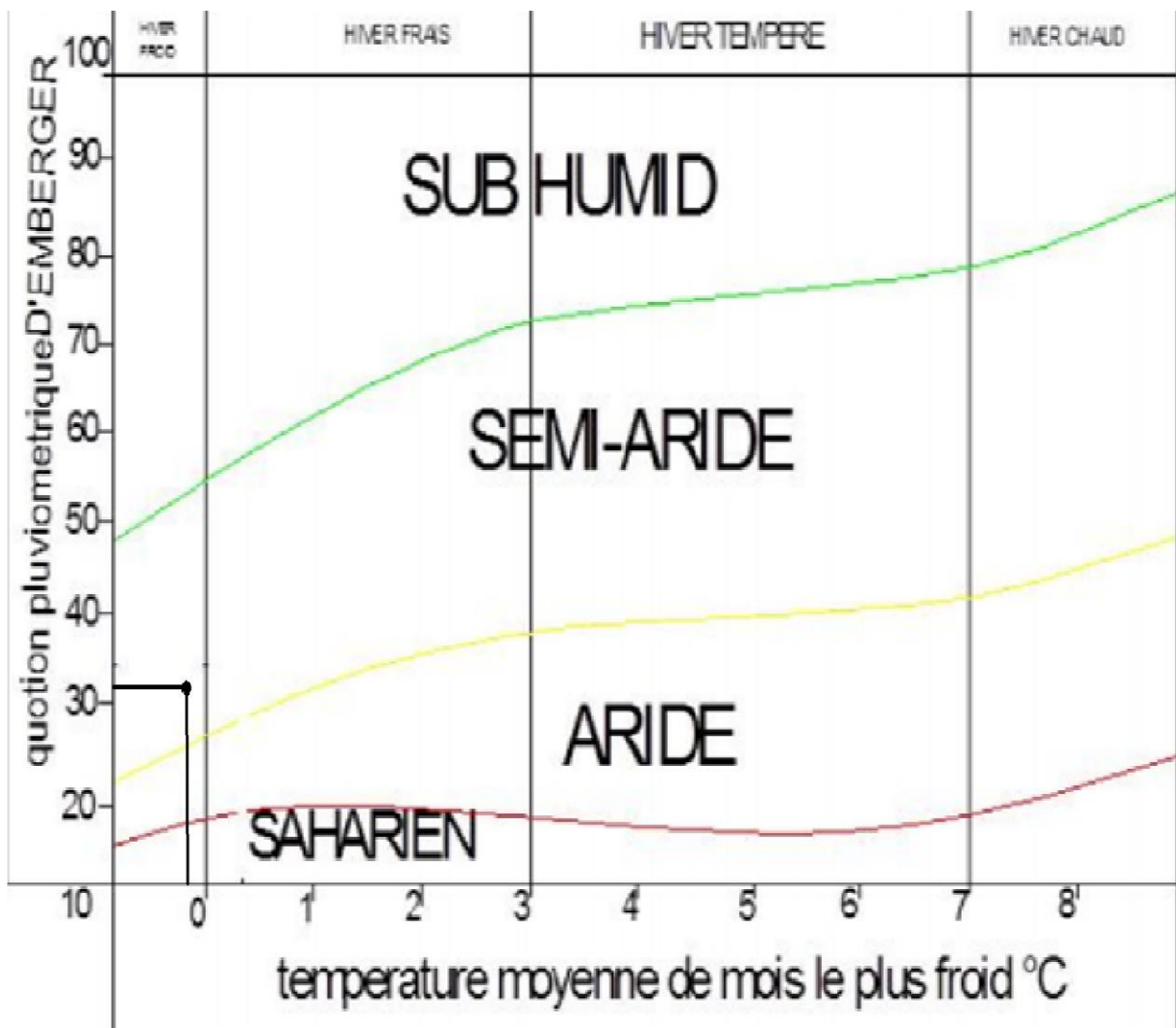


Figure I-8 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen

I-4-3 Climagramme de Bagnouls et Gausсен :

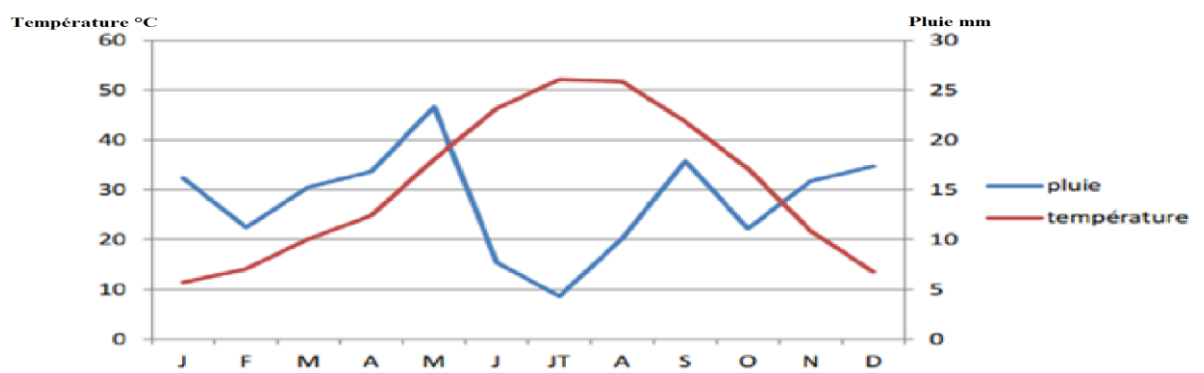
Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climagramme de Gausсен à l'aide des données climatiques.

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-11 : pluviométrie et température moyenne mensuelle sur une période de 20 ans

Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	S
pluviométrie mensuelles moyennes de 20 ans. H (mm)	22,2	31,7	34,7	32,3	22,4	30,5	33,6	46,6	15,4	8,6	20,2	35,8
température mensuelles moyennes de 20 ans. M+m/2 ⁰ c	17,1	10,85	6,75	5,7	7,05	10,05	12,4	18,05	23,15	26,05	25,85	21,8

(Station météorologique Batna)



FigureI-9 : diagramme ombrothermique de la région de Batna

Le diagramme de Gausсен définit la période sèche qui dans la région de notre étude s'étend de fin de Mai jusqu'au début de Novembre.

Conclusion :

On conclure que

-la région de Boulhilet classé en étage bioclimatique semi-aride d'été sèche, de Printemps humide et hiver froid

-la pluviométrie annuelle est de 334.5mm

-l'évaporation annuelle est de 2872.43mm

- période sèche est étendant de fin de Mai jusqu'à le début de Novembre.

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 :

L'étude pédologique du périmètre d'étude et l'établissement de la carte des sols ont permis de distinguer trois classes de sol. Il s'agit des sols peu évolués d'origine non climatique et d'apport alluvial, des sols vertisols à drainage externe nul ou réduit et modal et les sols calcimagnésique d'origine carbonaté et brun calcaire halomorphe.

II-2-1 Description des profils :

II-2-1-a Description du profil n° 1 :

- Localisation : Kouachia Nord
- Géomorphologie : Plaine alluviale
- Topographie : Plane
- Pente : Nulle

- Micro relief : Uni plat
- Erosion : Nulle
- Drainage : Mauvais
- Culture : Jachère
- Coordonnées Lambert : X : 852.832 Km Y : 274.521 Km

-Classification

- Classe : Sol peu évolué
- Sous classe : Non climatique
- Groupe : D'apport alluvial
- Sous groupe : Halomorphe
- Famille : Alluvion fine calcaire
- Série : Niveau argileux calcaire
- Type : Texture limoneuse
- PSU : 80 cm

Description morphologie :

0-30 cm : Horizon de surface – Sec – Brun clair (10YR4/4) texture limoneuse-structure polyédrique fine à grumeleuse. Débris de coquillages. Effervescence faible à l'HCL.

30-70 cm : Sec – brun clair (10YR4/4) – texture limono argileuse – structure polyédrique moyenne à fin – friable - Effervescence faible à l'HCL.

70-120 cm : Sec – brun foncé (noirci : 10YR5/4) – texture limono argileuse – structure polyédrique moyenne à grossière – Effervescence faible à l'HCL

Tableau II-1 : résultats analytiques du profil N° 1 :

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-120
Granulométrie	A	A	A
Argiles en %	64	63	64
Limons fins en %	32	31	31
Limons grossiers en%	01	02	03
Sables fins en%	01	01	01
Sables grossiers en%	00	00	00

Matières organiques			
Matières organiques en%	11.52	11.35	8.08
Carbone (C) %°	6.70	6.60	4.70
Azote (N) en%°	0.81	0.88	0.78
C/N	8	8	6
Réserves Minérales			
CaCo3 total en %	16.61	17.09	16.40
CaCo3 actif en %	14.13	12.25	12.88
P205 total à P%°	2.50	2.47	2.70
P205 assimilable (ppm)	43	25	60
K20 en%°	2.24	1.88	1.88
K20 assimilable ppm	255	230	260
Complexe Absorbant			
Ca meq/100 gr	18.0	18.0	19.0
Mg meq/100 gr	6.5	6.5	7.5
Na meq/100 gr	1.63	2.50	2.61
K meq/100 gr	0.63	0.54	0.63
CEC meq/100 gr	32	32	33.5
Solution du sol			
% Saturation	50	55	58
PH	8.55	8.50	8.53
CE mmhos/cm	2.59	3.04	3.56

Les sols de ce sous groupe présentent une conductivité toujours inférieure à 2.3 mmhos par centimètre en surface et augmente en profondeur pour atteindre 3.8 mmhos/cm.

La structure est de type polyédrique fine dans l'horizon de surface et devient polyédrique moyenne à grossière à partir du deuxième horizon. Le rapport C/N est voisin de 09 (il varie de 9 à 10). Ce qui correspond à une matière organique bien décomposée.

Aptitude Culturelle : B 21. M 11. C 11 et I 12.

II-2-1-b Description de profil n°2 :

- Localisation Djebel marzeklal
- Géomorphologie Dépressions
- Topographie Légère pente Ouest- Est
- Micro relief Nombreuses fentes de retrait
- Culture Inculte
- Famille alluvion très fine calcaire

- Série profond
- Type texture argileuse
- Cordonnées Lambert X : 865.897 Km Y : 283.135Km

Classification

- Sous classe : Vertisols à drainage externe nul ou réduit
- Sous groupe Modal
- Structure arrondie dans les 15 premiers cm

Ce type de sols a été décrit dans les zones à relief très fine. Il est formé sur les alluvions fines calcaires.

Description morphologie :

0-30 cm

Horizon de surface –sec- brun (10YR5/6) – texture argileuse- structure polyédrique moyenne-cohérent – quelques fentes de retrait et face de glissement-enchevêtrement de racines de chiendent. Effervescence à l’HCL.

30-60

Horizon de même nature –très sec- teinte plus foncée (10YR3/4) texture argileuse – structure prismatique à présmatico-cubique moyenne avec faces lissées quelques taches blanchâtres – Effervescence à l’HCL.

60-110 cm

Horizon analogue au précédent – plus foncé (10YR3/4)- texture argileuse – structure prismatique à présmatico-cubique grossière, avec des faces lissées et gauchies- quelques amas de (calcaire+sels) qui font effervescence à l’HCL .matrice très calcaire.

Tableau II-2 : résultats analytiques du profil N° 2

Profondeur en cm	0_30	30_60	60_110
Granulométrie	A	A	A
Argile en %	56	61	60
limons fins en %	30	25	28
limons grossiers en %	3	3	3
Sables fins en %	6	8	7
Sables grossier en %	1	2	2
Matières organiques			
Matières organiques en %	10,58	9,15	7,98
Carbone (c) en %	6,15	5,32	4,64
Azote (N) en %	0,78	0,82	0,75
C/N	8	6	6
Réserves minérales			
CaCo3 total en%	21,94	23,58	24,4
CaCo3 actif en%	12,25	11,75	12,25
P2O5 total a%	1,47	1,89	1,34
P2O5 assimilable en ppm	40	30	25
K2O en %	3,15	2,84	3,03
K2O assimilable mg /100gr	480	245	320
complexe absorbant			
Ca++ en meq/100gr	17,5	16	17,5

Mg++en meq/100gr	6,6	8,5	9
K+en meq/100gr	1,2	0,58	0,77
Na+en meq/100gr	4,1	5,5	4,89
T en meq/100gr	29,5	29,5	29
pH	8,03	8,02	7,99
CE mmhos/cm	1,1	2,63	2,48

La texture des sols est très fine sur l'ensemble du profil. Les sols calcaires avec une teneur de 21.94% en surface et 24.4% en profondeur. Les éléments fertilisants N, P, K sont en quantités faibles dans ces sols le pH est légèrement alcalin sur tout le profil. La salinité est faible en surface (1.1 mmhos/cm) et augmente en profondeur pour atteindre (2.48 mmhos/cm).

Vu leur position en bas du relief, les Vertisols modaux sont assez souvent recouvert par les apports récents, dus à des crues.

La présence des plaquettes à faces lissées atteste les mouvements internes des sols dus à des ré humectations successives. la CEC qui est surtout liée à la présence d'éléments colloïdaux dans le sol est relativement élevée (29.5meq/100 gr en surface à 29 meq/100 gr en profondeur).

Mise en valeur :

La structure du sol demeure un caractère défavorable pour la vie des plantes (structure élargie), avec des faces lissées et striées.

Les conductions d'aération du sol sont très mauvaises ainsi limitées par des fentes de retrait qui se forment après dessiccation du sol.

Du fait de texture très fine, d'une compacité élevée, de la mauvaise structure et compte tenu également des autres propriétés d ces sols, l'aptitude culturale se limite à quelques cultures céréalières, fourragères et maraîchères. Des apports de fumier pour élever le taux de la matière organique et améliorer les propriétés physiques du sol sont nécessaires. Un sous solage doit être entrepris pour augmenter la perméabilité.

Aptitude culturale : M25, C22 et I21t.

II-2-1-c Description de profil n°3 :

- Localisation : Boulhilet
- Géomorphologie : Plaine alluviale
- Topographie : Plane Légère
- Légèrement en pente
- Pente : Légère
- Micro relief : Légèrement en pente
- Erosion : Nulle
- Drainage externe : Bon
- Culture : Jachère
- Coordonnées Lambert : X: 855.547 Km Y : 274.229 Km

-Classification :

- Classe : Calcimagnésique
- Sous classe : Carbonaté
- Groupe : Brun calcaire Halomorphe
- Sous groupe : Halomorphe
- Famille : Colluvion alluvion
- Série : calcaire Profond
- Type : Texture argileuse
- PSU : 60 cm

Description morphologie :

-0-30 cm : Horizon de surface - Sec - Brun clair (10YR4/4) texture limoneux à limoneux-argileux structure polyédrique fine à grumeleuse. Débris de coquillages - Transition graduelle - Effervescence à l'HCL.

-30-60 cm : Sec - brun clair (10YR4/4) - texture argileuse - structure polyédrique moyenne à fine - friable - nombreux amas blancs (salins). Effervescence à l'HCL.

-60-120 cm : Sec - brun foncé (noirci : 10YR5/6) - texture argileuse - structure polyédrique moyenne à grossière. Avec lissage de faces - amas de couleur crème (probablement sels). Effervescence à l'HCL

Tableau II-3 : Résultats analytiques du profil n° 3

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-120
Granulométrie	L	LA	LA
Argiles en %	20	31	31
Limons fins en %	62	44	48
Limons grossiers en%	07	06	05
Sables fins en%	08	13	09
Sables grossiers en%	02	01	03
Matières organiques			
Matières organiques en%°	4.1	8.2	22.7
Carbone (C) %°	2.4	4.8	13.2
Azote (N) en%°	0.26	0.50	1.28
C/N	9	10	10
Réserves Minérales			
CaCo3 total en %	22.80	22.80	22.80
CaCo3 actif en %	7.2	10.2	10.6
P205 total à P%	1.19	1.28	1.57
P205 assimilable (ppm)	138	150	175
K20 en%°	1.78	1.96	1.63
K20 assimilable mg/100gr	320	310	146
Profondeur en cm	0-30	30-60	60-120
Complexe Absorbant			
Ca meq/100 gr	12.5	13.5	14.5
Mg meq/100gr	4.5	4.0	4.0
K meq/100gr	0.80	0.80	0.30
CEC meq/100 gr	12.5	16	18.5
Solution du sol			
% Saturation	50	58	65
PH	8.7	8.8	8.6
CE mmhos/cm	2.3	2.8	3.9

Ce type de sols à une conductivité de 2.59 mmhos/cm en surface et 3.56 mmhos/cm en profondeur. Il est profond et possède une texture très fine développant une structure massive en profondeur (3ème horizon) due à une présence d'un taux d'argile élevé. Ce type de sols nécessite pour sa mise en valeur un labour profond. Un apport d'amendements organiques aptitude culturale : M11g. C 11 Sols peu évolué :

Tous ces sols se développent sur les alluvions des oueds Chemora et leurs principaux affluents (Lemzaoud et Bou Ghezal).

II-3 Analyse texturale du sol :

Tableau II-4 : les caractères physique du sol

Profil	H (cm)	texture	DA	DR	P%
10	0_30	LA	1,64	2,18	24,77
	30_50	Al	1,7	2,11	19,43
	50_100	LA	1,74	2,19	20,55
17	0_30	AL	1,8	2,44	26,23
	30_50	A	1,74	2,18	20,18
	50_100	A	1,78	2,2	19,09
52	0_30	LA	1,6	2,25	28,89
	30_50	A	1,73	2,3	24,78
	50_100	A	1,79	2,2	18,64
2	0-30	A	1,58	2,18	27,52
	30-50	A	1,54	2,1	26,67
	50_100	E	1,67	2,2	24,09
1	0_30	A	1,8	2,49	27,71
	30_50	A	1,75	2,2	20,45
	50_100	A	1,64	2,17	24,42
3	0_30	A	1,58	2,19	27,85
	30_50	A	1,7	2,1	19,05
	50_100	AL	1,7	2,15	20,93
Moyenne			1,69333333	2,21277778	23,4027778

D'après le tableau précédent, la texture des sols sont argileux à argileux-limoneux lourd

II-4 Etude des aptitudes culturales :

L'étude des aptitudes culturales permet d'orienter les agriculteurs dans leurs choix des spéculations agricoles.

Les aptitudes culturales des sols sont résumées comme suit :

Tableau II.5 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe d'aptitude à l'irrigation								
Classe I	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
Classe II	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif ≤ 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique

Suite Tableau II. 2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification Classe d'aptitude à l'irrigation	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe III	40 à 80	-Salo –limoneuse (à forte teneur en sable) -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12 calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) - Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents
Classe IV	40 à 80	-Texture fine argileuse ou très légère sableuse -Présence de croûtes calcaires	-Varie de 12 ÷ 16 -Teneur en calcaire actif > 12%	Par endroit la pente est forte	Variable	Nécessite un drainage	Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture	-Lessivage localisé -Des engrais organiques et minéraux -Labour profond et assainissement de surface.

Suite Tableau II. 2 : caractéristique des sols et aptitudes culturales

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topog	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe V	< 40	-Affleurement de la dalle calcaire par endroits -Charge caillouteuse >50%	Salinité > 16	Pente supérieure à 20%	Très faible	Nécessite un drainage	-Inapte à toutes les cultures -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec	Inapte à l'irrigation

II-4-1 Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage :

Cette classification basée sur les paramètres suivants :

Profondeur du sol.

Texture.

Salinité.

Topographie.

Perméabilité.

Drainage.

Calcaire actif.

Tableau II.6 : Les espèces culturales :

N°	Espèces: Arboriculture	N°	Espèces: Cultures maraichères	N°	Espèces: Céréales et fourrages	N°	Espèces: Cultures industrielles
1	agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher/Franc	2	Tomate	2	Bersim	2	coton
3	Pêcher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher/Prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier/Franc	5	Carotte	5	Féтуque	5	Lin
6	Abricotier/Prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
9	Olivier	7	Chou-fleur	7	Ray gras		
10	pommier/Franc	8	Chou pommé	8	Blé dur		
11	pommier/Doucin	9	Epinard	9	Blé tendre		
12	pommier/Pa radja	10	Laitue	10	Orge		
13	Poirier/Franc	11	Ail				
14	Poirier/Cognassier	12	Aubergine				
15	Figuier	13	Pastèque				
		14	Melon				
		15	Piment poivron				
		16	Haricot vert				
		17	Concombre				
		18	Pois				

Tableau II.7 : Degré d'aptitude culturale

TYPE DE SOL	cultures	Degré d'aptitude culturale	
		Bonne pour	Moyenne pour
les sols minéraux bruts et les sols Calcimagnésiques	Arboriculture: (B43)		9,15
	Cultures maraichères: (M11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	5,6
	Céréales et fourrages:(C10)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10	
	Cultures industrielles:(I13)	2,3	5,6
les sols peu évolués	Arboriculture: (B42)		9,15
	Cultures maraichères: (M10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	
	Céréales et fourrages:(C10)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	
	Cultures industrielles:(I11)	1, 2, 3, 4,5	

Conclusion :

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre. Les classes (I et II) ne présentent pas de problèmes particuliers et peuvent recevoir toute la gamme des cultures possibles. Par contre les sols de classes III et IV présentent certaines restrictions à cause principalement de la salinité, et la présence d'une croûte ou encroûtement à une faible profondeur du sol.

Enfin, comme nous l'avons dit, la classe V est à exclure de l'aménagement hydro- agricole en raison de sa forte pente (supérieure à 20 %) et de sa salinité ainsi que l'affleurement de la dalle calcaire dans certains cas.

CHAPITRE III
RESSOURCES EN
EAU

CHAPITRE III
RESSOURCES EN
SOL

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. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre :

La ressource en eau provient du système de Transfert de (Beni Haroun -- ourkis-koudiete m'daouar) qui composé des ouvrages principaux :

III-2-1 Le barrage de Beni Haroun :

Le barrage de Béni Haroun est un complexe hydraulique stratégique en Algérie, il est situé dans la wilaya de Mila. Le barrage de 120 m de hauteur, est le plus important et le plus grand en Algérie avec une capacité de 960 millions de mètres cubes

III-2-2 Le Barrage Ourkis:

Est la source de notre secteur Située dans la wilaya Oum el Bouaghi 25.06km au Nord-est du périmètre de Boulhilet, la capacité utile de ce Barrage est de 65Mm³

- Caractéristique hydrologique du barrage
- Superficie du bassin : 62Km².
- Précipitation moyenne annuelle : 400mm.
- Evaporation moyenne annuelle : 1300mm.
- Apport moyen annuel : 2,92Mm³.
- Débit de crue maximale régionale : 525m³/s.
- Débit de crue 1/200 ans : 365 m³/s.
- Débit de crue 1/20ans : 200m³/s
- Côte de retenue normale : 951,1 m.
- Côte de retenue minimale : 930m.
- Côte de retenue maximale : 970m.

La conduite qui alimenté les secteurs 3et 1 est de longueur de 25.06Km et de diamètre de 2300 mm

III-2-3 La conduite de transfert Beni-Haroun-Koudiet medaouar :

À partir une conduite de 2400 mm de diamètre qui véhicule un volume de 186.9 HM³ vers le barrage réservoir de koudiet medaouar et barrage d4ourkis.seront pratiqués deux piquages pour assurer L'alimentation en eau du secteur 2et3. La première partie étant divisé en deux secteurs, 1697.5 ha et 5589 ha de superficie, chaque secteur lui est assigné un piquage.

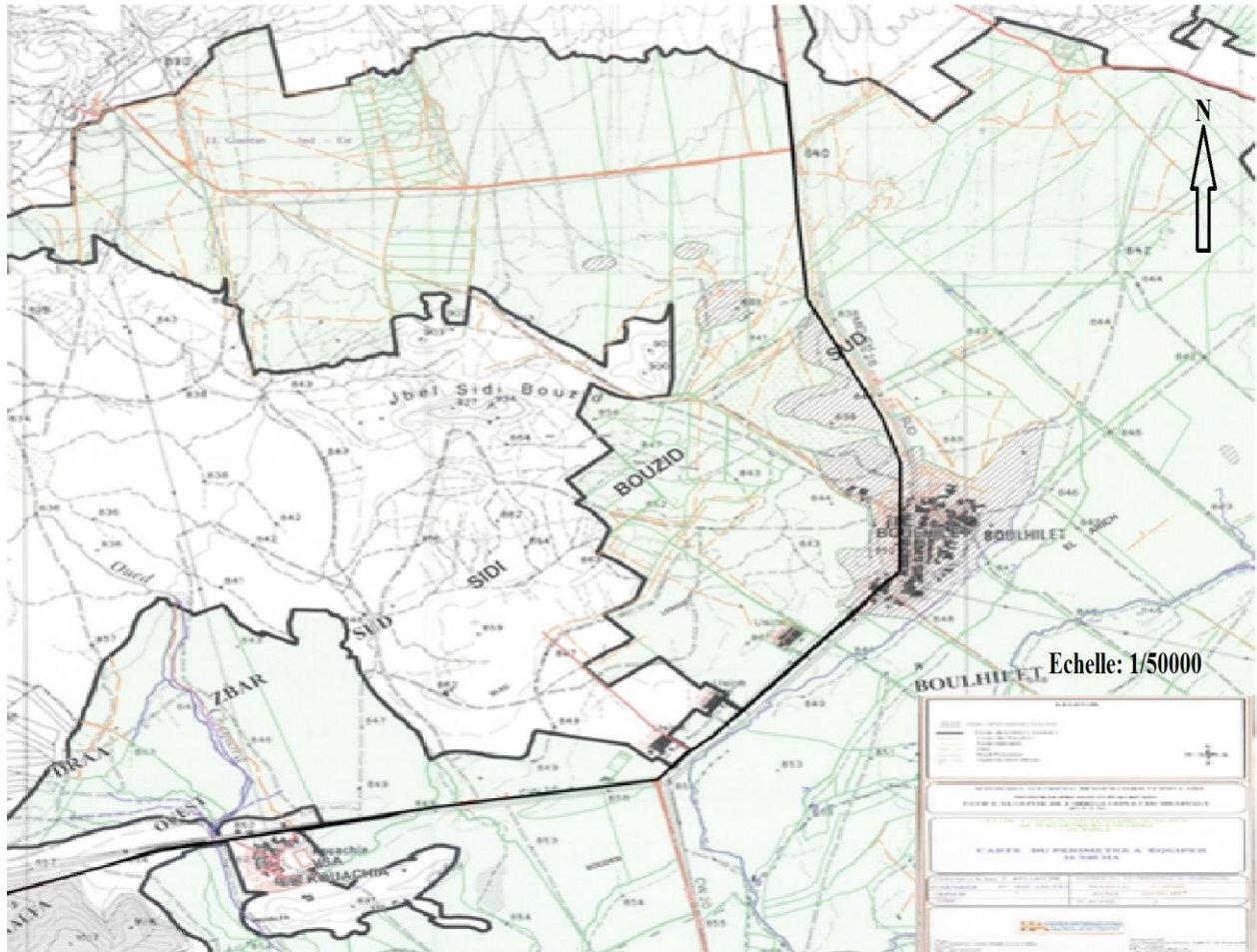


Figure III-1: Carte de Délimitation du secteur 1

III-3 Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :

Le choix d'une source d'eau pour l'irrigation doit dépendre du type et de la concentration des substances qui y sont dissoutes ou en suspension. Il dépend aussi des caractères physiques et chimiques du sol .bien que certaines sources d'eau soient pures, d'autres, par contre contiennent des taux élevés de sels, des microorganismes et d'autres résidus. Ces eaux peuvent causer

directement des blessures aux cultures ou encore influencer les propriétés du sol et causer des problèmes indirects

Tableau III-1 : Caractéristique chimique de l'eau d'irrigation

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ca mg/1	140	144	149	149	154	154	152	136	157	146	163	133
Mg mg/1	42	51	35	40	47	42	61	50	49	66	46	49
Na mg/1	142	134	130	165	173	174	199	168	192	147	154	124
Conductivité mmhos/ cm	1.54	1.58	1.55	1.72	1.79	1.94	2.06	1.93	1.95	1.70	1.64	1.52

III-3-1 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.

III-3-2 La conductivité électrique :

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- C1 risque faible..... $CE \leq 0.25$
- C2 risque moyen..... $0.25 < CE \leq 0.75$
- C3 risque élevé..... $0.75 < CE \leq 2.25$
- C2 risque très élevé..... $CE > 2.25$

Notre eau d'irrigation ayant une conductivité électrique à 25 °C égale à 1.74 mmhos/cm fait partie de la classe C3 (risque élevé), nous pouvons considérés que cette valeur est admissible en Algérie.

III-3-2-a Le S.A.R (Sodium Absorption Ratio) :

Si l'eau est riche en sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante ce qui provoque la dégradation de la structure.

Pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} , la relation entre les trois cations est exprimée comme suit :

Les Ca^{++} , Mg^{++} et Na^+ sont exprimés en méq/l de la solution dosée.

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- S1 risque faible.....S.A.R \leq 10,
- S2 risque moyen..... $10 < \text{S.A.R} \leq 18$,
- S3 risque élevé..... $18 < \text{S.A.R} \leq 26$,
- S4 risque moyen.....S.A.R > 26 .

La connaissance de la conductivité électrique et du S.A.R permet ainsi d'affecter à une eau d'irrigation une couple (C, S) caractérisant sa qualité.

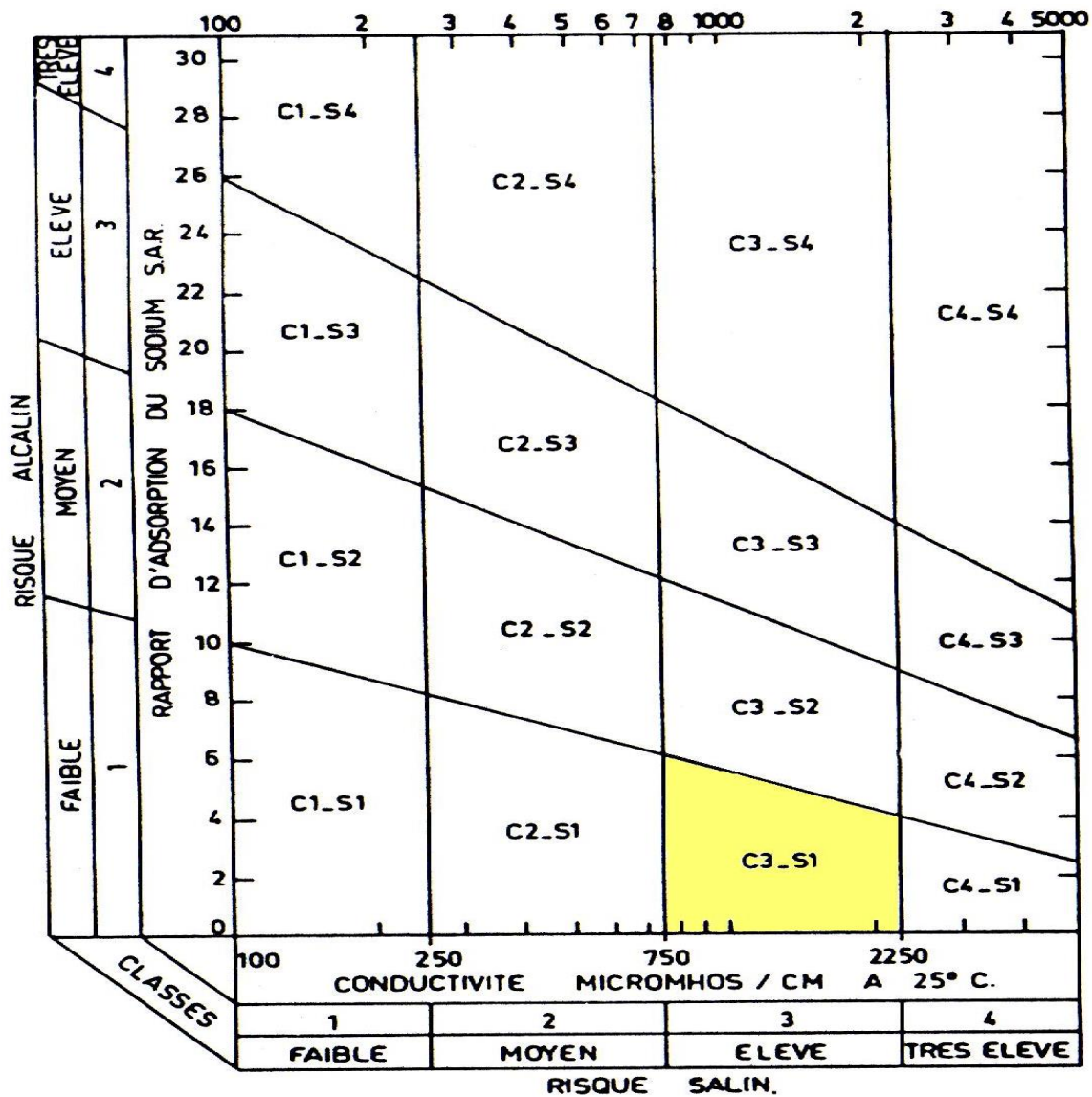


Figure III-2 : Diagramme pour la classification des eaux d'irrigation

III-3-3 Température de l'eau :

Elle dépend de la période de prélèvements. Pour l'ensemble des prélèvements, la température moyenne avoisine 18(°C).

III-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, les valeurs moyennes du pH varient de 8.2 à 8.61, mais

qui peuvent légèrement diminuer pour atteindre 7.9 après traitement de l'eau.

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

D'après les analyses physico-chimiques de l'eau, on conclut que la qualité de l'eau est relativement bonne pour l'irrigation.

III-5 Etude Hydrologique :

C'est 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 :

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations sur une période de référence de 10ans, relevée dans la station météorologique **Aéroport de Batna.**

Tableau III-2 : Coordonnées de la station météorologique

Non de la station	code	X lam Km	Y lam Km	Altitude mètre	Période D'observation
Batna	070502	858.4	277.55	859	1972-2011

Tableau III-3 : Précipitations moyennes mensuelles (1972/2011)

Années	Sept	Oct	nov	Dec	Jan	fév	mars	avri	Mai	Juin	juil.	aout	total
1972	60,5	64	6	41,5	40,5	33	83	33	14	30	0	25	430,5
1873	2,5	8	6	65	0,1	9	14,6	17	1	1	0	0	124,2
1974	2,9	24,8	11,3	4,5	15	32,9	42	15	58	0	0	0	206,4
1975	28,5	0	24	0	15,5	36	53	20,5	53	48	10	0	288,5
1976	16	8	18	11	8	0	10	25	22	16	0	23	157
1977	0	0	34	0	0	22,5	2	7	2	0	0	6	73,5
1978	0	13	0,8	0	3	37	16	30	0	6	6	0	111,8
1979	29	15	3	3	11	21	33	30	17	0	0	1	163
1980	15	0	22,4	39	8	27	12	7	0	22	0	6	158,4
1981	22	7	14,7	8,3	20,6	19,3	21,4	33,2	19,7	11	0	0	177,2
1982	8,2	38	31	2,9	0	4,7	1,9	0	0	0	0	0	86,7
1983	0,5	2,8	4,4	3,2	3,3	5,8	0,5	0,4	0	0	0	0,3	21,2
1984	1,4	6,6	1,5	70,9	62,9	19,3	21,7	1,9	15	0	0	0	201,2
1985	44,7	18,6	13,2	4,6	12,7	4,2	42,2	7,6	45	4,5	0	15,5	212,8
1986	48	7	6,2	23	12,5	21,6	18	0	5	12,6	12,5	0	166,4
1987	0	9,5	12,9	3,5	7,1	13,5	12,3	14	19,8	30	0	0,4	123
1988	18	7,3	21,3	46,1	7,3	17,3	24,7	21,8	23,8	24	7	40,5	259,1
1989	28,3	2,4	19,7	12,7	155,1	0	29,5	29,1	61,3	0	5,7	32	375,8
1990	30,6	0	25,5	40	9,7	17,4	86	14,5	43	25,4	22,4	4	318,5
1991	22,5	25	17,5	14,5	22,2	44	71	25,5	85	0	27,5	12	366,7
1992	13,2	4	35	68,8	34	24	7,5	0	31,1	8	12,2	35	272,8
1993	4	2,5	5,5	29	26,9	18,1	34,2	13	24,9	0	7,5	1,6	167,2
1994	43,2	62,7	11,8	2,6	45,6	0	10,3	14,5	2,5	44	0	2	239,2
1995	28,7	9,5	0,1	12,5	101	129,9	40,5	69	12,9	19,3	0	1	424,4
1996	0	0	2	6,9	15,2	8	3	39	0	9,8	1	10,9	95,8
1997	87,4	24,2	63,7	7,3	3,2	9	23	6,8	19,1	26,5	0	0	270,2
1998	9	36,5	30,1	14	40,6	9,4	16,4	6,3	17,7	8	1,8	7	196,8
1999	17,9	5	57,8	55,8	11,6	12,2	2	2,5	15,3	64,2	0	19,5	263,8
2000	33	21,7	4,6	15,2	13,9	0	0	33,3	39,8	0	0	7,3	168,8
2001	33,3	13,5	24,9	3,7	0	2,3	6,8	27,9	18,2	0	0	48,3	178,9
2002	5,5	1	42	33,1	96,1	22,4	17,6	58,2	24,9	22,3	0	13,1	336,2

2003	26,5	89,5	0,4	10,8	25,3	1,6	16,5	4,9	91,1	5,5	0	0	272,1
2004	19	14,3	36,7	64	7,7	17,4	3,8	39	0	6	8	4,2	220,1
2005	11,6	2	7,6	26,5	15,6	27	6	46	22,9	0	0	4,7	169,9
2006	7	0	3	29,2	9,4	24	35,2	26,4	4	0	0	15	153,2
2007	41,8	0	18	1	1,5	3	23,2	13	40,2	7,3	0	9,7	158,7
2008	32,2	86,1	11,3	9,5	74,3	8	24,3	61,8	51,9	0	0	18,1	377,5
2009	48,1	0	1	3,2	21,7	9	6	27,5	7	0	0	0	123,5
2010	1,3	8,2	5,1	1,8	10,5	8,7	23,6	29,4	69,5	14,7	1,7	0	174,5
2011	12,6	75,2	1	17,1	9,1	16,2	7,2	33,4	33,5	5,1	0	10,9	221,3

D'après le tableau précédent, La répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement faibles pour les mois de juin, juillet et août, maximales en hiver durant les mois de Février.

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

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données utilisées. L'information de base quand à sa qualité revêt une très grande importance. On ne peut espérer à des résultats concluants si la donnée de base n'est pas fiable. De ce fait, l'analyse hydrologique se base sur l'exploitation de données, présentées souvent sous forme de séries statistiques et sujettes la plupart du temps à des erreurs qu'on appelle erreurs systématiques, qu'il convient de détecter et de corriger

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 suivant :

- 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 union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004) , si la relation ci-dessous est vérifiée .

Avec :

$$W_{MIN} < W_X < W_{MAX} \text{-----} [4.1]$$

$$W_X = |Rang|_X \text{-----} [4.2]$$

W_X : Somme des rangs de sous-série x.

Et :

$$W_{MIN} = \left[\left(\frac{N_1 + N_2 + 1}{2} * N_1 - 1 \right) - 1.96 * \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{(1/2)} \right] \text{-----} [4.3]$$

$$W_{Max} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{MIN}] \text{-----} [4.4]$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit:

Tableau III-4 : Test d'homogénéité

	Série				
Rang	d'origine	Série X(mm)	Série Y(mm)	TRI(mm)	X union Y
1	430,5	430,5	366,7	21,2	X
2	124,2	124,2	272,8	73,5	X
3	206,4	206,4	167,2	86,7	X
4	288,5	288,5	239,2	95,8	Y
5	157	157	424,4	111,8	X
6	73,5	73,5	95,8	123	X
7	111,8	111,8	270,2	123,5	Y
8	163	163	196,8	124,2	X
9	158,4	158,4	263,8	153,2	Y
10	177,2	177,2	168,8	157	X

11	86,7	86,7	178,9	158,4	X
12	21,2	21,2	336,2	158,7	Y
13	201,2	201,2	272,1	163	X
14	212,8	212,8	220,1	166,4	X
15	166,4	166,4	169,9	167,2	Y
16	123	123	153,2	168,8	Y
17	259,1	259,1	158,7	169,9	Y
18	375,8	375,8	377,5	174,5	Y
19	318,5	318,5	123,5	177,2	X
20	366,7		174,5	178,9	Y
21	272,8		221,3	196,8	Y
22	167,2			201,2	X
23	239,2			206,4	X
24	424,4			212,8	X
25	95,8			220,1	Y
26	270,2			221,3	Y
27	196,8			239,2	Y
28	263,8			259,1	X
29	168,8			263,8	Y
30	178,9			270,2	Y
31	336,2			272,1	Y
32	272,1			272,8	Y
33	220,1			288,5	X
34	169,9			318,5	X
35	153,2			336,2	Y
36	158,7			366,7	Y
37	377,5			375,8	X
38	123,5			377,5	Y
39	174,5			424,4	Y
40	221,3			430,5	X

Après les calculs on a: $W_x=333$, $W_{min}=308.02$; $W_{max}=470.98$

Donc : $308.02 < W_x < 470.98$

D'après les calculs, on voit que la condition de Wilcoxon $W_{min} < W_x < W_{max}$ est vérifiée

Donc le série des précipitations moyenne annuelles de la station BATNA est homogène.

III-8 Etude statistique des précipitations :

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

- La loi de Gauss ou loi normale
- Loi De Gumbel.
- Loi De Gibrat-Galton ou loi log-Normale.

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

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

III-8-1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Tableau III-5 : 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	437	29.7	379	495
50	0.98	411	27.2	358	464
20	0.95	371	23.6	325	418
10	0.90	336	20.8	295	377
5	0.80	294	17.9	259	329
2	0.50	212	15.3	182	242
1.25	0.2	131	17.9	95.9	166

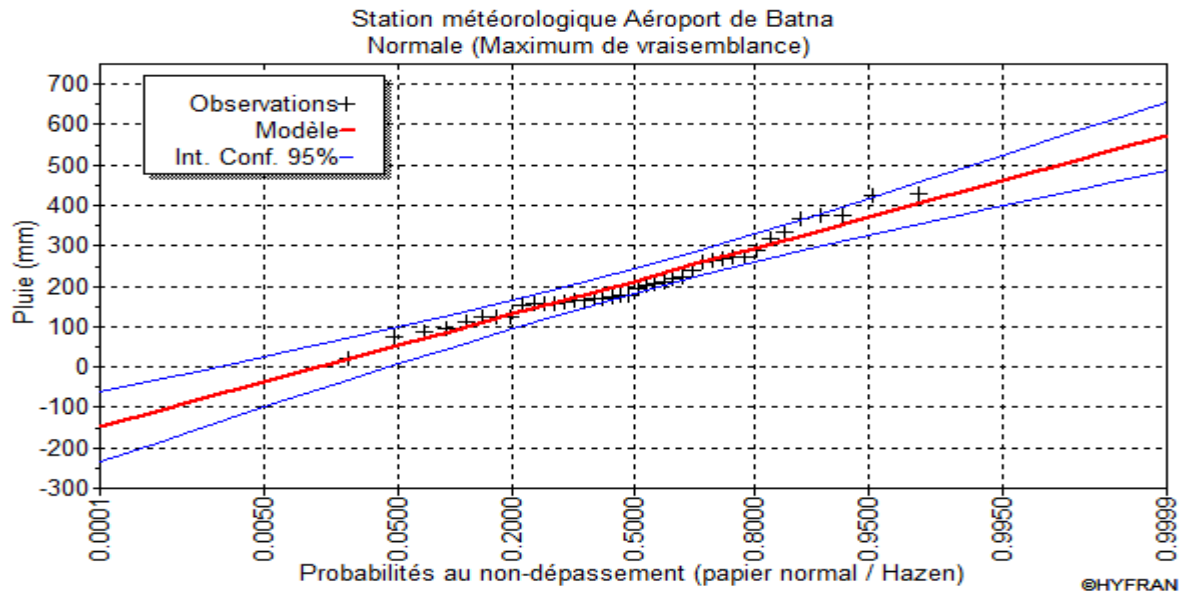


Figure III-3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III-9-1 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 :

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

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

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

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

Avec :

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

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

On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson IV

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

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

D'après le logiciel HYFRAN, on obtient les résultats suivants:

$$\chi^2_{calculé} = 13.20 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{théorique} = 11.0705$$

$$\chi^2_{calculé} = 13.20 > \chi^2_{théorique} = 11.0705$$

Donc l'ajustement est inacceptable

On refaire le travail avec la loi log-normal (GALTON)

Tableau III-6: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

T=1/q	q= F(X)(probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	687	118	456	917
50	0.98	590	92.4	409	771
20	0.95	470	63.9	344	595
10	0.90	383	45.9	294	473
5	0.80	300	30.9	240	361
2	0.50	188	16.5	155	220
1.25	0.2	117	12.1	93.8	141

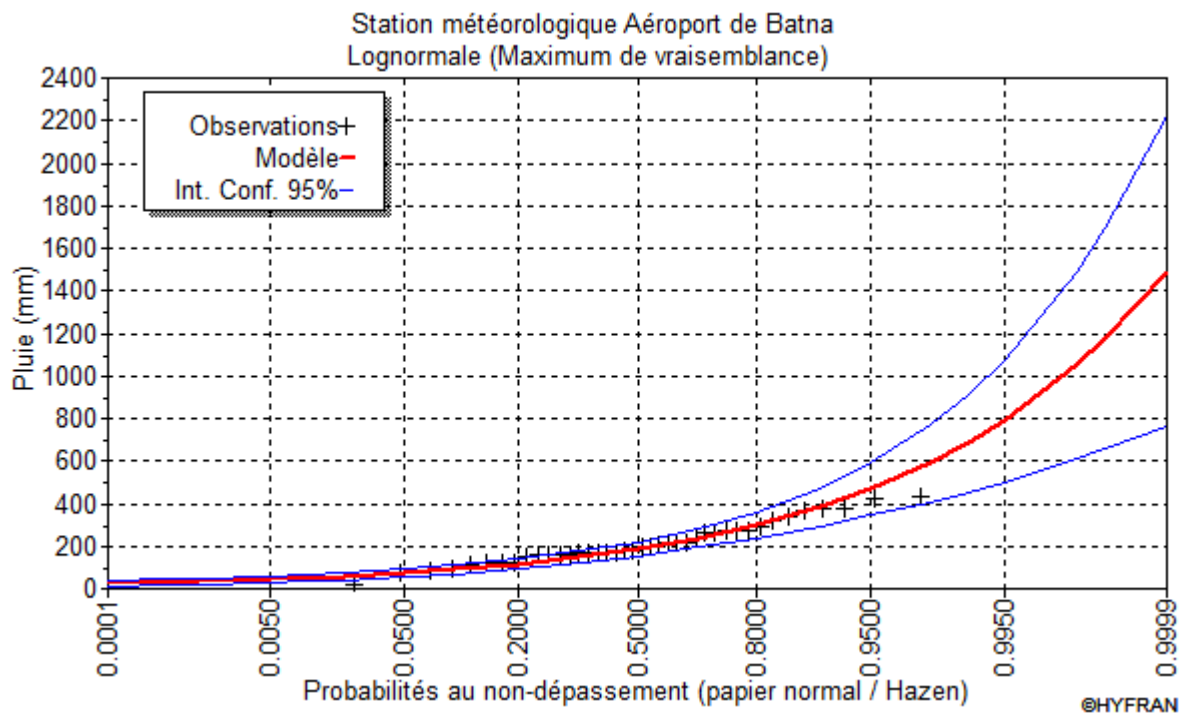


Figure III-4 : Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

III-9-2 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:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 8.40 \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.0705$$

$$\chi^2_{\text{calculé}}=8.40 < \chi^2_{\text{théorique}} 11.0705$$

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

Les résultats de log normal :

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 :

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

Avec : i : mois

On déduire les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique}} 80\% = 117\text{mm.}$$

$$P_{\text{théorique}} 50\% = 188\text{mm.}$$

$$P_{\text{moy}80\%} = 0.62 P_{\text{moy}} \text{ mensuelle}$$

Tableau III-7 : La pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

Mois	Jan	Fév.	Mars	avril	Mai	Juin	juil.	Aout	sept	Oct.	nov.	déc.
P _{moy}	24,44	17,91	22	21,28	24,44	11,655	3,08	9,078	21,35	17,82	16,38	20,14
P _{moy80%}	15,15	11,10	13,64	13,19	15,15	7,23	1,91	5,636	13,24	11,05	10,166	12,49

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 la conduite de transfert Barrage- Beni Haroun- D'Ourkis

Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, les analyses physico-chimiques ont révélé qu'elle est bonne et apte à l'irrigation.

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

Introduction :

Par ce présent chapitre, on propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

IV-1 Calcul de L'évapotranspiration :

Les besoins en eau, qui peut également s'exprimer sous le terme déficit hydrique, se définit 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, pour ce la il faut déterminer :

IV-1-2 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

IV-1-3 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.

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

- Méthodes de lysimètre
- 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:

- Prinstley- Taylor

- Makkink

- Turc

- Hargreaves

- Blaney – Cridle

- Thornthwaite

- Penman et Monteith modifiée.

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 Mr Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

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

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

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

R_n : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

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

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

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des les experts de la FAO.

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
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 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-1Calcul de l' ET_0

Mois	Temp Max(°C)	Temp min(°C)	Hr%	Vent(m/s)	Isolation (Heurs)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET_0 Pen Mon(mm / j)	ET_0 Pen Mon(mm /mois)
Janvier	11,5	-0,1	74	3.1	5.6	9.5	1.59	49.15
Fevrier	13,8	0,3	68	3.0	7.0	13.1	2.26	63.42
Mars	17,2	2,9	62	3.4	7.4	16.5	3.34	103.56

Suite Tableau : Calcul de l'ET0

Mois	Temp Max(°C)	Temp min(°C)	Hr%	Vent(m/s)	Isolation (Heurs)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET0 Pen Mon(mm / j)	ET0 Pen Mon(mm /mois)
Avril	19,7	5,1	59	3.6	8.1	20.2	4.31	129.25
Mai	25,9	10,2	55	2.9	9.5	23.7	5.58	172.90
Juin	31,8	14,5	46	3.3	10.2	25.2	7.35	220.47
Juillet	35,2	16,9	39	3.4	11.3	26.5	8.42	260.89
Août	34,5	17,2	43	3.7	10.2	23.7	7.90	244.76
Septembre	29,3	14,3	56	3.4	8.3	18.7	5.45	163.46
Octobre	24,1	9.1	61	3.2	7.6	14.7	3.81	118.12
Novembre	16,8	4,9	67	3.3	6.2	10.6	2.31	69.45
Décembre	12,0	1,5	75	3.1	5.4	8.7	1.48	45.74
TOTAL	8.1	22.6	59	3.3	8.1	17.6	4.48	1641.17

IV-1-4 Les Coefficients culturaux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (KC) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude.

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

Tableau IV-2 : Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Blé dur	1,0	1.15	1.15	1.05	0.25	-	-	-	-	-	0,54	0.79
Blé tendre	1,0	1.15	1.15	1.05	0.25	-	-	-	-	-	0,54	0.79
Orge en vert	-	0.53	0.93	1.01	0.9	0.6	-	-	-	-	-	-
Vesce avoine	1.1	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	0.6	0.9	1
Tomate	-	-	0.4	0.65	1.05	0.95	0.6	-	-	-	-	-
Piment et poivrent	-	-	0.4	0.7	0.85	0.95	0.8	-	-	-	-	-

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°24 et 33

Tableau IV-3 : Kc des arbres fruitier

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Olivier	-	-	-	-	0.6	0.6	0.6	0.8	1.2	-	-	-
Figuier	-	-	0.5	0.8	1.0	1.05	1.05	1.0	0.95	0.90	-	-

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°24 et 33

IV-2 Les profondeurs d'enracinement:

Tableau IV-4 : Profondeur d'enracinement des cultures (m)

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Blé dur	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	-	-	-	-	0,3	0.4
Blé tendre	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	-	-	-	-	0,3	0.4
Orge en vert	0.6	0.6	0.7	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.5
Vesce avoine	0.95	1	1.02	-	-	-	-	-	-	0.3	0.7	0.85
Tomate	-	-	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	-	-	-	-	-
Piment et poivrent	-	0.3	0.4	0.55	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°24 et 33

Tableau IV-5 : Profondeur d'enracinement des arbres fruitier

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
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
Figuier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Source : bulletin FAO d'irrigation et drainage n°24 et 33

IV-2-1 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 s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU). la quantité d'eau égale à 1 /3ou 2/3 de la RU

Tel que :

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

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

IV-2-2 Cycle végétatif des cultures :

Tableau IV-6 : Cycle végétatif des cultures

Culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août
Blé dur												
Blé tendre			←									
Orge en vert			←									
Vesce avoine						←						
Tomate		←						→				
Piment et poivrent						←						

IV-2-3 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-7: Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés

N° de la parcelle	N° de l'ilot d'irrigation	Culture	Superficie m2	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projetée	Superficie de la parcelle projetée	Pourcentage %	
1	1	orge en vert	643382.1	64.34	B1	41.85	3.196	
					B2	18.37	1.403	
					B3	4.12	0.315	
2	2		267701	26.77	B4	10.84	0.828	
					B7	15.93	1.217	
3	3		685302.8	68.53	B6	23.71	1.811	
					B5	44.82	3.423	
4	4		449132.7	44.91	B8	37.13	2.836	
					B9	7.78	0.594	
5	5		371023.4	37.1	B10	37.1	2.833	
6	6		609532.7	60.95	B12	46.4	3.543	
					B13	14.55	1.111	
7	7	Figuier	478094.3	47.81	B14	15.93	1.217	
					B15	31.88	2.435	
8	8		320211.2	32.02	B16	32.02	2.445	
9	9		419922.1	41.99	B17	41.99	3.207	
10	10	piment+	467832.5	46.78	B18	4.41	0.337	
					poivrent	B19	7.7	0.588
						B20	7.9	0.603

Suite tableau :

N° de la parcelle	N° de l'ilot d'irrigation	Culture	Superficie m2	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projetée	Superficie de la parcelle projetée	Pourcentage %
10	10	piment+	467832.5	46.78	B21	10.96	0.837
		poivrent			B22	9.11	0.696
					B23	6.7	0.512
11	11		310584.2	31.06	B24	6.06	0.463
					B25	4.94	0.377
					B26	5	0.382
					B27	5.62	0.429
					B28	4.57	0.349
					B29	4.87	0.372
12	12	Blé	448222.4	44.82	B30	44.82	3.423
13	13		459497.4	45.95	B31	17.13	1.308
					B32	28.82	2.201
14	14		659044.6	65.9	B33	41.71	3.185
					B34	24.19	1.847
15	15	Olivier	471394.5	47.14	B35	47.14	3.6
16	16		480821.3	48.08	B36	29.48	2.251
					B37	9.4	0.718
					B38	9.2	0.703
	17		368294.7	36.83	B39	9.38	0.716
					B40	8.93	0.682
17					B41	9.05	0.691
					B42	9.47	0.723
18	18	Blé	382642.1	38.26	B43	38.26	2.922
19	19		431601.1	43.16	B44	43.16	3.296
20	20		440572.6	44.06	B45	44.06	3.365

Suite tableau :

N° de la parcelle	N° de l'ilot d'irrigation	Culture	Superficie m2	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projetée	Superficie de la parcelle projetée	Pourcentage %
21	21	Blé	400210.5	40.02	B46	40.02	3.056
	22		664110.3	66.41	B47	23.8	1.818
22					B48	42.61	3.254
	23	vesce avoine	455131.1	45.51	B49	41.38	3.16
23					B50	4.13	0.315
	24		574199.4	57.42	B51	43	3.284
24					B52	14.42	1.101
	25		405644.2	40.56	B53	10.09	0.771
					B54	8.91	0.68
25					B55	10.71	0.818
					B57	10.85	0.829
	26	Tomate	578220.4	57.82	B56	10.68	0.816
					B58	12.66	0.967
					B59	10.35	0.79
					B60	12.69	0.969
26					B61	11.44	0.874
	27		422210.3	42.22	B63	9.76	0.745
					B64	10.52	0.803
					B65	10.9	0.832
27					B66	11.04	0.843
28	28		430202.6	43.02	B62	21.83	1.667
	28	Tomate	430202.6	43.02	B68	10.8	0.825
28					B69	10.39	0.793
TOTAL		1309.44		1309.44	100		

IV-3 Le bilan hydrique :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins 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 période par période le bilan :

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

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-3-1 La pluie efficace:

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

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

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-8 : Les précipitations efficaces de notre projet

Mois	P_{80%} mm	P_{eff.} Mm
Janvier	15.15	12.12
Février	11.1	8.88
Mars	13.64	10.912
Avril	13.19	10.552
Mai	15.15	12.12
Juin	7.23	5.784
Juillet	1.91	1.528
Aout	5.636	4.5088
Septembre	13.24	10.592
Octobre	11.05	8.84
Novembre	10.166	8.1328
Décembre	12.49	9.992
Total	129.952	103.9616

IV-3-2 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;

t : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ≈ 0.75

IV-3-3 Détermination les Besoin en eaux des cultures :

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

Tableau IV-9 : Besoin en eaux des cultures

	Blé	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ETO	163.46	118.12	69.45	45.74	49.15	63.42	103.56	129.25	172.90	220.47	260.89	244.76
	kc	0.00	0.00	0.54	0.79	1.00	1.15	1.15	1.05	0.25	0.00	0.00	0.00
	ETM	0.00	0.00	37.50	36.13	49.15	72.93	119.09	135.71	43.23	0.00	0.00	0.00
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.91	10.55	12.12	5.78	1.53	4.51
	Peff-ETM	10.59	8.84	-29.37	-26.14	-37.03	-64.05	-108.18	-125.16	-31.11	5.78	1.53	4.51
	h	0.00	0.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00
	RFU_max	0.00	0.00	30.89	41.18	51.48	61.78	72.07	82.37	102.96	102.96	0.00	0.00
	RFU	0.00	0.00	15.45	20.59	25.74	30.89	36.04	41.19	51.48	51.48	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	13.92	5.55	11.29	33.17	72.15	83.97	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_brute	0.00	0.00	18.56	7.40	15.05	44.22	96.19	111.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	185.60	74.03	150.53	442.20	961.95	1119.61	0.00	0.00	0.00	0.00
	deb_speci_the_l/s/ha	0.00	0.00	0.08	0.03	0.06	0.19	0.40	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00

Suite Tableau :

	Fuguiet	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ETO	163.46	118.12	69.45	45.74	49.15	63.42	103.56	129.25	172.90	220.47	260.89	244.76
	Fuguiet /kc	0.95	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	1.00	1.05	1.05	1.00
	ETM	155.29	106.31	0.00	0.00	0.00	0.00	51.78	103.40	172.90	231.49	273.93	244.76
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.91	10.55	12.12	5.78	1.53	4.51
	Peff-ETM_oran	-144.70	-97.47	8.13	9.99	12.12	8.88	-40.87	-92.85	-160.78	-225.71	-272.41	-240.25
	h	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
	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	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78
	Besoin n_net (mm)	82.92	35.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.07	99.00	163.93	210.63	178.47
	Besoin n_brute	110.56	47.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.43	132.00	218.57	280.84	237.96
	Besoin Brut (m3)	1105.59	475.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	414.29	1320.00	2185.73	2808.35	2379.62
	deb_speci_the_l/s/ha	0.47	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.56	0.92	1.18	1.00

Suite Tableau :

	OLIVIER	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ETO	163.46	118.12	69.45	45.74	49.15	63.42	103.56	129.25	172.90	220.47	260.89	244.76
	OLIVIER/kc	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.80
	ETM	196.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.74	132.28	156.53	195.81
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.91	10.55	12.12	5.78	1.53	4.51
	Peff-ETM	-185.56	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.91	10.55	-91.62	-126.50	-155.01	-191.30
	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	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78	61.78
	Besoin n_net (mm)	123.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.84	64.72	93.23	129.52
	Besoin n_brute	165.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.79	86.29	124.30	172.69
	Besoin_brut (m3)	1650.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	397.87	862.91	1243.01	1726.92
	deb_speci_the l/s/ha	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.36	0.52	0.73

Suite Tableau :

	Orge en vert	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	
Orge en vert	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.93	1.01	0.90	0.60	0.00	0.00	
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.61	96.31	130.54	155.61	132.28	0.00	0.00	
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636	
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.912	10.552	12.12	5.784	1.528	4.5088	
	Peff-ETM_p,d	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	-24.73	-85.40	-119.99	-143.49	-126.50	1.53	4.51	
	H (M)	0.00	0.00	300.00	500.00	600.00	600.00	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	RFU_BLE	0.00	0.00	30.89	51.48	61.78	61.78	72.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	RFU_REELLE	0.00	0.00	15.45	25.74	30.89	30.89	36.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.99	143.49	126.50	0.00	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	159.99	191.32	168.66	0.00	0.00
	Besoin _brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1599.87	1913.20	1686.64	0.00	0.00
	deb_speci_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.81	0.71	0.00	0.00

Suite Tableau :

	VESCE AVION	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	VESCE AVION/Kc	0.00	0.60	0.90	1.00	1.10	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ETM	0.00	70.87	62.51	45.74	54.07	76.10	124.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.912	10.552	12.12	5.784	1.528	4.5088
	Peff-ETM_p,d	10.59	-62.03	-54.37	-35.75	-41.95	-67.22	-113.36	10.55	12.12	5.78	1.53	4.51
VESCE AVION	H (M)	0.00	300.00	700.00	850.00	950.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	RFU_BLE	0.00	30.89	72.07	87.52	97.81	102.96	108.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	RFU_REELLE	0.00	15.45	36.89	43.76	48.91	51.48	54.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	31.14	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	41.53	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin _brut (m3)	0.00	415.25	0.00	0.00	0.00	0.00	70.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	deb_speci_l/s/ha	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Suite Tableau :

	TOMATE	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	TOMATE/Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.65	1.05	0.95	0.60	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.42	84.01	181.55	209.45	156.53	0.00
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.912	10.552	12.12	5.784	1.528	4.5088
	Peff-ETM_p,d	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	-30.51	-73.46	-169.43	-203.66	-155.01	4.51
TOMATE	H (M)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.00	400.00	500.00	700.00	700.00	0.00
	RFU_BLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.89	41.18	51.48	72.07	72.07	0.00
	RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.45	20.59	25.74	36.04	36.04	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.06	52.87	143.69	167.62	118.97	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.08	70.49	191.58	223.50	158.62	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.83	704.94	1915.80	2234.97	1586.21	0.00
	deb_speci_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.30	0.81	0.94	0.67	0.00

Suite Tableau :

	piment poivre	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
piment poivre	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.70	0.85	0.95	0.85	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.42	90.48	146.97	209.45	221.76	0.00
	Pluie (mm)	13.24	11.05	10.17	12.49	15.15	11.10	13.64	13.19	15.15	7.23	1.91	5.636
	Peff	10.59	8.84	8.13	9.99	12.12	8.88	10.912	10.552	12.12	5.784	1.528	4.5088
	Peff-ETM_p,d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.88	-30.51	-79.92	-134.85	-203.66	-220.23	4.51
	H (M)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.00	400.00	550.00	600.00	600.00	0.00	0.00
	RFU_BLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.89	41.18	56.63	61.78	61.78	0.00	0.00
	RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.45	20.29	28.32	30.89	30.89	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.22	51.60	103.96	172.77	220.23	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.63	68.80	138.61	230.36	293.64	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	136.29	688.04	1386.07	2303.63	2936.38	0.00
	deb_speci_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.29	0.58	0.97	1.24	0.00

Besoin max mensuel=695.54 mm

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

$$Q_{sp} = 3.90 \text{ (l/s /ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement. On prend donc le débit spécifique moyen de toutes les cultures pour le mois de pointe.

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

$$Q_{sp} = 0.79 \text{ (l/s /ha)}$$

IV-3-4 Débit caractéristique :

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

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

$$\text{Surface totale} = 1309.44 \text{ ha}$$

$$Q \text{ caractéristique} = 1034.46 \text{ l/s}$$

IV-3-5 Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le tableau suivant

Tableau IV-10 : volumes d'eau d'irrigation

Les cultures	Surface de la culture (ha)	Besoin de la culture (m³)	les volumes des besoins en eau m³
Blé dur et tendre	388.58	2933.92	1140063
Tomate	143.06	6642.75	950312
Vesce avoine	143.49	485.28	69633
Olivier	132.05	5881.11	776601
Figuier	121.82	10689.47	1302191
Orge en vert	302.6	5199.71	1573432
Piment et poivre	77.84	7450.41	579940
		Total	6392171

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est 6392171 m³

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 le débit spécifique moyen de toutes les 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. 6392171 m^3 d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures

Chapitre V :

Etude du système

d'adduction

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V-1 Introduction :

Le présent chapitre a pour but de détailler le système d'adduction du périmètre de Boulhilet, qui sera irrigué à partir du barrage d'Ourkis.

Le calcul hydraulique a pour but de dimensionner les conduites en déterminant leurs diamètres tout en respectant les vitesses minimales admissibles et en minimisant les pertes de charge.

V-2 Schéma d'aménagement :

V-2-1 Présentation de variante :

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre de Boulhilet, nous avons établi deux variantes d'adduction : une irrigation directe à partir d'un piquage, la deuxième variante consiste à alimenter le périmètre avec pompage.

Variante : Irrigation directe à partir d'un piquage :

Le périmètre d'irrigation de Boulhilet sera desservi à partir d'un piquage P1 d'une conduite de transfert de Diamètre 1000 mm. Ce piquage va alimenter directement les bornes d'irrigation à partir d'une conduite principale.

L'implantation d'un brise charge sur le point de piquage « P1 » est indispensable afin de réduire la pression de 25 bars à 8 bars pour assurer une pression qui ne dépasse pas les huit (8) bars au niveau des conduites.

Dans ce cas les pressions qui varient de 3.5 à 8 bars au niveau des bornes sont admissibles pour une irrigation gravitaire et localisée.

V-3 Découpage du périmètre en îlots d'irrigation :

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

- 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 les débits des ilots :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit a été évalué (chapitre 4) à :

$$q_s = 0.79 \text{ l/s/ha}$$

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)

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

N° de l'ilot d'rrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	Débit de la parcelle projetée	Débit brut de la borne L/S
1	64.34	B1	41.85	33.0615	16.943
		B2	18.37	14.5123	16.943
		B3	4.12	3.2548	16.943
2	26.77	B4	10.84	8.5636	21.1483
		B7	15.93	12.5847	
3	68.53	B6	23.71	18.7309	27.069
		B5	44.82	35.4078	27.069
4	44.91	B8	37.13	29.3327	35.4789
		B9	7.78	6.1462	
5	37.1	B10	37.1		14.6445
				29.309	14.6545
6	60.95	B12	46.4	36.656	18.328
		B13	14.55	11.4945	18.328
					11.4945
7	47.81	B14	15.93	12.5847	12.5847
		B15	31.88	25.1852	12.5926
					12.5926
8	32.02	B16	32.02	25.2958	12.6479
					12.6479
9	41.99	B17	41.99	33.1721	11.0574
					11.0574
					11.0574
10	46.78	B18	4.41	3.4839	
		B19	7.7	6.083	15.8079
		B20	7.9	6.241	
11	11	B21	10.96	8.6584	
		B22	9.11	7.1969	21.1483
		B23	6.7	5.293	
12	12	B24	6.06	4.7874	
		B25	4.94	7.8526	12.64
		B26	5		
		B27	5.62	4.4398	

Suite tableau :

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	Débit de la parcelle projetée	Débit brut de la borne L/S
13	13	B30	44.82		11.8026
				35.4078	11.8026
					11.8026
14	14	B31	17.13	13.5327	13.5327
		B32	28.82	22.7678	11.3839
					11.3839
15	15	B33	41.71	32.9509	17.3537
		B34	24.19	19.1101	17.3537
					17.3537
16	16	B35	47.14	37.2406	9.3102
					9.3102
					9.3102
					9.3102
17	17	B36	29.48	23.2892	23.2892
		B37	9.4	7.426	14.694
		B38	9.2	7.268	
18	18	B39	9.38	7.4102	
		B40	8.93	7.0547	
		B41	9.05	7.1495	29.0957
		B42	9.47	7.4813	
19	19	B43	38.26		10.0751
					10.0751
				30.2254	10.0751
20	20	B44	43.16		11.3655
					11.3655
				34.0964	11.3655
21	21	B45	44.06		11.6025
					11.6025
				34.8074	11.6025
22	22	B46	40.02		10.5386
					10.5386
				31.6158	10.5386
23	23	B47	23.8	18.802	18.802
		B48	42.61		8.4155
					8.4155
				33.6619	8.4155

Suite tableau :

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	Débit de la parcelle projetée	Débit brut de la borne L/S
24	24	B49	41.38	32.6902	8.9882
					8.9882
		B50	4.13	3.2627	8.9882
					8.9882
25	25	B51	43	33.97	15.1206
					15.1206
		B52	14.42	11.3918	15.1206
26	26	B53	10.09	7.9711	
		B54	8.91	7.0389	15.01
		B55	10.71	8.4609	15.0324
		B57	10.85	8.5715	
		B56	10.68	8.4372	
27	27	B58	12.66	18.1779	22.8389
		B59	10.35		
		B60	12.69	10.0251	22.8389
		B61	11.44	9.0376	
28	28	B63	9.76	7.7104	16.0212
		B64	10.52	8.3108	
		B65	10.9	8.611	
		B66	11.04	8.7216	17.3326
29	29	B62	21.83	17.2457	17.2457
		B68	10.8	8.532	16.7401
		B69	10.39	8.2081	

V-5 Choix du type de borne :

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

V-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 :

$$Q_b = q \times S \dots\dots\dots$$

Avec : q = débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie (ha)

Tableau V-3 : débit au niveau des bornes et des prises

N° de l'ilot d'irrigation	N° de la parcelle projeté	débit de la parcelle projeté	débit brut de la borne L/S	Diamètre de la borne mm
1	B1	33.0615	16.943	100
	B2	14.5123	16.943	100
	B3	3.2548	16.943	100
2	B4	8.5636	21.1483	150
	B7	12.5847		
3	B6	18.7309	27.069	200
	B5	35.4078	27.069	200
4	B8	29.3327	35.4789	200
	B9	6.1462		
5	B10	29.309	14.6445	100
			14.6545	100
6	B12		18.328	100
		36.656	18.328	100
	B13	11.4945	11.4945	100
7	B14	12.5847	12.5847	100
	B15	25.1852	12.5926	100
			12.5926	100
8	B16	25.2958	12.6479	100
			12.6479	100
9	B17	33.1721	11.0574	100
			11.0574	100
			11.0574	100
10	B18	3.4839		
	B19	6.083	15.8079	100
	B20	6.241		
11	B21	8.6584		
			21.1483	150
				150
			21.1483	

Suite tableau :

N° de l'ilot d'irrigation	N° de la parcelle projeté	débit de la parcelle projeté	débit brut de la borne L/S	Diamètre de la borne mm
12	B24	4.7874		
	B25	7.8526	12.64	100
	B26			
	B27	4.4398		
	B28	7.4576	11.8974	100
	B29			
13	B30	35.4078	11.8026	100
			11.8026	100
			11.8026	100
14	B31	13.5327	13.5327	100
	B32	22.7678	11.3839	100
			11.3839	100
15	B33	32.9509	17.3537	100
	B34	19.1101	17.3537	100
			17.3537	100
16	B35		9.3102	100
			9.3102	100
		37.2406	9.3102	100
			9.3102	100
17	B36	23.2892	23.2892	150
	B37	7.426	14.694	100
	B38	7.268		
18	B39	7.4102		
	B40	7.0547		
	B41	7.1495	29.0957	200
	B42	7.4813		
19	B43		10.0751	100
		30.2254	10.0751	100
			10.0751	100
20	B44		11.3655	100
		34.0964	11.3655	100
			11.3655	100
21	B45		11.6025	100
			11.6025	100
		34.8074	11.6025	100
22	B46		10.5386	100
			10.5386	100
		31.6158	10.5386	100
23	B47	18.802	18.802	100
	B48		8.4155	100
			8.4155	100
		33.6619	8.4155	100
			8.4155	100

Suite tableau :

N° de l'ilot d'irrigation	N° de la parcelle projeté	débit de la parcelle projeté	débit brut de la borne L/S	Diamètre de la borne mm
24	B49	32.6902	8.9882	100
			8.9882	100
	B50	3.2627	8.9882	100
			8.9882	100
25	B51	33.97	15.1206	100
			15.1206	100
	B52	11.3918	15.1206	100
26	B53	7.9711		
	B54	7.0389	15.01	100
	B55	8.4609	15.0324	100
	B57	8.5715		
	B56	8.4372		
27	B58	18.1779	22.8389	150
	B59			
	B60	10.0251	22.8389	150
	B61	9.0376		
28	B63	7.7104	16.0212	100
	B64	8.3108		
	B65	8.611		
	B66	8.7216	17.3326	100
29	B62	17.2457	17.2457	100
	B68	8.532	16.7401	100
	B69	8.2081		

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 $\approx 1\text{bar}$.

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de **3,5 à 8 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.

b) 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 630 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 630 mm.

V-7-1-2 Calcul des diamètres des conduites (Variante 1) :

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera en premier lieu approché par la formule de Bonin étant donné que le système est alimenté par pompage:

$$D = \sqrt[3]{Q} \dots\dots\dots$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite calculée (m)

Q : Débit dans la conduite (m³/s).

Dimensionnement du réseau de distribution

Caractéristiques des conduites du réseau de distribution

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 2.5 m/s comme vitesse maximale.

Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité sur le marché local.
- L'intérêt économique.
- Du type de sol

Caractéristiques des canalisations

a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- coût relativement important

b) Conduite en acier

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

c) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

V-7-1-2 Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

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

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

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 : hPu: 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 :

$$J=L \times QM/DN$$

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 trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
P1-N1	1220.4	1.2204	1034.4576	1.034	1 047.66	1 000	1.318	1.496	1.65	842	921.35	79.354
N1-N2	191.09	0.19109	516.5923	0.517	740.35	800	1.028	0.193	0.212	843	921.14	78.14
N2-49	246.94	0.24694	10.5386	0.011	105.74	110	1.110	3.303	3.63	843	917.51	74.51
N2-N3	78.03	0.07803	506.0271	0.506	732.74	800	1.007	0.076	0.083	845	921.06	76.06
N3-N4	265.57	0.26557	37.7699	0.038	200.19	200	1.203	1.984	2.18	847.00	918.88	71.88
N4-12	79.1	0.0791	12.5847	0.013	115.55	125	1.026	0.780	0.858	847	918.02	71.02
N4-14	227.26	0.22726	12.5926	0.013	115.59	125	1.027	2.243	2.47	847.00	916.41	69.41
N4-N5	269.86	0.26986	12.5926	0.013	115.59	125	1.027	2.664	2.930	851	915.95	64.95
N5-13	226.43	0.22643	12.5926	0.013	115.59	125	1.027	2.235	2.46	852.00	913.49	61.49
N3-N6	69.16	0.06916	468.2572	0.468	704.87	800	0.932	0.058	0.064	846	920.99	74.99
N6-N7	653.2	0.6532	44.2822	0.044	216.76	250	0.903	2.155	2.37	850	918.62	68.62
N7-47	249.12	0.24912	11.6025	0.012	110.95	125	0.946	2.107	2.317	852	916.31	64.31
N7-50	185.03	0.18503	10.5386	0.011	105.74	110	1.110	2.475	2.723	852	915.90	63.90
N7-N8	341.6	0.3416	22.1411	0.022	153.27	160	1.102	2.844	3.13	860	915.50	55.50
N8-48	239.44	0.23944	11.6025	0.012	110.95	125	0.946	2.025	2.227	860	913.27	53.27
N8-N9	90.35	0.09035	10.5386	0.011	105.74	110	1.110	1.209	1.33	861.00	914.17	53.17
N9-51	186.14	0.18614	10.5386	0.011	105.74	110	1.110	2.490	2.739	861	911.43	50.43
N6-N10	193.26	0.19326	423.975	0.424	670.71	700	1.102	0.262	0.29	848	920.71	72.71
N10-46	248.24	0.24824	11.6025	0.012	110.95	125	0.946	2.099	2.31	848	918.40	70.40
N10-N11	223.79	0.22379	412.3725	0.412	661.47	700	1.072	0.288	0.317	852	920.4	68.39
N11-N12	249.37	0.24937	25.2958	0.025	163.83	200	0.806	0.873	0.961	855	919.75	64.75
N12-15	247.45	0.24745	12.6479	0.013	115.84	125	1.031	2.463	2.709	855	917.04	62.04
N12-N13	323.51	0.32351	12.6479	0.013	115.84	125	1.031	3.220	3.542	860	916.2	56.20
N13-16	240.15	0.24015	12.6479	0.013	115.84	125	1.031	2.390	2.629	860	913.57	53.57
N11-N14	218.06	0.21806	387.0767	0.387	640.86	700	1.006	0.249	0.274	852	920.1	68.12
N14-43	247.47	0.24747	11.3655	0.011	109.81	110	1.197	3.819	4.200	852	915.9	63.92
N14-N15	243.68	0.24368	375.7112	0.376	631.38	700	0.977	0.263	0.289	854	919.8	65.83

Suite tableau : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normal ise	Vitesse V reelle(m /s)	Perte de charge total ΔHt (m)	Perte de charge total ΔHt (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometri que (m)	Pression au point P(m)
N15-N16	233.16	0.23316	33.1722	0.033	187.61	200	1.056	1.363	1.499	855	918.3	63.33
N16-17	246.63	0.24663	11.0574	0.011	108.32	110	1.164	3.613	3.97	856	914.35	58.35
N16-N17	361.24	0.36124	22.1148	0.022	153.18	160	1.100	3.001	3.30	860	915.03	55.03
N17-18	235.5	0.2355	11.0574	0.011	108.32	110	1.164	3.450	3.79	861	911.23	50.23
N17-N18	871.35	0.87135	11.0574	0.011	108.32	110	1.164	12.765	14.04	865	900.98	35.98
N18-19	249.47	0.24947	11.0574	0.011	108.32	100	1.409	5.891	6.48	864	894.50	35.50
N15-N19	73	0.073	342.539	0.343	602.86	630	1.099	0.112	0.12	854	919.70	65.70
N19-N20	686.88	0.68688	42.8812	0.043	213.30	250	0.874	2.132	2.35	854	917.36	63.36
N20-41	246.5	0.2465	10.0751	0.010	103.39	110	1.061	3.029	3.33	855	914.03	59.03
N20-44	248.49	0.24849	11.3655	0.011	109.81	110	1.197	3.834	4.22	855	913.14	58.14
N20-N21	479.88	0.47988	21.4406	0.021	150.83	160	1.067	3.760	4.14	862	913.22	51.22
N21-42	245.13	0.24513	10.0751	0.010	103.39	110	1.061	3.012	3.31	862	909.91	47.91
N21-45	240.18	0.24018	11.3655	0.011	109.81	110	1.197	3.706	4.08	861	909.14	48.14
N19-N22	466.63	0.46663	299.6578	0.300	563.87	630	0.962	0.557	0.613	858	919.09	61.09
N22-40	248.03	0.24803	10.0751	0.010	103.39	110	1.061	3.048	3.35	858	915.74	57.738
N22-N23	387.13	0.38713	289.5827	0.290	554.31	630	0.929	0.433	0.476	861	918.61	57.61
N23-N24	148.15	0.14815	15.8079	0.016	129.51	160	0.787	0.653	0.72	862	917.90	55.90
N24-20	237.38	0.23738	15.8079	0.016	129.51	160	0.787	1.046	1.150	864	916.75	52.75
N23-N25	420.43	0.42043	273.7748	0.274	538.97	630	0.879	0.423	0.47	870.00	918.15	48.15
N25-N26	175.56	0.17556	85.6993	0.086	301.55	315	1.100	0.634	0.697	872	917.45	45.45
N26-37	243.59	0.24359	23.2892	0.023	157.20	160	1.159	2.232	2.45	872.00	915.00	43.00
N26-N27	178.94	0.17894	62.4101	0.062	257.33	315	0.801	0.355	0.390	877	917.06	40.06
N27-38	249.14	0.24914	14.694	0.015	124.86	125	1.198	3.292	3.62	877.00	913.44	36.44
N27-N28	395.18	0.39518	47.7161	0.048	225.01	250	0.973	1.501	1.652	878	915.41	37.41
N28-35	246.18	0.24618	9.3102	0.009	99.39	110	0.980	2.606	2.87	878	912.54	35.54
N28-39	228.47	0.22847	29.0957	0.029	175.70	200	0.927	1.042	1.147	878	914.26	36.26
N28-N29	585	0.585	9.3102	0.009	99.39	110	0.980	6.192	6.811	878	908.60	35.60
N29-36	248.86	0.24886	9.3102	0.009	99.39	110	0.980	2.634	2.90	875	905.70	35.70
N25-N30	154.69	0.15469	188.0755	0.188	446.72	500	0.958	0.244	0.268	879	917.88	38.88
N30-N31	373.98	0.37398	45.6857	0.046	220.17	250	0.931	1.309	1.44	868.00	916.44	48.44
N31-21	245.98	0.24598	21.1483	0.021	149.80	160	1.052	1.878	2.066	868	914.37	46.37

Suite tableau : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normal ise	Vitesse V reelle(m /s)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometri que (m)	Pression au point P(m)
N31-N32	284.08	0.28408	24.5374	0.025	161.35	200	0.781	0.939	1.03	871	915.41	44.41
N32-22	221.45	0.22145	12.64	0.013	115.81	125	1.031	2.202	2.42	871	912.99	41.99
N32-N33	155.6	0.1556	11.8974	0.012	112.35	125	0.970	1.380	1.518	872	913.9	41.89
N33-23	248.43	0.24843	11.8974	0.012	112.35	125	0.970	2.203	2.423	872	911.47	39.47
N30-N34	229.99	0.22999	142.3898	0.142	388.69	400	1.134	0.655	0.720	868	917.2	49.16
N34-24	227.35	0.22735	11.8026	0.012	111.91	125	0.962	1.986	2.184	868	914.98	46.98
N34-34	234.67	0.23467	9.3102	0.009	99.39	110	0.980	2.484	2.732	868	914.4	46.43
N34-N35	388.27	0.38827	121.277	0.121	358.72	400	0.966	0.816	0.898	850	916.3	66.26
N35-25	194.09	0.19409	11.8026	0.012	111.91	125	0.962	1.695	1.865	854	914.4	60.40
N35-33	244.79	0.24479	9.3102	0.009	99.39	110	0.980	2.591	2.850	847	913.4	66.41
N35-N36	609	0.609	100.1642	0.100	326.00	400	0.797	0.892	0.98	836	915.28	79.28
N36-N37	670.48	0.67048	25.3353	0.025	163.96	200	0.807	2.355	2.59	845	912.69	67.69
N37-26	248.79	0.24879	11.8026	0.012	111.91	125	0.962	2.173	2.39	844	910.30	66.30
N37-27	228.15	0.22815	13.5327	0.014	119.83	125	1.103	2.581	2.84	842	909.85	67.85
N36-N38	278.41	0.27841	74.8289	0.075	281.77	315	0.961	0.778	0.86	835	914.43	79.43
N38-28	244.36	0.24436	11.3839	0.011	109.90	110	1.198	3.782	4.16	834	910.27	76.27
N38-30	445.33	0.44533	17.3537	0.017	135.69	160	0.864	2.340	2.57	834	911.85	77.85
N38-N39	499.78	0.49978	46.0913	0.046	221.14	250	0.939	1.778	1.96	833	912.47	79.47
N39-31	130.54	0.13054	17.3537	0.017	135.69	160	0.864	0.686	0.75	833	911.71	78.71
N39-N40	459.96	0.45996	11.3839	0.011	109.90	110	1.198	7.119	7.83	847	904.64	57.64
N40-29	231.6	0.2316	11.3839	0.011	109.90	110	1.198	3.585	3.94	848	900.69	52.69
N39-N41	476.38	0.47638	17.3537	0.017	135.69	160	0.864	2.503	2.75	846	909.72	63.72
N41-32	199.03	0.19903	17.3537	0.017	135.69	160	0.864	1.046	1.150	844	908.57	64.57
N1-N42	312.12	0.31212	239.0137	0.239	503.59	630	0.767	0.243	0.27	845	921.09	76.087
N42-10	246.7	0.2467	18.328	0.018	139.45	160	0.912	1.437	1.581	845	919.51	74.51
N42-11	73.12	0.07312	11.4945	0.011	110.44	125	0.937	0.607	0.67	843	920.42	77.42
N42-N43	201.94	0.20194	209.1912	0.209	471.12	500	1.066	0.389	0.428	847	920.66	73.66
N43-9	235.49	0.23549	18.328	0.018	139.45	160	0.912	1.372	1.51	848.00	919.15	71.15
N43-N44	523.33	0.52333	190.8632	0.191	450.01	500	0.973	0.848	0.932	855	919.73	64.73
N44-8	242.36	0.24236	14.6445	0.015	124.65	125	1.194	3.182	3.50	856.00	916.23	60.23

Suite tableau : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V reelle(m /s)	Perte de charge total ΔHt (m)	Perte de charge total ΔHt (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N44-N45	639.76	0.63976	176.2187	0.176	432.40	500	0.898	0.891	0.980	866	918.75	52.75
N45-7	179.78	0.17978	14.6445	0.015	124.65	160	0.729	0.685	0.75	865.00	917.99	52.99
N45-N46	242.48	0.24248	52.4219	0.052	235.84	250	1.068	1.100	1.211	871	917.54	46.54
N46-4	249.78	0.24978	35.4789	0.035	194.02	200	1.130	1.658	1.82	872	915.71	43.71
N46-N47	353.32	0.35332	16.943	0.017	134.08	160	0.843	1.774	1.952	874	915.58	41.58
N47-2	228.06	0.22806	16.943	0.017	134.08	160	0.843	1.145	1.260	875	914.32	39.32
N45-N48	372.87	0.37287	109.1523	0.109	340.31	400	0.869	0.642	0.71	869	918.04	49.04
N48-N49	305.45	0.30545	55.0143	0.055	241.60	250	1.121	1.519	1.671	875	916.37	41.37
N49-1	98.05	0.09805	16.943	0.017	134.08	160	0.843	0.492	0.54	876.00	915.83	39.83
N49-4	143.62	0.14362	21.1483	0.021	149.80	160	1.052	1.097	1.206	875	915.16	40.16
N49-N50	559.14	0.55914	16.943	0.017	134.08	160	0.843	2.808	3.09	878	913.28	35.28
N50-3	222.15	0.22215	16.943	0.017	134.08	160	0.843	1.116	1.23	879	912.05	35.05
N48-N51	641.39	0.64139	54.138	0.054	239.67	250	1.103	3.094	3.403	871	914.6	43.64
N51-N52	235.12	0.23512	54.138	0.054	239.67	250	1.103	1.134	1.247	873	913.39	40.39
N52-5	161.86	0.16186	27.069	0.027	169.47	200	0.862	0.644	0.709	873	912.7	39.68
N52-N53	343.65	0.34365	27.069	0.027	169.47	200	0.862	1.368	1.505	877	911.88	35.88
N53-6	186.66	0.18666	27.069	0.027	169.47	200	0.862	0.743	0.817	879	911.1	35.07
N1-N54	1251.67	1.25167	253.7408	0.254	518.87	630	0.814	1.091	1.200	840	920.2	80.15
N54-53	248.57	0.24857	8.4155	0.008	94.49	110	0.886	2.174	2.391	842	917.8	75.76
N54-N55	505.72	0.50572	245.3253	0.245	510.19	630	0.787	0.414	0.455	852	919.7	67.70
N55-52	221.43	0.22143	18.802	0.019	141.24	160	0.936	1.354	1.49	854	918.21	64.21
N55-54	246.99	0.24699	8.4155	0.008	94.49	110	0.886	2.160	2.38	850	917.32	67.32
N55-N56	488.13	0.48813	218.1078	0.218	481.06	500	1.111	1.017	1.12	853	918.58	65.58
N56-N57	41.29	0.04129	50.5995	0.051	231.71	250	1.031	0.175	0.19	854	918.39	64.39
N57-N58	458.69	0.45869	17.2457	0.017	135.27	160	0.858	2.382	2.62	846	915.77	69.77
N58-70	248.19	0.24819	17.2457	0.017	135.27	160	0.858	1.289	1.42	843	914.35	71.35
N57-N59	134.15	0.13415	33.3538	0.033	188.12	200	1.062	0.792	0.87	853	917.52	64.52
N59-68	2018.34	2.01834	16.0212	0.016	130.38	160	0.797	9.119	10.03	850	907.49	57.49
N59-N60	225.09	0.22509	17.3326	0.017	135.61	160	0.862	1.180	1.30	845	916.22	71.22
N60-69	200.55	0.20055	17.3326	0.017	135.61	160	0.862	1.051	1.16	845	915.06	70.06
N56-N61	301.85	0.30185	167.5083	0.168	421.58	500	0.854	0.382	0.42	845	918.16	73.16

Suite tableau : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Dian_Normalise	Vitesse V réelle(m /s)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N61-67	208.32	0.20832	22.8389	0.02	155.67	160.00	1.14	1.84	2.02	849	916.14	67.14
N61-55	230.52	0.23052	8.4155	0.01	94.49	110.00	0.89	2.02	2.22	847	915.94	68.94
N61-N62	231.52	0.23152	136.2539	0.14	380.22	400.00	1.08	0.61	0.67	840	917.49	77.49
N62-56	248.22	0.24822	8.4155	0.01	94.49	110.00	0.89	2.17	2.39	837	915.11	78.11
N62-N63	27.62	0.02762	127.8384	0.13	368.29	400.00	1.02	0.06	0.07	840	917.42	77.42
N63-N64	292.88	0.29288	127.8384	0.13	368.29	400.00	1.02	0.68	0.75	840	916.67	76.67
N64-57	248.87	0.24887	8.9882	0.01	97.66	110.00	0.95	2.46	2.71	839	913.96	74.96
N64-N65	308.11	0.30811	118.8502	0.12	355.11	400.00	0.95	0.62	0.69	838	915.99	77.99
N65-66	225.83	0.22583	22.8389	0.02	155.67	160.00	1.14	1.99	2.19	840	913.79	73.79
N65-N66	158.59	0.15859	96.0313	0.10	319.21	400.00	0.76	0.21	0.24	841	915.75	74.75
N66-58	163.27	0.16327	8.9882	0.01	97.66	110.00	0.95	1.62	1.78	844	913.97	69.97
N66-N67	494.96	0.49496	87.0231	0.09	303.87	315.00	1.12	1.84	2.02	846	913.73	67.73
N67-N68	379.73	0.37973	31.7725	0.03	183.61	200.00	1.01	2.05	2.25	850	911.48	61.48
N68-65	228.73	0.22873	15.0324	0.02	126.29	160.00	0.75	0.92	1.01	850	910.47	60.47
N68-N69	304.96	0.30496	16.7401	0.02	133.27	160.00	0.83	1.50	1.65	851	909.83	58.83
N69-71	234.96	0.23496	16.7401	0.02	133.27	160.00	0.83	1.15	1.27	851	908.56	57.56
N67-N70	141.05	0.14105	55.2506	0.06	242.12	250.00	1.13	0.71	0.78	848	912.95	64.95
N70-N71	568.7	0.5687	24.1088	0.02	159.94	160.00	1.20	5.56	6.12	840	906.83	66.83
N71-61	248.91	0.24891	15.1206	0.02	126.66	160.00	0.75	1.01	1.11	840	905.72	65.72
N71-59	247.19	0.24719	8.9882	0.01	97.66	110.00	0.95	2.45	2.69	839	904.14	65.14
N71-N72	352.25	0.35225	24.1088	0.02	159.94	160.00	1.20	3.45	3.79	837	903.04	66.04
N72-N73	833.66	0.83366	15.1206	0.02	126.66	160.00	0.75	3.38	3.71	834	899.33	65.33
N73-62	244.27	0.24427	15.1206	0.02	126.66	160.00	0.75	0.99	1.09	836	898.24	62.24
N72-N74	250.3	0.2503	8.9882	0.01	97.66	110.00	0.95	2.48	2.73	834	900.32	66.32
N74-60	244.34	0.24434	8.9882	0.01	97.66	110.00	0.95	2.42	2.66	837	897.65	60.65
N70-N75	166.71	0.16671	31.1418	0.03	181.78	200.00	0.99	0.86	0.95	845	912.00	67.00
N75-64	228.22	0.22822	16.0212	0.02	130.38	160.00	0.80	1.03	1.13	847	910.87	63.87
N75-N76	372.77	0.37277	15.1206	0.02	126.66	160.00	0.75	1.51	1.66	843	910.34	67.34
N76-63	249.82	0.24982	15.1206	0.02	126.66	160.00	0.75	1.01	1.11	840	909.23	69.23

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé la variante d'aménagement du système d'adduction ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans un premier temps, il est apparu que notre variante , qui est une variante avec piquage direct sur les bornes donnent des pressions adéquates pour des arrosages avec différents système d'irrigation (aspersions, gravitaire ou localisé).

Nous retenons donc la variante qui va alimenter le périmètre de Boulhilet par un piquage direct sur la conduite de transfert Beni Haroun-Barrage d'Ourkis.

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

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

VI.1.2. L'irrigation par ruissellement

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

VI.1.2.1) l'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la quelle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2%.

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

a) Les avantages de l'irrigation de surface

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

b) les inconvénients

- Pertes importantes d'eau ;
- Temps d'irrigation important ;
- Nécessité de nivellement du terrain.
- Main d'œuvre importante.

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

VI.2.1) l'irrigation par aspersion

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



Figure. VI.1 : 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.

V.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.2 : 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.

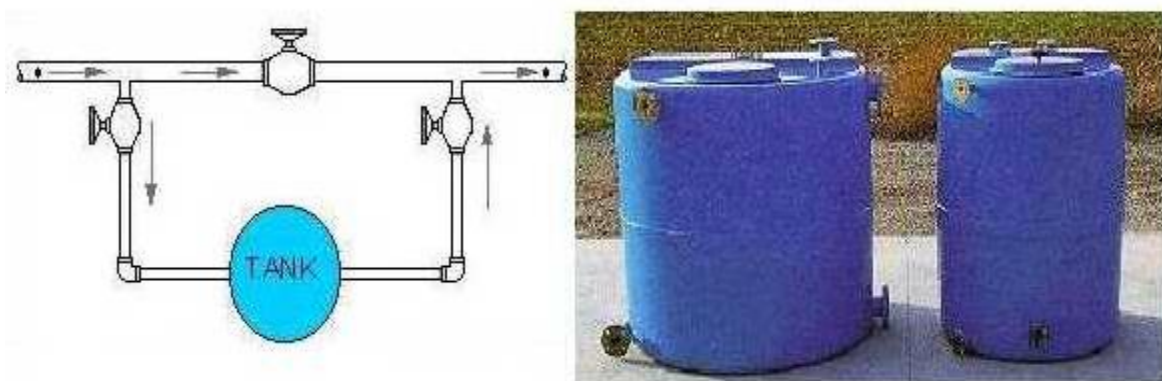


Figure VI.3:Dilueur d'engrais

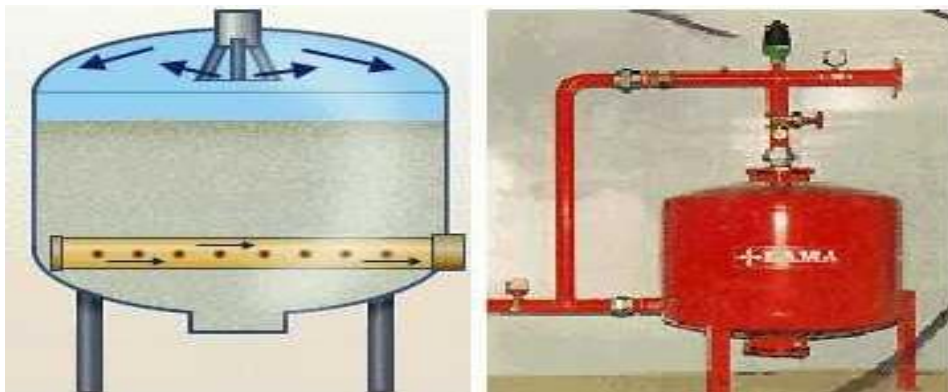


Figure VI. 4:Filtre à gravier

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.5: 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 4l/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.

a) Les Avantages de la technique 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).

V.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

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différents contraintes, résume le choix adéquat pour le 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		
<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes naturelle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaporation ▪ Vent ▪ Texture (limono-argileuse) ▪ Perméabilité (moy) ▪ Pente (<0.5%) ▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne) • Contraintes agronomique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maraîchage ▪ céréales ▪ arbres • C. technique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnel qualifié • économie d'eau 				
	+	+	++	++
	+++	+++	++	+++
	++	++	++	+++
	++	++	+++	++
	+++	+++	+++	+++
	+++	+++	+++	+++
	+++	++	++	+++
	x	x	+++	x
	+++	+	x	+++
	+++	+++	+++	+++
	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
GOUTE A GOUTE

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

GOUTTE AGOUTTE

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 qui connait un engouement dans la région de Batna, et cela vu les qualités agronomiques et commerciales de cette culture.

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°16 parcelle N°37 alimentée par la borne N°38(borne à deux prises) et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.6bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 6.20 hectares.

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 140.45mm

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) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots(1)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots(2)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots(3)$$

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 $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r (B_j = 4.805 \text{ mm/jour}) \dots\dots\dots(4)$$

$$B_{ji} = 4.805 * 0.8 = \mathbf{3.844 \text{ mm/j}}$$

A) Pour l'olivier

A.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 (goute 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 :

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

Tel que : H_{cc} : humidité a la capacité au champ (26%)
 H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%)
 Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
 Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

D_a : densité apparente du sol ($D_a=1.1$)

$$D_p = (26-15)/100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.1 = 96.80 \text{ mm.}$$

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

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

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 (1 m)

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:

$$D_p = D_p \cdot P = 96.8 \cdot 0.25 = 24.2 \text{ mm.}$$

A.2 Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p \cdot 0.38}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{96.80 \cdot 0.25}{0.9 \cdot 0.9} = 29.9 \text{ mm /mois} \dots\dots\dots(7)$$

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

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

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 :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{Bjl} = \frac{24.2}{3.75} = 6.28\ jours \dots\dots\dots(8)$$

Donc on prend un intervalle de **6 jours**.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = 6 * 3.84 = \mathbf{23.064mm}$$

Et la dose brute :

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu*eff} = \frac{23.064}{0.9*0.9} = \mathbf{28.47mm} \dots\dots\dots(9)$$

A.4.Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{Db*Sa*Sr}{n*qq} = \frac{28.47*4*4}{4*2} = 56.95\ heures/mois \dots\dots\dots(10)$$

A.5.Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{durée\ d'arrosage}{Fr} = \frac{56.95}{6} = 9.49\ heures \dots\dots\dots(11)$$

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

$$N = \frac{Temps\ de\ travail}{Durée\ d'arrosage\ journalier} = \frac{20}{9.49} = 2\ postes \dots\dots\dots(12)$$

A.7.Surface de la parcelle :

$$Sp = \frac{Surface\ totale}{Nombre\ de\ poste} = \frac{6.20}{2} = 3.10\ ha \dots\dots\dots(13)$$

A.8.Calculs hydrauliques

A.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
 $q = K.H$ avec $x=0.5$ (caractéristique du gutteur)

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

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

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10} \dots\dots\dots(16)$$

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

A.8.2.Le débit :

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

$$Q_{pr}=Q_r. N_r$$

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) : 108.m

La longueur de la porte rampe (L_{pr}):568 m

La longueur de la conduite secondaire (L_s) :50m

A.8.1.1.Le nombre d'arbres par rampe:

$$N \text{ arbres} = L_r/E_r=108/4 = 27\text{arbres}$$

A.8.1.2. Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 27 * 2 = 54 \text{ goutteurs}$$

A.8.1.3. Le nombre de rampes:

$$N_r = L_{pr} / E_r = 568 / 4 = 142 \text{ rampes}$$

A.8.1.4. Débit de la rampe:

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

$$Q_r = 54 * 4 = 216 \text{ l/h}$$

A.8.1.5. Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 216 * 142 = 30672 \text{ l/h} \dots\dots\dots(19)$$

A.8.1.6. Débit de la conduite secondaire

Etant donné que nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 30672 * 1 = 30672 \text{ l/h} \dots\dots\dots(20)$$

A.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 :

$$\varnothing_r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(21)$$

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(22)$$

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

A.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

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots(23)$$

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

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i \dots\dots\dots(24)$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

A.11.Calculs hydrauliques 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	6.20	108	54	216	1.2	12.92	20	0.19	0.6

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

A.12.Calculs hydrauliques de la 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	6.20	568	1	30672	0.6	131.7	110	0.42	0.14

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.

A.13.Calcul des diamètres de la conduite secondaire :

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 4.45 et 4.48 ha. Les deux parcelles sont relativement homogènes en

exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

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

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

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

A.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	6.2	50	30672	1.05	101	110	0.9	0.12

A.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)
13	30672	1.05	101	110	0.9	0.03

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

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

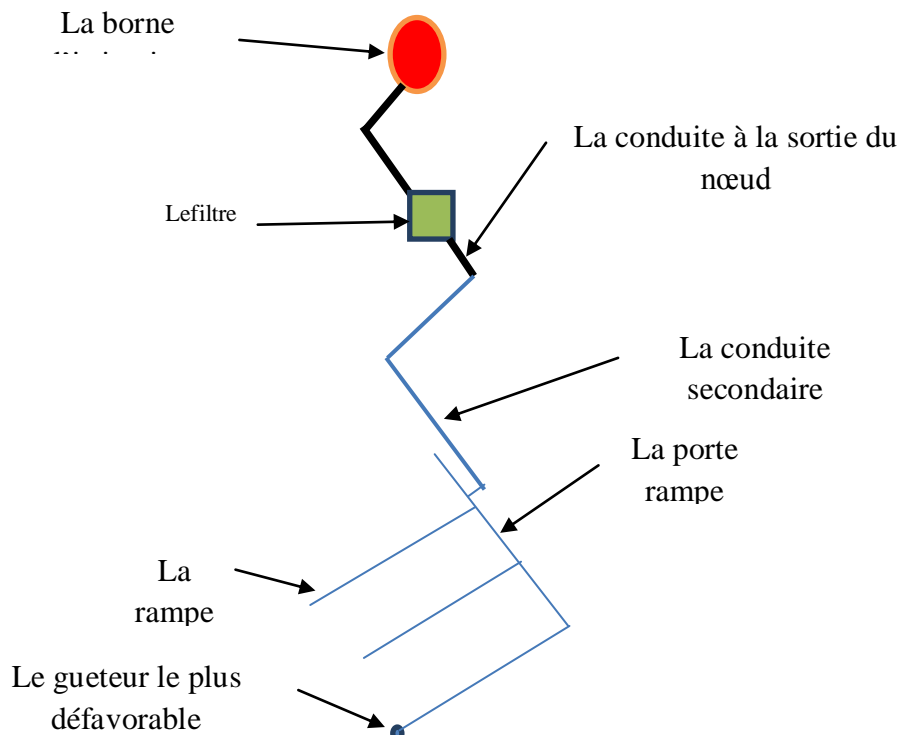


Figure VII.1 : Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

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

Tableau VII.5 : Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur(m)	108	568	50	13
Diamètre(m)	20	110	110	110
Débit (m ³ /s)	0.00006	0.0085	0.0085	0.0085
Pertes de charge(m)	0.6	0.14	0.12	0.03

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 à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 + 0.6 + 0.14 + 0.12 + 0.03 = 10.89 \text{ m}$$

VII.2. Tableau des résultats:

Tableau VII.6 les résultats de dimensionnement

culture	Olivier
Parcelle numéro	37
Borne numéro	38
Pression de la borne	36
Surface ha	6.2
ETM	196.15
Profondeur de racine m	1.2
RU_CAL mm	96.80
DOSE Pratique mm	24.2
Dose brute	29.9
Fréquence des arrosages	6
Espacement rang	4
Espacement arbre	4
Durée arrosage heures	77.49
Durée arrosage journalière heures	12.91
Temps de travail	20
Nombre de poste	2
Surface poste irrigué	3.1
Nombre de goutteurs	54
Q goutteurs l/s	4 l/s
Dose besoins journalière mm	6.53
DIMENSIONNEMENT	
Largeur parcelle m	110
Longueur Rampe m	108

Longueur porte rampe m	568
Longueur Cdt secondaire m	50
Longueur Cdt principale à la sortie de la borne m	13
Nbre arbre rampe	27
Nbre Goutteur rampe	54
Nbre rampe	142
Q débit rampe l/h	216
Nbre porte rampe	1
Q porte rampe l/h	30672
Q débit Cdt secondaire l/h	30672
Perte charge rampe	
Diamètre Rampe calculé mm	12.92
Diamètre normalisé mm	20
Vitesse (m/s) m/s	0.19
Perte charge Di normalisé m	0.6
Perte charge prote Rampe	
Diamètre prote Rampe calculé mm	131.7
Diamètre normalisé mm	110
Vitesse m/s	0.42
Perte charge Di normalisé m	0.14
Conduite secondaire	
Diamètre calculé mm	101
Diamètre Normalisé mm	110
Vitesse normalisé m/s	0.9
Perte de charge totale m	0.12

Conduite Borne	
Diamètre calculé mm	101
Diamètre Normalisé mm	110
Vitesse normalisé m/s	0.9
Perte de charge totale m	0.03

VII.4 Conclusion

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

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 efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans cette région riche mais semi-aride qui est la wilaya de Batna

CHAPITRE VIII
CALCUL
TECHNICO-
ECONOMIQUE

Chapitre VIII Calcul technico-économique

Introduction

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

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

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

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

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

VIII.1. devis de réseau d'irrigation localisée :

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

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

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	15336	34.01	521577.36
TubeØ110 PEHD	m/l	8440	632.3	104329.5
TubeØ160 PEBD	m/l	13797	1361.17	18780062.49
TubeØ200 PEHD	m/l	3539	2932.06	10376560.34
TubeØ250 PEHD	m/l	3549	3519.72	12491486.28
TubeØ315 PEBD	m/l	631	4508.21	2844680.51

TubeØ400 PEHD	m/l	2615	6007.06	15708461.9
TubeØ500 PEHD	m/l	1785	8117.61	14489933.85
TubeØ630 PEHD	m/l	2909	11980.53	34851361.77
TubeØ700 Fente	m/l	193	14879.51	2871745.43
TubeØ800 Fente	m/l	338	16997.21	11745072.11
Vanne Ø110	U	1004	12000	12048000
Vanne Ø150	U	82	14000	1148000
Goutteur réglable	U	26500	6.13	162445
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	31200
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832.92	13500
TOTAL 1				138188417

VIII.2.Factures Pro-forma de conduite principale

VIII.2.1.Calcul du volume de terrassement

VIII.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (0.5-1.2) \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

V.2.1.b. Profondeur de la tranchée

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

2

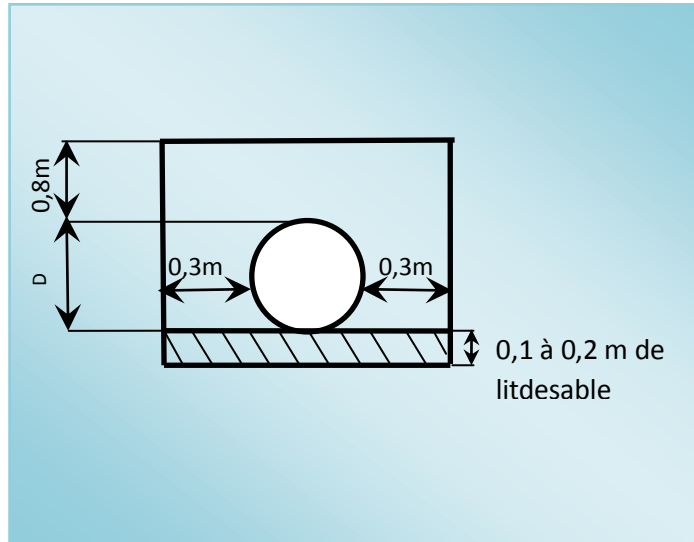


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

VIII.2.2. La conduite principale

VIII.2.2.a. Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$B = d + (0.5 - 1.2)$$

$$\text{Donc : } B = 1 + \emptyset$$

$$H= 1+ \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau V-2

Tableau VIII.2: calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur	largueur	Hauteur de	Volume de déblai
	de la conduite (m)	d'une tranchée b :(m)	La tranchée(m)	(m3)
1000	1220.4	1	1.2	1464.68

VIII.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranché, 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.3.calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m 3)
0.12	1220.4	1	146.468

VIII.2.2.c. Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par 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 occupé par la conduite (m³) ; $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau V-4.

Tableau VIII.4 .Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m3)	Conduite (m3)	Sable (m3)	Remblai (m3)
1000	1464.68	958.5	146.468	359.7

V.2.3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir

Tableau VIII.5.Factures pro-forma terrassement :

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m3	829.2	300	248760
2) lit de sable	m3	82.92	800	66336
3) remblaiement de la tranchée	m3	399.1216	200	79824.32
TOTAL 02				394920.32

VIII.2.4.Devis estimatif total

$D = \text{total 01} + \text{total 02} = 138583337 \text{ DA}$

Les prix unitaires sont fournis par la STPM-CHIALI en toute taxe.

Conclusion :

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

Cependant, tenant compte des potentialités qu'offre la wilaya de Batna, le projet est rentable à long terme.

Conclusion générale

L'objectif de notre travail est l'introduction d'une technique d'arrosage performante dans le périmètre de Boulhilet wilaya de Batna , dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude. L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride et l'analyse du sol nous a permis de conclure sur des aptitudes culturales très variées, telles que les cultures maraichères, arboricoles et céréalières. Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques et agro pédologiques.

La détermination des besoins en eau d'irrigation nous a permis de quantifier le débit du réseau du périmètre de Boulhilet et d'estimer les volumes en eau nécessaires. Suivant les parcelles et les débits alloués à chacune, nous avons opté pour l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte.

D'autre part, on peut dire que ces techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

La mise en œuvre de ces systèmes d'irrigation modernes permettent de mieux valoriser les ressources en eau et en sol, et permettent une augmentation importante de rendement des cultures qui est un défi majeur de l'agriculture en Algérie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3^{ème} Année
ENSH, Blida
- B. TOUAIBIA. (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits
4ème année).
- Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- 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 ;
- M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition
O.P.U. Alger ;
- AOUATA IBRAHIM (2014) : étude de permettre d'irrigation d'Ain Kercha partie ouest
wilaya d'Oum Bouaghi
- Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à
goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

Sitographie :

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

ANNEXES

ANNEXE 01 :

Tableau 2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe d'aptitude à l'irrigation								
Classe I	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
Classe II	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif ≤ 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique

Suite tableau :

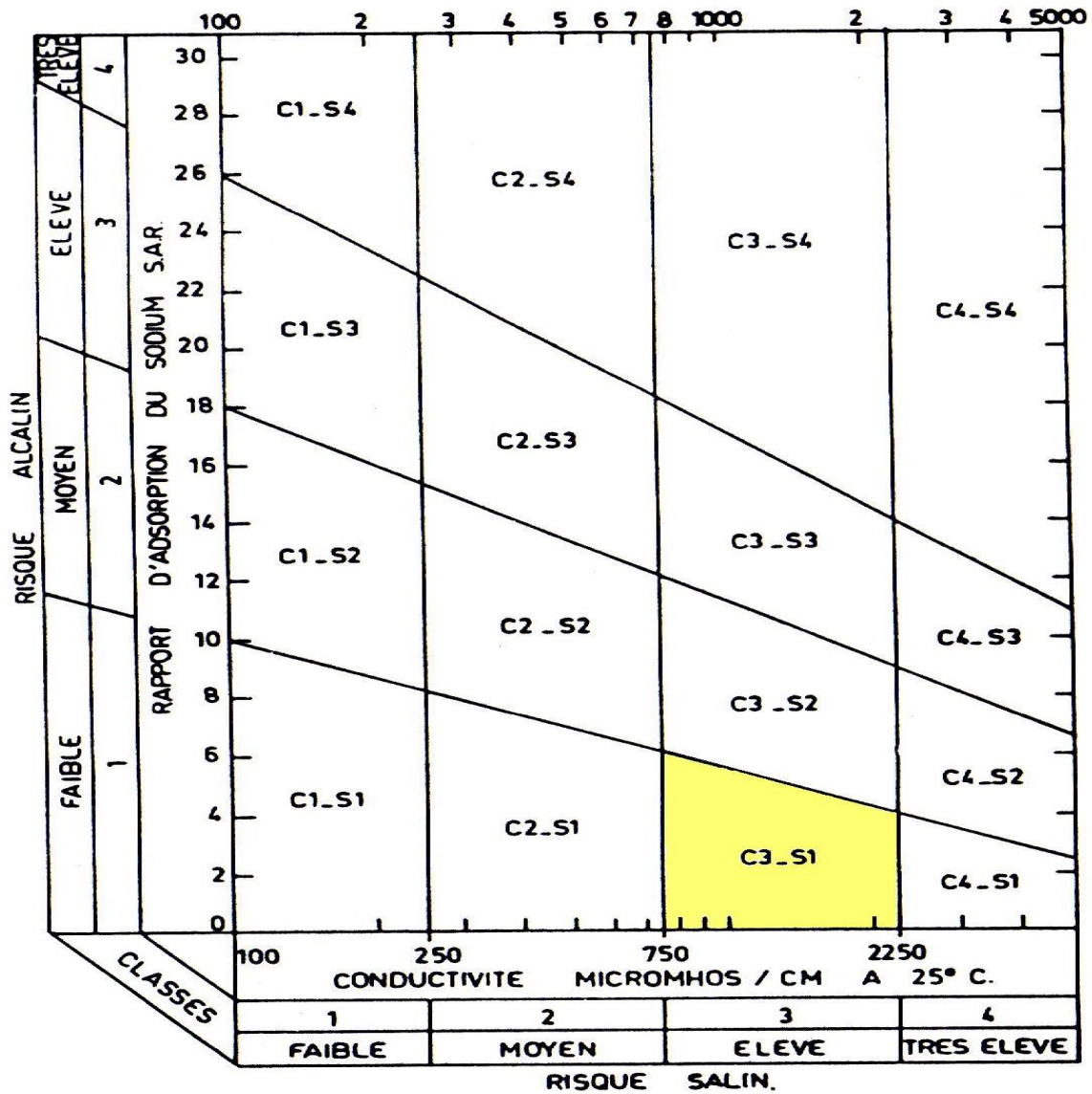
Paramètre de classification Classe d'aptitude à l'irrigation	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe III	40 à 80	-Salo –limoneuse (à forte teneur en sable) -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12 calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) - Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents
Classe IV	40 à 80	-Texture fine argileuse ou très légère sableuse -Présence de croûtes calcaires	-Varie de 12 ÷ 16 -Teneur en calcaire actif > 12%	Par endroit la pente est forte	Variable	Nécessite un drainage	Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture	-Lessivage localisé -Des engrais organiques et minéraux -Labour profond et assainissement de surface.

Suite tableau :

Paramètre de classification Classe d'aptitude à l'irrigation	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topog	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe V	< 40	-Affleurement de la dalle calcaire par endroits -Charge caillouteuse >50%	Salinité > 16	Pente supérieure à 20%	Très faible	Nécessite un drainage	-Inapte à toutes les cultures -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec	Inapte à l'irrigation

ANNEXE 02 :

Diagramme pour la classification des eaux d'irrigation



ANNEXE 03 :

Tableau IV-2 : Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Blé dur	1,0	1.15	1.15	1.05	0.25	-	-	-	-	-	0,54	0.79
Blé tendre	1,0	1.15	1.15	1.05	0.25	-	-	-	-	-	0,54	0.79
Orge en vert	-	0.53	0.93	1.01	0.9	0.6	-	-	-	-	-	-
Vesce avoine	1.1	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	0.6	0.9	1
Tomate	-	-	0.4	0.65	1.05	0.95	0.6	-	-	-	-	-
Piment et poivrent	-	-	0.4	0.7	0.85	0.95	0.8	-	-	-	-	-

Tableau IV-3 : Kc des arbres fruitier

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Olivier	-	-	-	-	0.6	0.6	0.6	0.8	1.2	-	-	-
Figuier	-	-	0.5	0.8	1.0	1.05	1.05	1.0	0.95	0.90	-	-

ANNEXE 04 :

Tableau IV-4 : Profondeur d'enracinement des cultures (m)

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Blé dur	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	-	-	-	-	0,3	0.4
Blé tendre	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	-	-	-	-	0,3	0.4
Orge en vert	0.6	0.6	0.7	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.5
Vesce avoine	0.95	1	1.02	-	-	-	-	-	-	0.3	0.7	0.85
Tomate	-	-	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	-	-	-	-	-
Piment et poivrent	-	0.3	0.4	0.55	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-

Tableau IV-5 : Profondeur d'enracinement des arbres fruitier

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
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
Figuier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

ANNEXE 05 :**Tableau : Les prix unitaires fournis par la STPM-CHIALI en toute taxe.**

Pièces	Unité de mesure	Prix unitaire (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	34.01
TubeØ110 PEHD	m/l	632.3
TubeØ160 PEBD	m/l	1361.17
TubeØ200 PEHD	m/l	2932.06
TubeØ250 PEHD	m/l	3519.72
TubeØ315 PEBD	m/l	4508.21
TubeØ400 PEHD	m/l	6007.06
TubeØ500 PEHD	m/l	8117.61
TubeØ630 PEHD	m/l	11980.53
TubeØ700 Fente	m/l	14879.51
TubeØ800 Fente	m/l	16997.21
Vanne Ø110	U	12000
Vanne Ø150	U	14000
Goutteur réglable	U	6.13
Filtre à tamis métallique	U	13500
Manomètre glycérine 10bars	U	832.92

