

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 :

**DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE DE CHELGHOU M A PARTIR DE BARRAGE
RESERVOIR DE HAMMAM KERROUZ (W,MILA)**

Présenté par :

M^r CHENNOUF. Mourad

DEVANT LES MEMBRES DE JURY

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
M ^{me} AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
M ^r YAHIAOUI Samir	M.A.B	Examineur
M ^r KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M ^{me} SAADOUNE Samra	M.A.A	Promotrice

Septembre- 2015

Dédicaces

Jedédiécetravail:

Avant tout à mes chers parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans les quels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

A mes frères : kaddour, hamza, Mouhamed, et mes sœurs fatima khadidja, meriem et sa fille et le petit mostafa et la petite Assile

A Ma promotrice M^{eme} S. Samra

A tous mes amis sans exception et d'une façon spéciale à:

Bilal, Chelghoumi, Khlil, Yacine, milouda, Bylka. Hassan La

kook, Zaki, said, rabeih, nadjib, raouf, mounir, khelfaoui, hassani,

boutebba, Taki, Massi, Djelloul, Elarbi, Abderahmane,

abderazzak, Khalil, Mostapha, Taki,

Youcef, Waheb....., tous les étudiants d'Ensh et la région ain oueassara.

REMERCIEMENTS

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

Au terme de cette étude qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont apporté leur aide.

Je tiens à remercier chaleureusement, Ma promotrice M^{me}: Samra Saadoune 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

Monsieur Yahoui Samir, Madame W. AZIZ, L.

Monsieur M. BOUKHELIFA, pour leurs conseils sains que pour

Je profite de l'occasion pour remercier tous mes enseignants de l'ENSH de la première année jusqu'à maintenant.

Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.

في إطار عدة مشاريع للتمويل, الكثير من الفلاحين استفاد من تجهيزات الري (السقي المصغر و الرش.....) الهدف من هذه الدراسة هو خلق مجال عمل محدد للفلاحين على ارض الواقع (إتقان العبوة, مدة و تردد السقي....).
عدم إتقان هذه التقنيات قد يؤدي إلى تأثيرات وخيمة على مستوى التربة كما هو الحال على مستوى المزروعات

Résumé :

Dans le cadre de plusieurs plans de financement, beaucoup d'agriculteurs ont bénéficié d'équipements d'irrigation (micro irrigation et aspersion). L'objectif de ce travail est de faire un état des lieux précis de ce que font les agriculteurs réellement sur le terrain (maîtrise de la dose, durée et fréquence d'arrosage).

Une mauvaise maîtrise de ces techniques peut entraîner des effets néfastes sur les sols comme sur les cultures.

Abstract :

In the framework of several financing plans , a lot of farmers benefited from irrigation equipments (drip irrigation and spraying). The objective of this work is to do a precise state of the places ,that do the farmers actually in the field (mastery of the dose, lasted and watering frequency). A bad mastery of these techniques can induce harmful effects on the soils as on the cultures.

Sommaire

Chapitre I

Introduction	1
I.1 Présentation de la wilaya de Mila:	2
I.2 Situation administrative de la wilaya de Mila :	2
I.3 Topographie :	3
I.4Le climat :	3
I-5 Localisation et présentation du périmètre d'étude	4
I.6 Choix du périmètre d'étude	5
Conclusion.....	6

Chapitre II

Introduction :	7
II.1 Pluviométrie :	7
II.2 la température :	7
II-3 .Humidité relative:	8
II.4 Le vent:	9
II.5 Siroco:	9
II.6 Insolation: l'insolation est représenté dans le tableau suivant :	10
II.7 La Neige:	10
II.8 Evaporation :	10
II.9 Classification du climat :	11
II-10 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER	11
II.11 le diagramme ombrothermique de Gaussen	13
Conclusion	14

Chapitre III

Introduction:	15
III.1 Classification des sols de la zone d'étude :	15
III.1.1 Les sols calcimagnésiques :	15

III.1.2 Les sols minéraux bruts	15
III.1.3 Les sols peu évolués	15
III.2. Description de Profil :	16
II .3 Géomorphologie	16
II.4. Etat physique du sol.....	17
II.5 Analyse chimique du sol.....	18
II.6.L'aptitude culturale des sols	18
II.6.1 Arboriculture	19
II.6.2 Cultures industrielles :	19
II.6.3 Cultures maraichères :	19
II.6.4 Cultures céréalières et fourragères :	19
Conclusion :	20

Chapitre IV

IV.1 Eaux de surface	21
IV.1.1 Le barrage Beni Haroun	21
IV.1.1.1 Le système de transfère de barrage Beni Haroun	21
IV.1.1.2. Caractéristiques principales de barrage de Beni-Haroun :	22
IV.1.2 Barrage réservoir de hammam kerrouz :	23
IV.2 Estimation de la qualité de l'eau	24
IV.3. Interpretation des resultats :	27
IV.4 Partie Hydrologie	28
IV.5 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :	29
IV.6 Etude fréquentielle des pluies annuelles	31
IV.6.1 Ajustement a la loi de Gauss	32
IV.6.1.1 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie	33
IV.6.2 Ajustement des pluies annuelles à la loi du log normale ou loi de Galton	34
IV6.2.1 Teste de validité a la loi log-Normale	35
IV.7 Détermination de l'année de calcul.....	35
Conclusion.....	36

Chapitre V

Introduction	37
V.1. Les techniques d'arrosage des cultures	37
V.1.1 L'irrigation gravitaire	37

V.1.1.1 L'irrigation par ruissellement	37
V.1.1.2 l'irrigation par submersion	37
V.1.1.3 l'irrigation par infiltration	38
V.1.2. l'irrigation par aspersion	38
V.1.3. l'irrigation localisée.....	38
V.2 Choix des techniques d'arrosage	38
V.2.1. Les contraintes naturelles	39
V.2.1.1 L'évaporation	39
V.2.1.2. Le vent.....	39
V.2.1.3 Le sol.....	39
V.2.1.4 La pente	39
V.2.2 Les contraintes techniques.....	40
V.2.3. Les contraintes agronomiques	40
Conclusion.....	40

Chapitre VI

Introduction	41
VI.2 Besoins en eau du périmètre.....	41
VI.3. L'évapotranspiration	42
VI.3.1. L'évapotranspiration de référence :(ET ₀ ou ETP).....	42
VI.3.2. L'évapotranspiration réelle (ETR)	42
VI.4. Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET ₀ ou ETP)	42
VI.5. Traitement des données pluviométriques	46
VI.5.1. Précipitation moyenne mensuelle	Erreur ! Signet non défini.
VI.5.2. Précipitation de projet (ou l'année de calcul)	46
VI.6. Calcul de la pluie efficace	46
VI.7. Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures	47
VI.8. Besoins totaux nets en eau d'irrigation	50
VI.9 calcul du débit spécifique	50
Conclusion.....	51

Chapitre VII

Introduction	52
VII.1. Données générales	52
VII.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :.....	52

VII.2.1.Influence du taux de couverture du sol.....	52
VII.2.3.Dose nette réelle	54
VII.2.4.Dose brute	54
VII.2.5.Fréquence des arrosages	54
VII.2.6.Durée d'arrosage.....	54
VII.2.7.Durée d'arrosage journalier	54
VII.2.8.Nombre de poste	54
VII.2.9.Surface de la parcelle (poste).....	54
VII.3. Calcul hydrauliques :	54
VII.3. 1.Conditions hydrauliques	54
VII.3.2.Le débit	55
VII.3. 2.1.Calcul pour le poste 01: S	55
VII.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :	55
VII.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :	55
VII.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :	55
VII.3. 2.1.4.Débit de la rampe :	55
VII.3. 2.1.5.Débit de la porte rampe :	56
VII.3.2.1.6.Débit de la conduite secondaire	56
VII.3.2.2.Calcul pour le poste 02:	56
VII.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :	56
VII.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :	56
VII.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :	56
VII.3. 2.1.4.Débit de la rampe :	56
VII.3.2.2.1.1.Le nombre d'arbre :	56
VII.3.2.2.1.2.Débit de la porte rampe :	56
VII.3.2.2.2.3. Débit de la conduite secondaire	56
VII.3.3.Dimensionnement des différentes parties du réseau	57
VII.3.3.1.Le diamètre des rampes et les porte rampes	57
VII.3.3.2.Perte de charge.....	57
VII.3.3.3.Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité	58
VII.3.3.3.1. Diamètre des conduites secondaires	58
VII.3.3.3.2.Diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne	58
VII.4. La pression d'eau à la borne de distribution N5	59
Conclusion.....	60

Chapitre VIII

Introduction	61
VIII .1.Le réseau de distribution	61
VIII .1.1.Principe de tracé d'un réseau de distribution	61
VIII .1.1.1. Mode du tracé et implantation des bornes	61
VIII .1.1.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	61
VIII.1.2.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles.....	62
VIII .1.3. Dimensionnement du réseau de distribution	63
VIII .2. Dimensionnement de la station de pompage	66
VIII .2.1.Etude des variantes	66
VIII .2.2.Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage	66
VIII .2.3.Choix du tracé	67
VIII.2.4.Dimensionnement de réservoir de stockage	67
VIII 2.5. Détermination de débits a refoulé vers le réservoir.....	68
VIII .6.Détermination de la hauteur manométrique totale	69
VIII.2.8.Couplage des pompes	69
VIII.2.9.Choix du nombre de pompes	70
VIII.2.10.Choix du type de pompe.....	70
VIII.2.10.1.pompes à axe horizontale monocellulaires.....	71
VIII.2.10.2.pompes à axe horizontale multicellulaires	71
VIII.2.11.Choix du nombre de pompes de secours	72
VIII.2.12.Choix du moteur électrique	72
VIII.2.13.Détermination de la hauteur admissible d'aspiration	72
VIII.2.14.Détermination du diamètre économique de refoulement	73
Conclusion.....	75

Chapitre IX

Introduction	76
IX.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).....	76
IX.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir	77
IX.2.1.Calcul du volume de terrassement	77
IX.2.1.1.a Largeur du fond de la tranchée.....	77
IX.2.1.2.profondeur de la tranchée.....	77
IX.2.2.les conduites	77

IX.2.2.1. Calcul du volume de déblai.....	77
IX.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable	78
IX.2.2.3. Calcul du volume de remblai	78
IX.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir.....	79
IX.5. Devis estimatif total	79
Conclusion.....	79

Chapitre X

Introduction	80
X-1 Les différents travaux sur le chantier :.....	80
X-1-1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :	80
X-1-2- Nivellement de la plate-forme de pose :.....	80
X-1-3 Excavation des tranchées	80
X-1-4 Choix des engins de terrassement	81
X-1-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation	81
X-1-4-1-1 Pelle équipée en rétro	81
X-1-4-1-2- Pelle équipée en butée	82
X-1-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle	82
X-1-4-2-1- Calcul du temps d'excavation.....	83
X-1-5 Pose de la canalisation	83
X-1-6 Lit de pose.....	83
X-1-7 Introduction de la canalisation.....	83
X-1-8- Epreuve de joint et de canalisation.....	84
X-1-9- Remblaiement des tranchées	84
X-1-9-1- Choix du bulldozer.....	84
X-2- Exploitation du système d'irrigation	85
X-3 Objectif de l'exploitation	85
X-4 Planification de travaux du réseau	85
Conclusion.....	86

Liste des Tableaux

Chapitre II

Tableau II.1 : répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm de Chelghoum l aid de l'année	7
Tableau II.2 : températures mensuelles et annuelles de l'année (2002-2013)	8
TableauII.3: Distribution mensuelle de l'humidité relative de l'air de l'année (2001-2012)	8
TableauII.4.1Distribution fréquentielle du vent à la station de Constantine.....	9
Tableau II.4.2:Vitesse du vent de la station de Hammam Grouz de l'année (2002-2013).....	9
Tableau II.5:Nombre de jours de sirocco de l'année(1999-2012)	10
Tableau II.6:Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale(h) (1999-2012)	10
Tableau II.7:le nombre de jour avec de la neige et avec une couche de neige. (1998-2011)	10
Tableau.II.8 Evaporation mensuelle et annuelle à la station hammam grouz.....	11
Tableau II.9: Classification du climat	12
Tableau II.10: les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies.....	12

Chapitre III

Tableau III.1: Caractéristique de profile (Fiche analytique).....	16
---	----

Chapitre IV

Tableau IV-1 Conductivité électrique de l'eau (), mm Ohms/cm :	21
Tableau IV-2 S.A.R	24
Tableau IV-3 : Analyse d'eau (barrage beni-Haroun)	26
Tableau IV.4: Caractéristiques de station pluviométrique.....	27
Tableau IV.5 La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique.....	27
TableauI IV.6 :Les résultats de l'homogénéité :	27
TableauI IV.7 Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale).....	27
TableauI IV. 8 Ajustement à la loi de Gauss (loiLog Normale).....	27

Tableau IV.9 Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	27
--	----

Chapitre VI

Tableau VI.1 : caractéristique de parcelle :	21
Tableau VI IV.2 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman & Monteith	24
Tableau VI.3 : précipitation mensuelles de projet.	26
Tableau VI.4: Précipitations efficaces dans la zone de projet.	27
Tableau VI.5 :La représentation des valeurs du coefficient (K_c)	27
TableauI VI.6 : Besoins en eau d irrigation pour les vignes . :	27
TableauI VI.7 : Besoins en eau d'irrigation de l'olivier.....	27
TableauI VI. 8 : Besoins en eau d'irrigation pour les agrumes.....	27
TableauI VI. 9: Besoins en eau d'irrigation pour la pomme de terre.....	27
TableauI VI. 10 : Besoin en eau d'irrigation des cultures.....	27
TableauI VI. 11 : Besoins totaux en m^3	27

Chapitre VII

Tableau VII.1: les données de calcul de la dose pratique	53
Tableau VII.2: calcul de D_{cal} de la rampe	58
Tableau VII.3: calcul de D_{cal} du porte-rampe	58
Tableau VII.4: calcul des diamètres des conduites secondaires	59
Tableau VII.5: calcul de diamètre de la conduite a la sortie de la bonrne	59
Tableau VII.6:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable	60

Chapitre VIII

Tableau VIII.1 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles	62
Tableau VIII. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation	63
Tableau VIII. 3: Caractéristiques des conduites de distribution	63
Tableau : VIII.4 : calcul de volume journalier nécessaire	68
Tableau VIII.5: les dimensions de réservoir de stockage	68

Tableau VIII.6 : le débit a refouler vers le réservoir.....	68
Tableau VIII.7 : Données de base pour le calcul de la hauteur manométrique	69
Tableau VIII.8:la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement	69
Tableau VIII.9 : les pompes a axe horizontale monocellulaires	71
Tableau VIII.10 : les pompes à axe horizontale multicellulaires.....	71
Tableau VIII.11 : les caractéristiques de moteur électrique.....	72
Tableau VIII.12 :calcul de la cote d'aspiration.....	73
Tableau VIII.13: les frais d'exploitation.....	74

Chapitre IX

Tableau IX.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	76
Tableau IX.2 : Les volumes des travaux pour les conduites.....	78
Tableau IX 3 : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.	78

Chapitre X

Tableau X-1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement	82
Tableau X.2 Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet	84

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Carte administrative de la wilaya de Mila	1
Figure I.2: le maillage communal de la wilaya de MILA.....	2
Figure I.3 : carte de climat de l Est d Algérie.....	3
Figure I.4:Situation de la commune de chelghoum laid.....	4
Figure I.5 : carte de situation de la zone d'étude	5

Chapitre II

Figure II.1 Le diagramme bioclimatique D EMBERGER.....	12
Figure II.1 Le diagramme ombrothermique de GOSSEN.....	13

Chapitre IV

Figure. IV-1: Barrage de Beni-Haroun.....	23
Figure IV- 2: digue en terre et la du réservoir d'Oued Athmenia	24
Figure IV.3 Diagramme de classification d'eau d'irrigation.....	28
Figure IV.4:Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale	33
Figure IV.5Ajustement des pluies annuelles à une loi de log-normale	36

Chapitre VII

schéma explicatif de goutteur le plus défavorable	59
---	----

Chapitre VIII

Figure VIII. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions.	64
Figure VIII. 1: Représentation du réseau de distribution avec débits.	65

Chapitre IX

schéma d'une tranchée	77
-----------------------------	----

Chapitre X

Figure X.1 : Pelle équipée en rétro.....	81
Figure X.2 : Reseau a noueds.....	86

Liste des planches

Planche N° 01

Plan de situation du périmètre Chelghoum laid (W.Mila)

Planche N° 02

Plan d'occupation de sol du périmètre chelghoum laid (W.Mila)

Planche N° 03

Plan de réseau de distribution du périmètre Chelghoum laid (W.Mila)

Planche N° 04

Plan de réseau d'irrigation goutte a goutte du périmètre Chelghoum Laid (W.Mila)

Planche N° 05

Profile en long de la conduite principale du périmètre Chelghoum laid (W.Mila)

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle à la vie. Elle fait l'objet d'utilisations très diverses par l'homme. Indispensable dans la production agricole, d'énergie et d'industrie.

Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et, ainsi, à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

C'est dans ce contexte qu'on a entrepris une étude qui consiste à dimensionner le périmètre d'irrigation de chelghoum laid_ (adduction et distribution), dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par un réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique. et assuré une irrigation de qualité pour satisfaire ce client de premier ordre, afin de garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

CHAPITRE I

Présentation de la zone d'étude

Introduction

Pour faire une étude d'un projet d'irrigation d'un périmètre, on a besoins d une présentation générale de la région d'étude pour connaitre tous les caractéristiques topographiques du périmètre.

I.1 Présentation de la wilaya de Mila:

La wilaya de Mila est créé lors du dernier découpage administratif Algérien de 1984, avec la ville de Mila comme chef-lieu de la wilaya 43. La wilaya de Mila est située dans le Nord-est Algérien à 33 KM de la mer Méditerranée", elle est Limité au Nord des par wilayas de Jijel et Skikda, de l'Est par la wilaya de Constantine de l'Ouest par la wilaya de Sétif et enfin du Sud par les wilayas de Batna et Oum el bouaghi. La wilaya abrite le plus grand barrage d'eau au niveau national Barrage de beni-Haroun qui alimente une grande partie de l'Est Algérien

(quarte wilaya) avec de l'eau potable et de l'eau d'irrigation

Fig.n° 01: situation de la wilaya de Mila

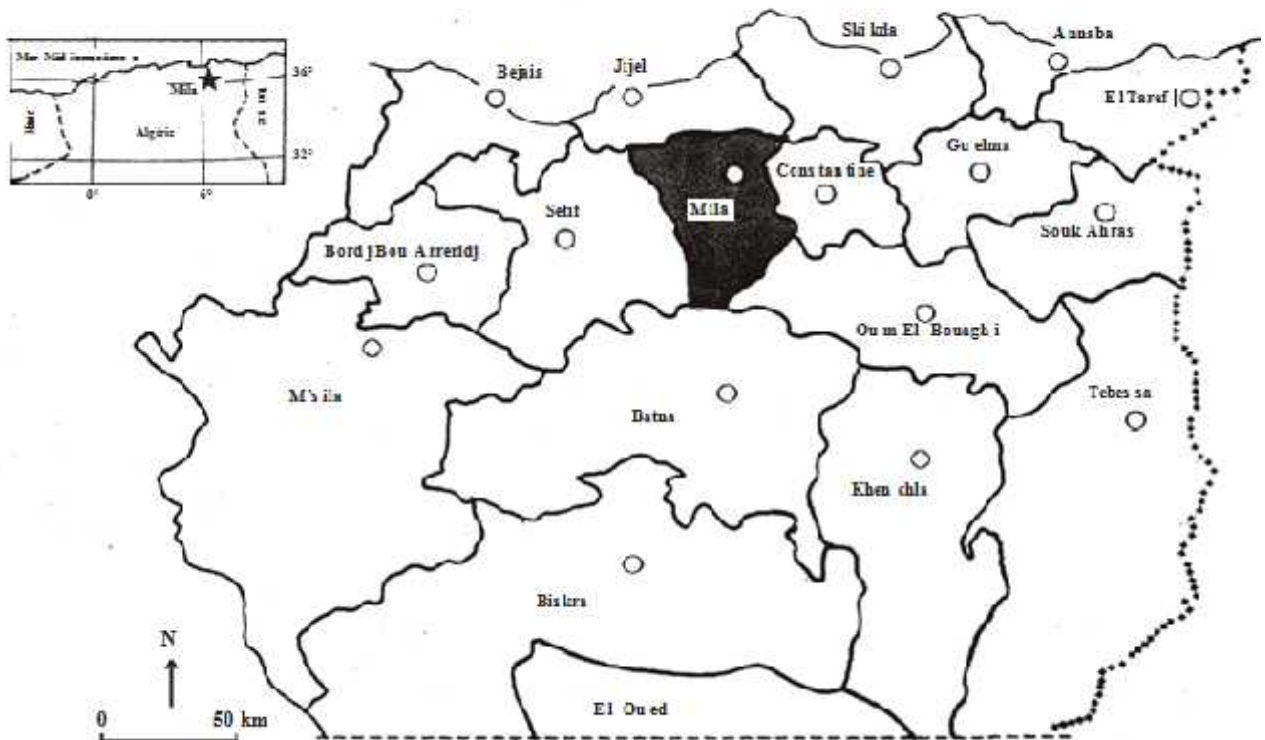


Figure I.1 : Carte administrative de la willaya de Mila

I.2 Situation administrative de la wilaya de Mila :

La wilaya de Mila compte 13 daïras: Ferdjioua, Chelghoum Laid, Grarem Gouga, Oued Endja, Rouached, Terrai Bainen, Tassadane Haddada, Aïn Beida Harriche, Sidi Merouane, Teleghma, Bouhatem, Tadjenanet, Mila.

Communes :

La wilaya de Mila se compose d'un maillage de 32 communes [voir fig. n°2].



Figure I.2: le maillage communale de la wilaya de MILA

I.3 Topographie :

La wilaya s'étend sur une superficie de 9.373 km², et se caractérise par un relief varié, constitué essentiellement de montagnes, de collines au nord et de plaines au sud montagnes(djebel M'sid Aicha, djebel Zouagha, djebel El-Halfa) et hauts plateaux et plaines au Sud.

I.4 Le climat :

Le climat de la wilaya de Mila est un climat semi aride. Il est caractérisé par un Hiver doux et pluvieux et une période estivale longue chaude et sèche qui se prolonge du mois de Mai au mois d'Octobre avec une variation saisonnière et spatiale.

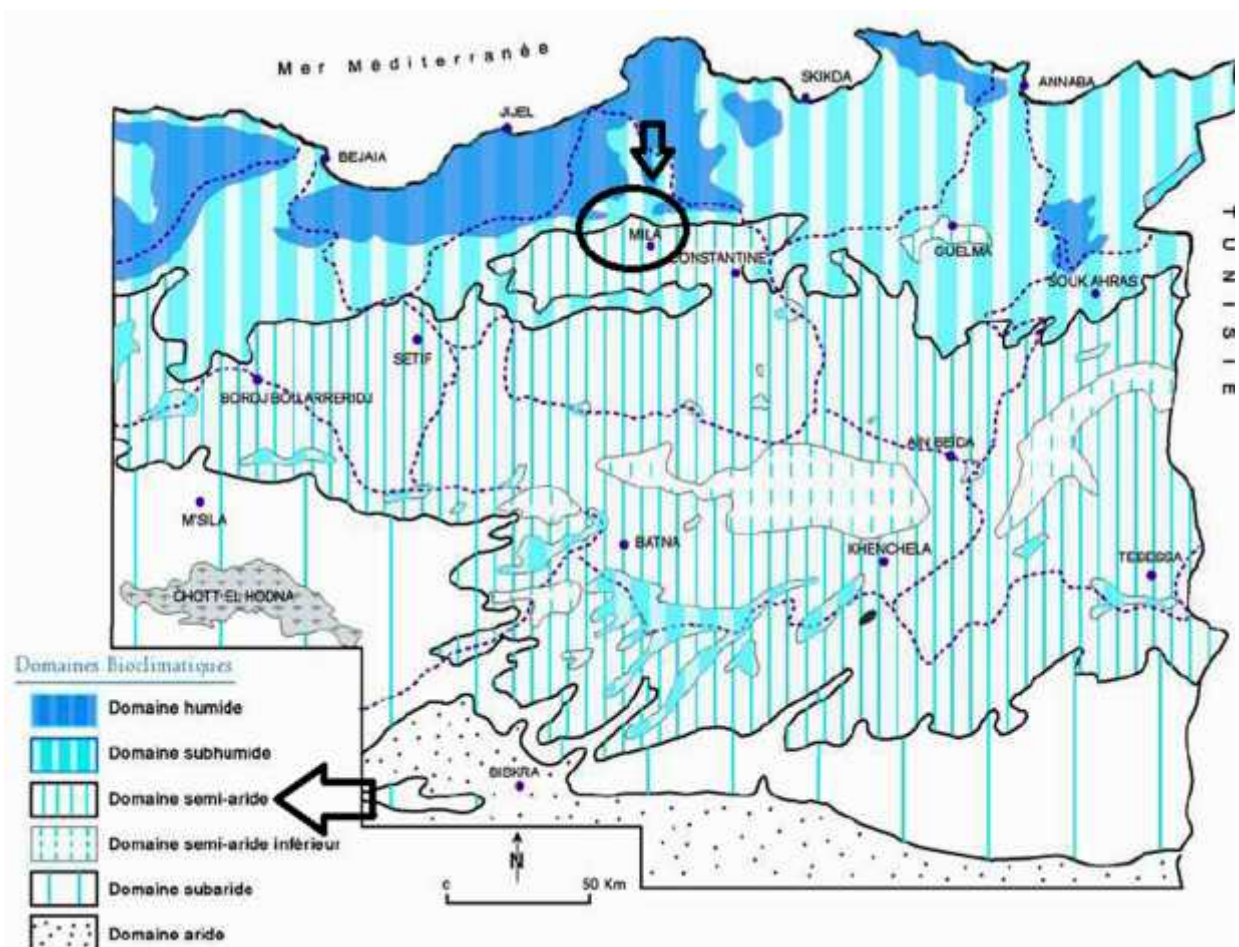


Figure I.3 carte de climat de l'Est d'Algérie

I-5 Localisation et présentation du périmètre d'étude

Notre périmètre est rattaché administrativement à la commune de chelghoum l aid :

La commune de chelghoum laid est limitée

- au nord, par la commune de Ain mlouk
- au sud, par la commune de Mchira et ouled khlouf
- à l'est, par la commune de Tadjnanet
- à l'ouest par la commune de Tleghma et Oued seguen

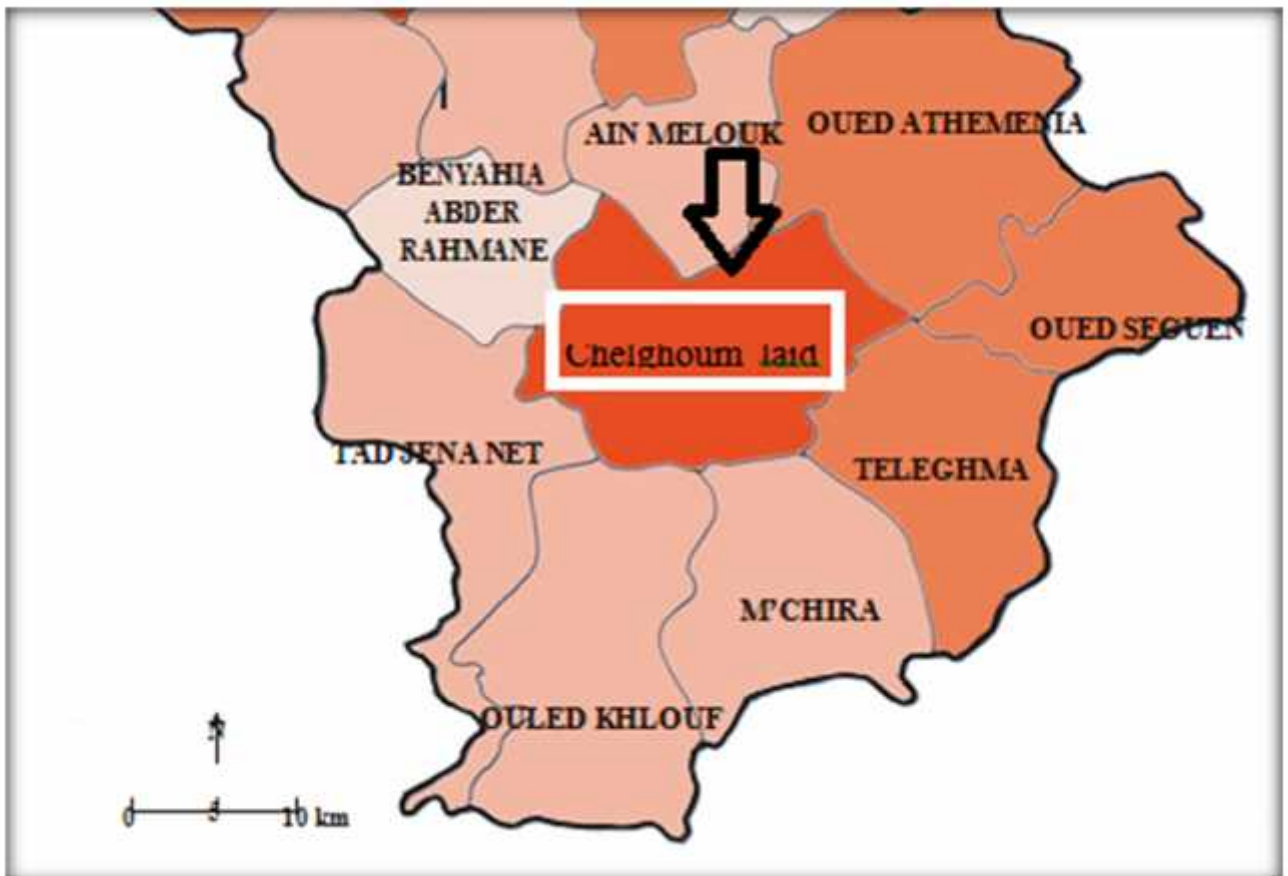


Figure I.4: Situation de la commune de chelghoum laid

I.6 Choix du périmètre d'étude:

Notre périmètre d'étude est situé exactement dans la partie Nord-Est de la ville de chelghoum laid qui présente une superficie de 140 ha irriguée à partir du barrage réservoir de hammam kerrouz et limite au nord par djebel grouz et à l'Est Oued el Athmania et ou sud par route nationale N° 05 et à l'ouest par oued dekri (figure n° 06) :

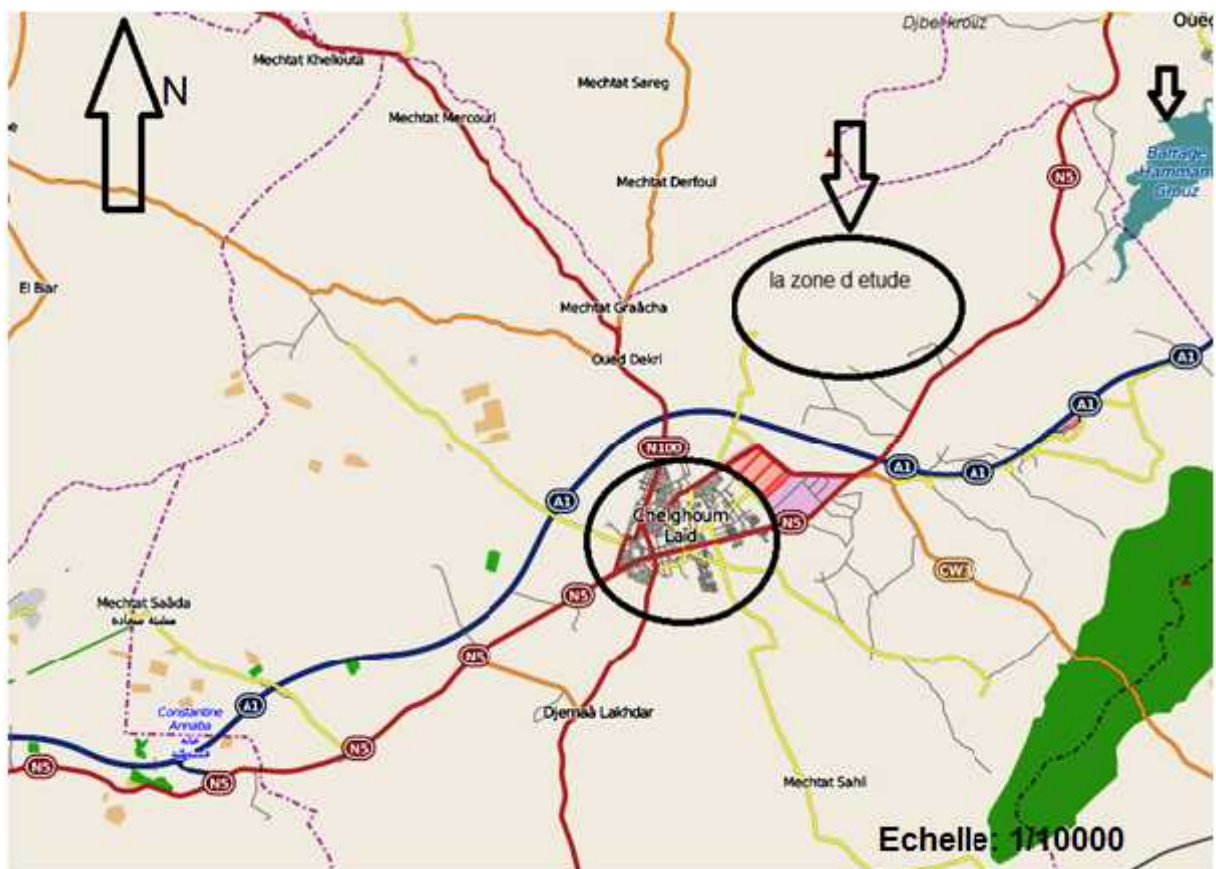


Figure I.5: Carte de situation du la zone d'étude

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de dégager une idée générale sur la situation actuelle du périmètre de chelghoum laid qui présente des potentialités agricoles importantes.

Le développement agricole dans notre région d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et extensive vers une agriculture moderne et intensive qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région

CHAPITRE II

Etude climatologique

Introduction :

Le climat est un facteur primordial qui conditionne la vie végétale ainsi que la production agricole. Tous les facteurs climatiques à savoir : température, vent, précipitation ; l'humidité relative et l'évaporation influent sur les cultures envisagées dans leurs cycle végétatif et sur leurs besoins en eau.

II.1 Pluviométrie :

La précipitation est un facteur climatique très important, elle nous permet de connaître les périodes où les cultures ont besoin en irrigation ou non

La quantité des précipitations dans notre région met en évidence l'influence sur le climat de la région de deux centres: du Sahara et de la Méditerranée. Qui est caractérisée par une augmentation de précipitations en fonction de l'altitude.

Les pluies moyennes annuelles sont de l'ordre de **384mm** dans la région chelghoum laïd. Le tableau ci-après donne les précipitations réparties par mois, leur total annuel.

Tableau II.1 : répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm de Chelghoum laïd de l'année (1992-2013)

Dénomination	Mois												Année
	J	F	M	A	M	J	JU	Aou	Sep	Oct	Nov	De	
Précipitations (mm)	41.88	34.42	31.06	32.84	36.59	15.9	8.89	9.32	33.55	24.36	31.42	48.07	384.3

Source: Office Nationale de météorologie (ONM)

Après l'analyse de ces données on remarque :

Les mois les plus pluvieux sont les mois de septembre jusqu'à Mai.

Les mois les moins pluvieux sont les mois de Juin, Juillet et Août.

II.2 la température :

Le régime de température dans notre région d'étude est caractérisé Par un été sec et très chaud et un hiver froid et humide.

Les températures d'air moyennes et extrêmes moyennes, mensuelles dans la région étudiée, sont Présentées dans le tableau ci-après

Tableau II.2 : températures mensuelles et annuelles de l'année (2002-2013)

Mois	J	F	M	A	Mai	JU	Jui	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
Tmax	11.1	12.6	15.8	18.6	26.1	31.2	33.8	35.8	26.5	22.8	17.3	13.2
Tmin	2.1	2.8	4.6	6.4	11.3	14	18.6	18	15.1	12.4	7.5	4.2
Moyenne	6.6	7.7	12.5	12.5	18.7	22.6	26.2	26.9	20.8	17.6	12.4	8.7

Source: Office Nationale de météorologie (ONM)

L'analyse du tableau des données de températures, montre que:

- La température moyenne mensuelle minimale est au mois de Janvier elle est de 9.7°
- La température moyenne mensuelle Maximale est au mois de Juillet elle est de 22.1°
- La température moyenne Mensuelle est de 16.1

II-3 .Humidité relative:

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale.

Les résultats d'observation sont représentés dans le tableau ci-après

TableauII.3: Distribution mensuelle de l'humidité relative de l'air de l'année (2001-2012)

Mois	J	F	M	Av	Mai	Jui	Jui	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Humidité	78	76	71	69	63	54	49	50	64	69	74	77	661.7

Source : ANRH Constantine.

Le mois le plus sec est juillet dont l'humidité relative moyenne est de l'ordre de 49%, les mois les plus humides étant décembre et janvier dont l'humidité relative moyenne varie dans les limites de 77-78.

II.4 Le vent:

La fréquence annuelle des vents dominants par directions est donnée dans le tableau suivant:

Tableau II.4.1 Distribution fréquentielle du vent à la station de Constantine de l'année (2002-2013)

Direction du vent	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W	Vent calme	Total
Pourcentage par direction	11.68	2.55	2.40	3.06	4.64	8.13	10.23	13.82	43.39	100

Source : ONM ALGER.

Tableau II.4.2: Vitesse du vent de la station de Hammam Grouz de l'année (2002-2013)

Mois	J	Fe	Mar	Av	Mai	Ju	Juil	Ao	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Vitesse de vent(m /s)	1.7	1.7	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.4	1,2	1.5	1.5	1.7

Source: ONM ALGER

La vitesse moyenne annuelle du vent est de 1,4m/s .La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,1m/s (juillet-août), la vitesse moyenne mensuelle maximale du vent est de 1,7 m/s (décembre-mars).

La vitesse moyenne maximale du vent est plus de 20 m/s. Dans les cas extrêmes, pendant le déplacement des fronts atmosphériques, la vitesse du vent peut dépasser 40 m/s.

II.5 Siroco:

C'est un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles.

Les vents nommés «sirocco» peuvent être observés à tout mois de l'année. Le nombre moyen mensuel de jours avec sirocco, selon les données de la station météo de CONSTANTINE pour la période de 1999 à 2012, figure au tableau suivant:

Tableau II.5: Nombre de jours de sirocco de l'année(1999-2012)

Mois	J	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nol	Dec	Année
Nombre de jours avec	0.4	0.5	1,1	1.8	1.9	1.2	3.4	6.1	1,9	2.3	1.1	1.0	22.7

Source: Office Nationale d'irrigation et de drainage(ONID)

II.6 Insolation: l'insolation est représenté dans le tableau suivant :

Tableau II.6:Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale(h) (1999-2012)

Station	J	F	M	A	Mai	Ju	Jui	Ao	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Constantine	175.07	185.94	236.6	250.91	289.31	318.41	350.98	295.26	243.7	223.91	168.7	159.44	240,18

Source :Office Nationale d'irrigation et de drainage(ONID)

L'examen de ce tableau montre que la durée d'insolation est importante durant les mois de mars à octobre et moins importante du mois de novembre à février.

II.7 La Neige:

Le nombre moyen mensuel de jours avec de la neige tombante et avec une couche de neige, Selon les données de la station météo Ain El Bey(Constantine), figure au tableau suivant:

Tableau II.7:le nombre de jour avec de la neige et avec une couche de neige. (1998-2011)

Mois	J	F	M	A	Mai	Ju	Jui	Ao	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Nombre de jours avec de la neige	0.7	2	1	0.7	0	0	0	0	0	0	0.6	0.4	5.4

Source: Office Nationale d'irrigation et de drainage(ONID)

La neige peut tomber en période novembre avril.

Le nombre moyen de jours avec de la neige tombante est de 5.4 jours.

II.8 Evaporation :

Les valeurs de l'évaporation du plan d'eau libre sont adoptées d'après les données observées au barrage de hammam kerrouz. Elles sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau. II.8

Evaporation mensuelle et annuelle à la station hammam grouz (Période : 1992 – 2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann	
Evap	Mm	40,9	44,8	63,6	70,6	100,1	147,4	193,4	188,1	120,5	91,1	57,3	43,4	1161,2
	%	3,51	3,85	5,47	6,07	8,61	12,68	16,63	12,79	10,63	7,84	4,93	3,73	100

Source : ONM

L'examen de ce tableau montre que l'évaporation est importante durant les mois de mai à juillet. Ce dernier donne un volume évaporé de 16,63 %. La faible valeur de l'évaporation est enregistrée au de janvier où le volume évaporé est de 3,51 %.

II.9 Classification du climat :

D'après l'indice d'aridité de Marton I_A :

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

Avec :

P: précipitation annuelle en mm.

T: température moyenne en (°C).

$$AN: I_A = \frac{P}{T+10} = \frac{348.3}{16.1+10} = 13.34$$

Le tableau de référence suivant permet de préciser le type de climat de notre région d'étude:

Tableau II.9: Classification du climat

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

Selon la classification de MARTONE; notre climat est sec ($10 < I_A < 20$), ce qui rend l'irrigation souvent indispensable

II-10 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER

Il s'agit selon les principes qui trace en (1905) d'exprimer la sécheresse globale d'un climat en comparant la dépense en eau (évaporation et transpiration) au gain (précipitation) par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

Expression définitive du quotient Q :

$$Q = \frac{1000 * P}{\left(\frac{M + m}{2}\right)(M - m)}$$

Tel que :

P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$$P = 348.3\text{mm}$$

$$M = 35.8^\circ\text{c}$$

$$m = 6.6^\circ\text{c}$$

On aura :
$$Q = \frac{2 * 1000 * 348.3}{(35.8 + 273)^2 - (6.6 + 273)^2} \approx 58.49$$

Et se référant au diagramme bioclimatique, la valeur de Q situe notre zone comme suit :

L'étage bioclimatique : semi aride Sous l'étage: hiver tempéré

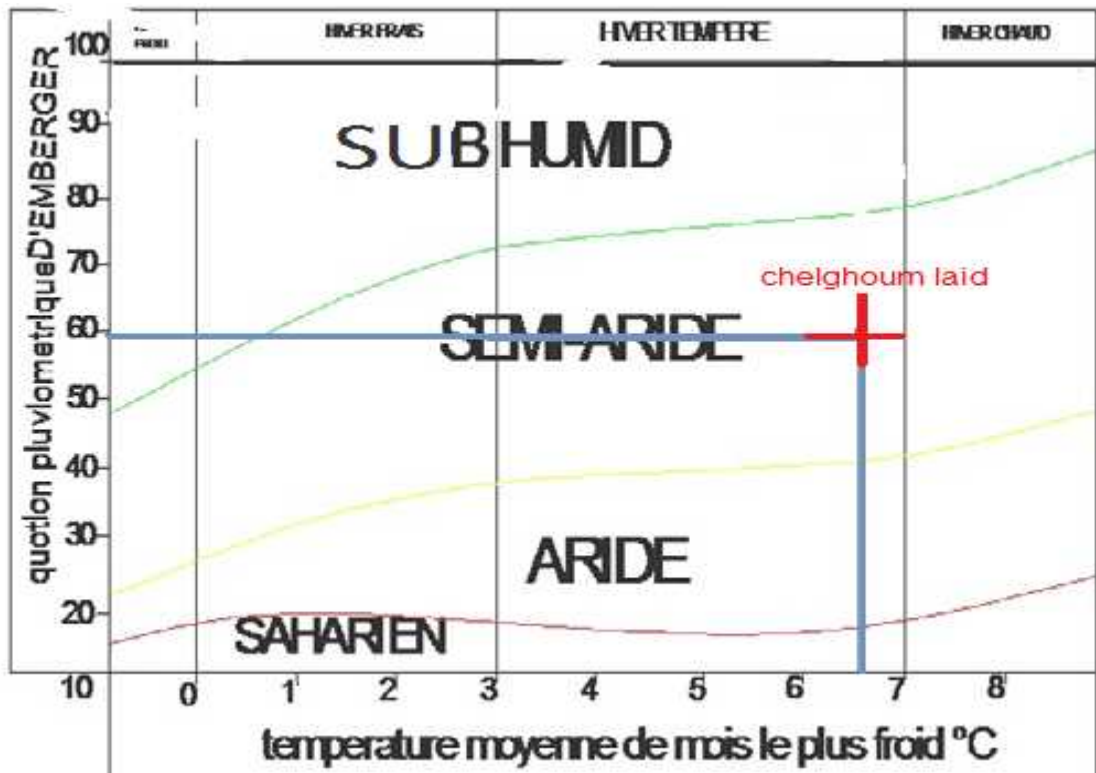


Figure II.1 Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

II.11 le diagramme ombrothermique de Gausson :

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnées les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies, dont l'échelle des T (°c) est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations il y'a sécheresse totale, cette période d'après le graphe.

Tableau II.11: les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies

	Mois											
	J	F	M	A	M	Ju	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Pmoy	41.88	34.42	31.06	32.84	36.59	15.9	8.89	9.32	33.55	24.36	31.42	48.07
T°moy	6.6	7.7	12.5	12.5	18.7	22.6	26.2	26.9	20.8	17.6	12.4	8.7
2T	13.2	15.4	25	25	37.4	45.2	52.4	53.8	41.6	35.2	24.8	17.4

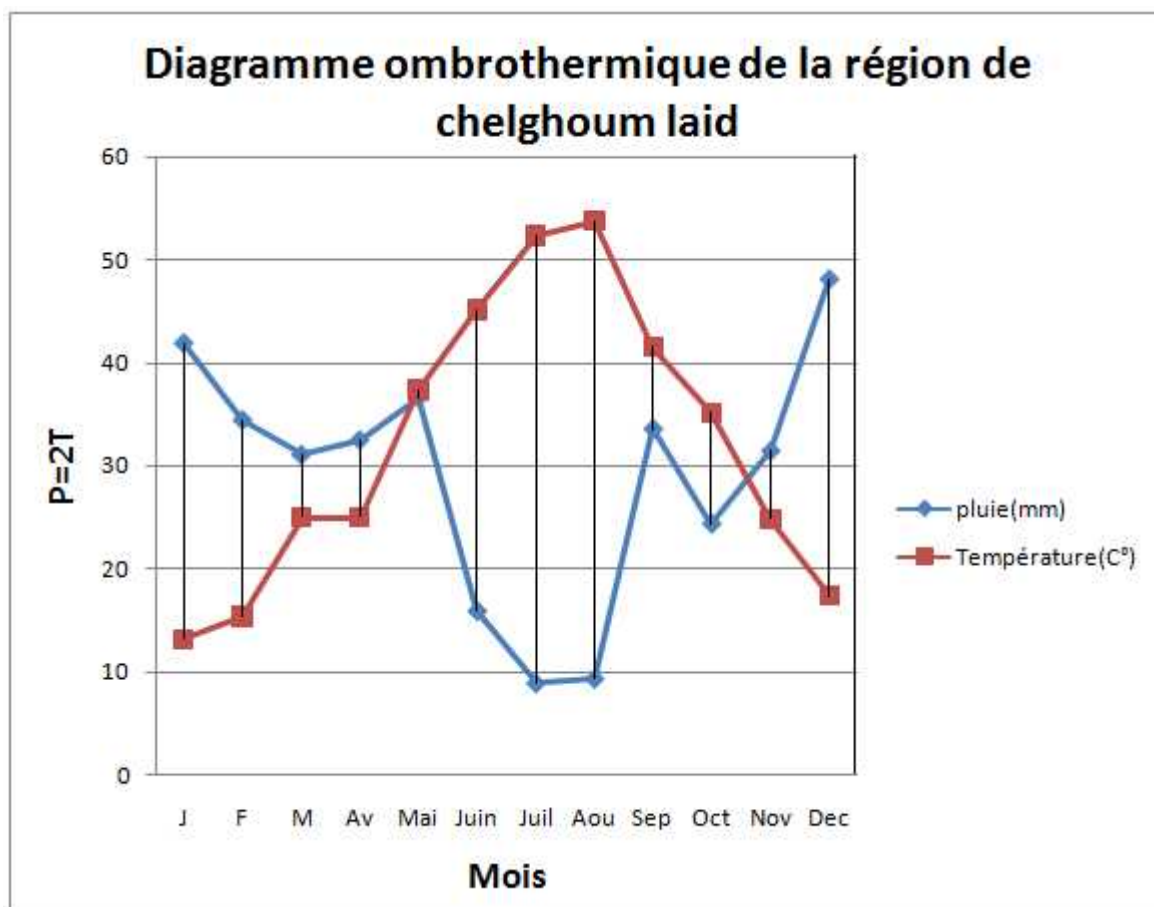


Figure II.2 diagramme Ombrothermique de Gossen

Conclusion

On peut conclure que les caractéristiques de notre région est comme suit :

- La pluviométrie moyenne annuelle est de 384 mm/an et une température moyenne annuelle est de 16.1°.
- La période sèche s'étale de la fin de mois de Mai jusqu'à la fin du mois d'Octobre
- Finalement on peut dire que le climat de Chelghoum Laid est semi aride et l'irrigation est souvent indispensable.

CHAPITRE III

Ressources en sol

Introduction:

La pédologie est l'étude de reconnaissance des sols. En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir. Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement sont essentiels à connaître dans un périmètre d'irrigation, et il s'agit pour un Ingénieur de bien dimensionner le réseau de distribution ou pour les usagers de bien utiliser l'eau qui est mise à leur disposition.

III.1 Classification des sols de la zone d'étude :**III.1.1 Les sols calcimagnésiques :**

Ces sols se localisent essentiellement à l'ouest de périmètre, Ces sols se caractérisent surtout par la présence de croûtes et d'encroûtements calcaires à faible profondeur. Ils sont de type A/B/C où l'horizon B est un horizon d'accumulation de calcaire. Il s'agit en fait surtout de sols bruns calcaires à accumulation calcaire plus ou moins prononcée. L'armoise constitue l'essentiel de la végétation naturelle de ces sols.

Ils sont caractérisés par des taux moyens d'argile (23.51%). La matière organique est faible (MO = 1,23 %), la conductivité électrique faible (CE = 0.65 dS/m), une CEC moyenne (CEC = 21.48 meq /100gr sol), le pH est alcalin (pH = 8,04). Les valeurs de la densité apparente indiquent une bonne porosité et une bonne structure du sol.

III.1.2 Les sols minéraux bruts

Ces sols occupent une très petite surface au Nord -Ouest de la zone de l'étude. Ce sont des sols minéraux bruts, d'origine non climatique, d'érosion sous forme de mélange régosols/lithosols.

III.1.3 Les sols peu évolués

Dans la zone d'étude, les sols peu évolués sont très bien présentés et occupent de grandes superficies dans la zone de chelghoum laid –Oued Athmania .Ce sont des sols peu évolués vertiques, modaux avec quelques parcelles, près de l'oued, qui sont hydromorphes. Les sols peu évolués se caractérisent par un taux d'argile moyen (22.50 %), un taux de calcaire total (40.52%), un taux de matière organique faible (1,26 %), une conductivité électrique faible (CE= 1.41 dS/m), une CEC moyenne (CEC = 19,41 meq/100gr sol), et un pH légèrement alcalin (7.87). La densité apparente indique une bonne porosité du sol.

Les bases échangeables sont dominées par le calcium (Ca^{++}) dont les valeurs sont les plus élevées par rapport les autres bases, le Magnésium (Mg^{++}), le potassium (K^+) et le sodium (Na^+).

III.2. Description de Profil :

0-40 cm : 10YR6/3, à l'état sec, texture limono-argileuse, quelques fentes de retrait jusqu'à 35 cm, beaucoup de restes de racines,

40-110 cm : 10 YR 7/3, châtain motteux à l'état sec, structure polyédrique moyenne, texture limoneuse fine, charge en cailloux 12-15%, peu de racines.

110-150cm: 7,5 YR 6/4, à l'état sec, structure polyédrique grossière, texture limoneuse très fine pas de racines, charge en cailloux de 5% de gravier, quelques taches d'hydromorphe de couleur bariolé à 50%.

II.3 Géomorphologie

La plaine étudiée se situe à des altitudes qui varient entre 740 et 800 mètres. Le relief est généralement favorable à l'utilisation agricole des terres et leur irrigation : topographie plane ne dépassant pas 2 à 3 %.

Tableau. III.1: Caractéristique de profile (Fiche analytique)

Profondeur (cm)	0-40	40-110
GRANULOMETRIE**		
Argile%	28,89	12,86
Limon fin%:	38,92	55,56
Limon grossier%:	2,34	13,5
Sable fin%:	19,6	12,23
Sable grossier%:	10,25	5,85
MATIERES ORGANIQUES*		
Matières organiques %:	1,3	0,7
Carbone(C)%:	7,5	4,3
Azote (N)%:	0,76	0,42
Rapport C/N:	10	10
RESERVES MINERALES		
P ₂ O ₅ total%:		
P ₂ O ₅ assimilable (ppm)		
.*	53	31
CaCO ₃ total%:		
CaCO ₃ actif %:*	13,8	14,2
K ₂ Ototal %:		
Gypsetotal%:		
BASES CHANGEABLES**		
Ca ⁺⁺ (meq/100g)	6,3	19,2
Mg ⁺⁺ (meq/100g)	2,06	4
K ⁺ (meq/100g)	0,4	0,68

Na ⁺ (meq/100g)	0,15	0,07
T(NH ₄)(meq/100g)		
CEC(meq/100g):	8,91	23,95
SOLUTION DU SOL*		
%Saturation:		
pH:	8,2	8,2
CE(millimohs/cm):	0,2	0,2
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES		
Densitéréelle:***	2,62	2,58
Densitéapparente:**	1,27	1,03
pF4,2***	11,26	13,12
pF3,0***	15,56	20,33
pF2,5***	20	25,08
Vitesse d'infiltration (cm/j)	20	20

La source (DRE mila)

II.4. Etat physique du sol

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales la texture et la structure.

1. Texture

La texture d'un sol, soit la répartition de la taille de ses éléments

Constitutifs, est caractérisée par une courbe granulométrique. Cette courbe représente, en fonction du diamètre apparent, les proportions pondérales d'éléments de tailles inférieures et s'obtient en appliquant successivement diverses techniques de séparation (tamisage, sédimentation ...) à un échantillon de sol.

2. Structure

La structure d'un sol peut être appréhendée sous l'angle du mode d'arrangement de ses particules élémentaires ou, de façon plus quantitative, par le réseau d'espaces lacunaires issus de cet arrangement.

L'état de structure est contrôlée par la porosité, qui est le rapport du volume des vides du sol et le volume total, exprimé en % .elle dépend de la texture des sols,

La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le Coefficient K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sol imperméable $K < 10^{-6}$ m/s.

Sol peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s .

Sol perméable $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$. m/s.

Sols très perméables $K > 5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Pour notre périmètre on a $k=2.31 \cdot 10^{-6}$ m/s. on est dans la 2^{ème} condition :

Sol peu perméables $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s .

II.5 Analyse chimique du sol

D'après l'analyse chimique qui est faite on peut dire que :

Le sol n'est pas salin parce que $C.E < 4$ mmhos / cm

Le sol n'est pas vraiment riche en matière organique

La valeur du pourcentage de la matière organique dans les différents horizons, et le rapport C/N qui varie entre 9 et 11, ceci induit qu'il y'a une bonne décomposition de la matière organique.

On a le SAR < 13 , donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.

II.6.L'aptitude culturale des sols

Dans cette étude qui nous amène au choix des cultures, on se basera sur plusieurs facteurs, qui sont :

-La texture de sol

-la topographie

-la perméabilité

-la qualité de l'eau

.-le climat

Le climat de la région est un climat semi aride. L'humidité relative de l'air est de 48 à 78 %.

La température moyenne est de 6,6 à 26,9°C .La pluviométrie moyenne est de 570,53.mm /an.

L'analyse pédologique de la parcelle a montré que le sol a une conductivité électrique très faible, $CE=0.2$ mmhs/, le PH est légèrement basique, il est de 8.2. le taux de matière organique est faible 0,7 à 1.3 %. Donc ce sol peut convenir pour la plupart des cultures après un apport d'engrais.

L'analyse de l'eau d'irrigation nous montre qu'on a une eau de salinité faible, faiblement alcaline. Alors pour la qualité de l'eau on n'a aucun problème.

Alors, ce sol est favorable à la plupart cultures méditerranéennes (arboriculture, maraichère, culture industrielle et cultures céréalières et fourragères).

Les spéculations que nous venons d'énumérer ne peuvent malheureusement pas être toutes être introduites dans les plaines de chlgoum laid–Oued athmania , à cause de l'altitude, du climat de la région , sans oublier l'intérêt économique que peuvent apporter certaines variétés

Il serait donc difficile, pour eux, d'entreprendre les cultures de nouvelles variété, notamment certains arbres fruitiers ainsi que certaines cultures industrielles

II.6.1 Arboriculture

Sauf qu'elles ont en général, des exigences en eau plus élevées que les autres cultures les la plupart des arboricultures sont adaptées avec les caractéristiques climatiques et topographiques de notre région et même la qualité de l'eau nous permettent de choisir la plupart des arboricultures

II.6.2 Cultures industrielles :

A cause de l'altitude, le coton sera difficile à introduire dans la région

Par contre le lin réussit bien sur les sols à blé tendre : il peut prendre la place d'une céréale ou la suivre dans un assolement mais il ne peut la précéder

II.6.3 Cultures maraichères :

Ces cultures offrent en irrigué plus d'intérêt que les cultures précédentes

Toutefois pour obtenir de bons rendements certains travaux et aménagements sont nécessaires :

Implantation de brise-vents sous forme de haies

Des défoncements qui ameublissent le sol sur une profondeur de 50 à 60cm :leurs pratiques sont importantes , essentiellement pour les espèces à racines pivotantes

Des labours qui doivent être exécutés à la bonne période : le choix de leur date est important

De toutes les cultures marichaires la pomme de terre est la culture la plus avantageuse pour la région à condition de l'entourer de tous les soins qu'il exige

II.6.4 Cultures céréalières et fourragères :

Leur irrigation permet une augmentation très sensible de leurs rendements ces derniers deviennent beaucoup moins aléatoires, car en sec les rendements de ces cultures ne dépendent plus que des précipitations qui sont insuffisantes et mal réparties dans le temps .

L'irrigation permet également de limiter les dégâts causés par les gelées printanières

En outre , certaines cultures fourragères, en irrigué , telles que la luzerne , le bersim, le sorgho et le maïs ,peuvent être introduites avec succès dans cette région : elles permettront de développer l'élevage ,leurs résidus végétaux constitueront des amendements ,ces dernies contribueront à l'amélioration des sols de texture fine à très fine et de structure défavorable

Conclusion

Nous avons présenté au terme de ce chapitre, de la pédologie autrement dit toutes les caractéristiques du sol, ainsi que on a conclu que la totalité de sol de la région d'étude est de type limono-argileux.

Le sol est lourd, n'est pas salé avec une faible quantité en matière organique, c'est un Sol peu perméables .

Et en fin nous avons arrêté les cultures répondant à l'aptitude culturale du sol, climat, et qualité d'eau d'irrigation.

CHAPITRE V

Choix des techniques d'irrigation

IV.1 Eaux de surface

L'alimentation en eau de notre périmètre, sera assurée à partir des apports régularisés du bassin de l'Oued El Kébir, stockés dans les retenues de Bou Siaba et Béni Haroun, puis transférés vers le barrage intermédiaire de hammam kerrouz.

IV.1.1 Le barrage Beni Haroun

Le barrage Beni Haroun, en service depuis 2004, est situé sur l'Oued El Kebir à 3 km en aval de la confluence des Oueds Rhumel et Endja. La retenue Beni Haroun, en plus de son rôle de régularisation des apports, est destinée à l'écrêtement de crues exceptionnelles. La retenue régularise un volume annuel de 435 Hm³.

Le système de transfert d'eau à partir de la retenue Beni-Haroun est destiné à la satisfaction des besoins de l'alimentation en eau potable, industrielle et d'irrigation.

IV.1.1.1 Le système de transfère de barrage Beni Haroun

Le système de transfert d'eau comprend :

- Retenue de Bou Siaba ;
- Retenue de Beni-Haroun ;
- Retenue intermédiaire de **hammam kerrouz** ;
- Retenue intermédiaire de Taliz rdane ;
- Retenue intermédiaire de KoudiatMedaour ;

L'eau du barrage de Beni Haroun est relevée par pompage vers le bassin de compensation d'Ain Tinn puis de façon gravitaire vers le réservoir de hammam kerrouz en vue d'alimenter les agglomérations du Nord et du Sud de la wilaya de Mila et les centres urbains du Grand Constantine.

A l'aide d'une conduite métallique déployée sur une longueur de 11,4km, l'eau de la retenue de Beni Haroun, d'une cote minimale d'exploitation de 172m, sera relevée par pompage vers le bassin de compensation d'Ain Tinn, situé à 810 m d'altitude, soit une dénivellation de 638 m. C'est à travers ce bassin que transitera l'eau brute pompée pour être acheminée en direction des centres urbains du Nord de la wilaya de Mila (après traitement) Vers le réservoir de hammam kerrouz sur l'oued El Kaim (capacité totale de 33,6 Mm³ et volume utile de 25Mm³) compris entre les cotes 730et740m. Un tunnel d'une longueur de 6,4 km traverse le

Djebel El Akhal (1200m) pour transporter l'eau du bassin de compensation d'Ain Tinn vers le barrage réservoir de hammam kerrouz

IV.1.1.2. Caractéristiques principales de barrage de Beni-Haroun :

niveau normal (NNR)	200,0 m NGA
niveau des plus hautes eaux (NPHE)	214,8 m NGA
niveau minimum d'exploitation	172,0 m NGA
volume total	998 M.de m ³
volume de la tranche d'eau morte	246 M.de m ³
volume utile	752 M.de m ³



Figure. IV-1: Barrage de Beni-Haroun

IV.1.2 Barrage réservoir de hammam kerrouz :

La retenue intermédiaire hammam grouz se trouve au sud de la wilaya de Mila, dans le cours amont de l' oued El Athmenia sur son affluent de la rive droite qui est l'Oued El Kaim, dans la partie nord-Est du périmètre d'irrigation. Le volume total de la retenue est de 33,6 M.de m3, la superficie du plan d'eau au niveau normal est de 270 ha.

D'après le projet du barrage Beni-Haroun, les eaux seront allouées aux usagers et réparties dans les proportions suivantes:

- alimentation en eau potable et industrielle 50 %;
- irrigation 50 %.

Pour évaluer les volumes disponibles de l'eau il est nécessaire d'analyser la consommation de l'eau par les cultures au cours de la période végétale et comparer les résultats avec les volumes d'eau disponibles au niveau de l'ouvrage de la prise d'eau d'irrigation implantée à la digue de la retenue de retenue de hammam kerrouz. L'évaluation des ressources en eau disponibles sera faite par deux paramètres principaux :

- 1-Besoins en eau annuels des cultures.
- 2-Volumes d'eau maximale alloués pour les besoins d'irrigation.



Figure IV- 2: digue en terre et la du réservoir d'Oued Athmenia

IV.2 Estimation de la qualité de l'eau

Etant donné que la retenue de Beni-Haroun est ussez récent, les analyses hydrochimiques de l'eau prélevée dans la retenue elles -même ne permettent pas de former une série d'observations assez longue et rendent impossible les généralisations et conclusions en ce qui concerne la qualité de l'eau qui sera transférée pour l'irrigation du périmètre chelghoum laid

C'est pour cette raison que la qualité de l'eau a été estimée d'après les données disponibles pour la période de 2010 –2014 du poste hydrométrique Grarem sur l'Oued Rhumel qui contrôle 69 % du bassin versant de l'oued El Kebir, attendant au barrage Beni-Haroun. Il est à souligner que les eaux de l'Oued Rhumel, arrivées dans la retenue seront changées par suite de la dilution par les eaux de l' ued Endja, et se verront les transformations sous l'effet des facteurs climato-hydrologiques différents et des processus qui ont lieu dans la retenue elle-même (« floraison » de l'eau, précipitations atmosphériques qui tombent sur le réservoir, arrivée de l'eau dans la cuvette de la retenue à partir des versants et des berges etc.).

Les caractéristiques hydro chimiques de la qualité de l'eau prises d'après les données des observations du poste hydrométrique de Grarem sur Oued Rhumel pour la période de 2010 – 2014sont indiquées dans le **Tableau IV.3**

Au titre de critères principaux de l'évaluation de la qualité de l'eau nous avons pris les coefficients proposés par le Département agricole des USA et ceux proposés par Boudanov M.F. que l'on utilise en Ukraine pour les projets d'irrigation. Leur utilisation conjointe permet de définir le degré du risque d'accumulation des sels dans les sols et le degré de l'alcalinisation des sols à partir des indices et leurs combinaisons.

L'estimation de la qualité de l'eau d'après la teneur en sels est très importante, parce que l'irrigation avec de l'eau à forte teneur en sels fait accumuler les sels dans les sols et par conséquence, est la cause de la baisse des rendements des cultures, du ralentissement de la croissance des végétaux et à la fin des fins, de la perte des plantes. Tout de même l'excès du sodium peut provoquer l'alcalinisation et la dégradation de la structure du sol.

Les coefficients ci-avant indiqués ont été calculés par les formules suivantes :

$$\text{Boudanov M.F.: } 1 = \frac{Na}{Ca + Mg} ; \quad 2 = \frac{Na}{Ca} ; \quad 3 = \frac{\Sigma_{ions}}{\text{dureté}}$$

$$\text{Département agricole des USA : S.A.R.} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

où S.A.R. – coefficient d'absorption du sodium .

En fonction des valeurs des coefficients et de la conductivité électrique de l'eau mesurée à 25° , qui permet de rendre compte de la salinité globale des eaux il existe des limites admissibles et des critères d'appréciation des risques salin et alcalin des sols qui sont ci-dessous classés :

Boudanov M.F. :

- 1 0,7 ;
- 2 1,0 ;
- 3 4,0.

Département agricole des USA

Tableau IV-1 Conductivité électrique de l'eau (), mm Ohms/cm :

1 risque faible de salinité	0,25;
2 risque moyen de salinité	0,25 < 0,75;
3 risque élevé de salinité	0,75 < 2,25;
4 risque très élevé de salinité	> 2,25.

Tableau IV-2 S.A.R

S1 risque alcalin faible	0 – 10 ;
S2 risque alcalin moyen	10 – 18 ;
S3 risque alcalin élevé	18 – 26 ;
S4 risque alcalin très élevé	> 26

Tableau IV-3 : Analyse d'eau (barrage beni-Haroun)

Date préél	T°C eau	pH	CE à 25°Cmmhos/ cm	Composition des sels dissous (mg/l)							S.A.R
				Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	HCO ₃ mg/l	
01/08/2010	29	8,1	0,80	139,7	105,2	35	30	265	240	586	3,16
18/10/2010	17,5	7,6	0,87	3036,0	3002	200		255	298	390	3,64
15/11/2010	16	7,7	0,58	785,9	752	160	15	250	222	433	5,77
16/05/2011	24,5	8,2	0,76	2872,3	2838,1	140	11	230	298	427	2,62
29/06/2011	26	8,6	0,68	1037,7	1003,4	200	13	255	332	451	6,26
20/11/2011	14	7,9	0,90	1836,1	1802,1	177	11	250	230	494	4,15
07/03/2012	14	7,7	0,98	869,2	835,8	195	11	215	272	482	6,68
06/05/2012	25	7,8	0,75	907,4	873	205	13	250	269	537	6,87
11/06/2012	20	7,6	0,68	1254,7	1220,1	184	16	250	280	500	5,23
14/08/2012	9	7,9	0,58	544,1	510,1	104	11	45	500	395	4,53
23/09/2012	25	8,0	0,85	2244,0	2210	210	17	285	430	433	4,45
18/11/2012	14	7,5	0,97	1336,2	1302	154	16	210	376	378	4,24
04/12/2012	13	8,2	0,48	2398,2	2364,1	142	14	225	394	366	2,91
16/01/2013	11	8,1	0,68	1451,1	1417,4	128	7	160	268	336	3,38
10/02/2013	10	7,8	0,78	161,2	127,5	70	6	145	370	2440	5,83
11/03/2013	20	7,9	0,71	1318,0	1284,2	145	10	175	360	403	4,02
07/04/2013	20	8,3	0,73	2714,6	2680,1	134	131	185	324	427	2,58
12/05/2013	20	8,0	0,69	1057,6	1023,7	180	14	225	292	421	5,58
16/06/2013	26	7,9	0,65	2201,8	2167,3	208	16	275	308	525	4,45
14/07/2013	29	8,1	0,70	1213,9	1179,5	210	16	305	500	451	6,07
28/08/2013	29	8,1	0,82	2307,9	2273,5	280	10	480	324	153	5,85
11/12/2013	11	8,4	0,76	483,0	448,7	98	16	215	290	470	4,54
07/01/2014	10	8,4	0,74	721,8	687,8	180	16	240	308	561	6,78
05/02/2014	14	8,6	0,90	690,8	656,3	122	10	145	680	268	4,7
06/05/2014	19	8,6	0,84	8481,0	8446,5	230	2	210	312	549	2,5
09/07/2014	29	8,7	0,66	1197,9	1163,4	200	17	350	390	427	5,82
13/10/2014	18	8,0	0,64	254,2	220,1	69	6	100	258	146	4,48
09/12/2014	10	7,8	0,60	133,3	99,3	62	4	85	236	189	5,75
Sommes	2567	1219	20,8	43649	42694,4	23307	3221	35768	40801	53662	132,8
Moyens	17,83	8,24	0,74	1558,9	1521,9	157,48	21,91	241,68	275,68	362,58	4,7

La source (DRE mila)

IV.3. Interpretation des resultats :

On a $CE = 0.74 \text{ mmhs/cm}$ $S.A.R. = 4,7$

On peut classer notre eau dans :

l'eau répond à la classification pratique C2S1 c'est-à-dire elle présente un risque moyen de salinité, un risque alcalin faible.

donc, elle est conventionnellement bonne pour l'irrigation sans apport des éléments chimiques améliorants

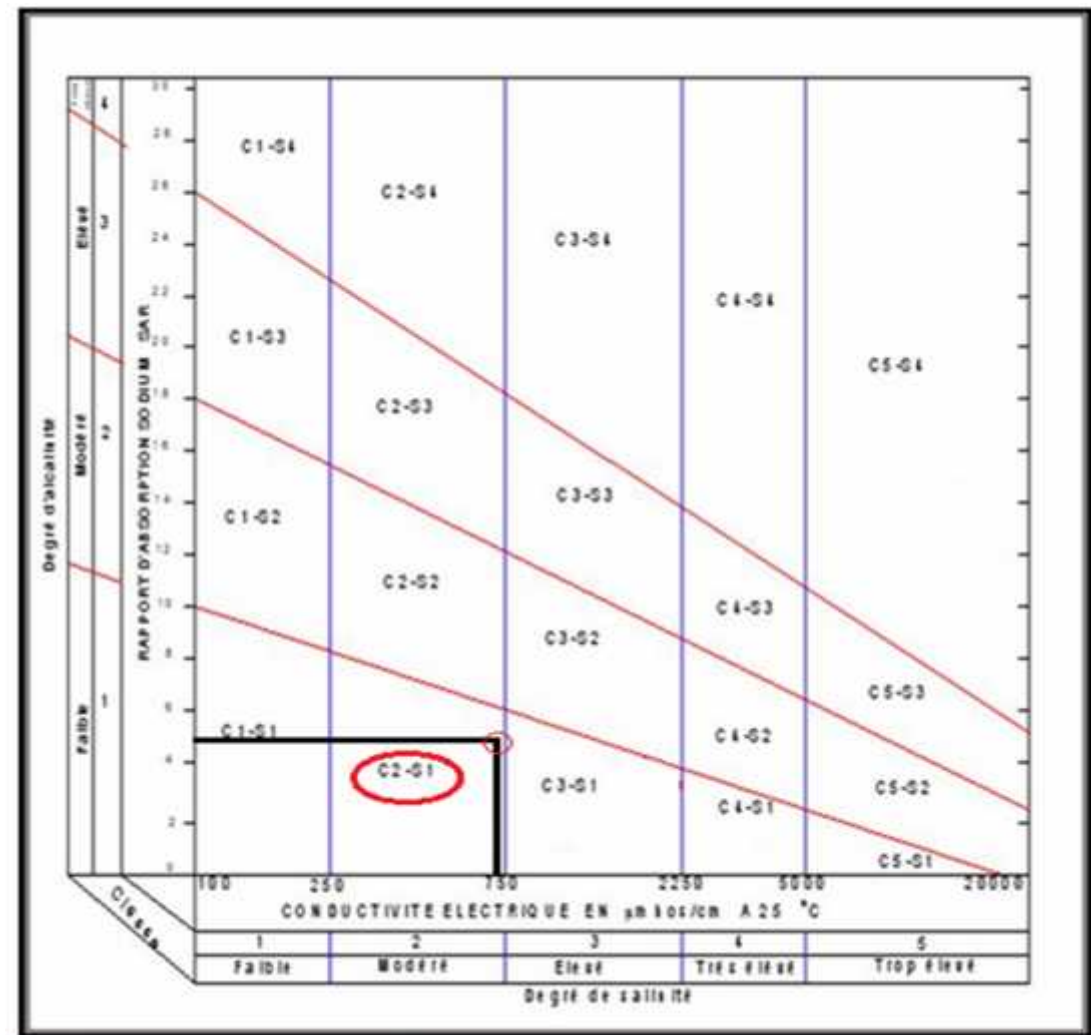


Figure IV.3 Diagramme de classification d'eau d'irrigation

IV.4 Partie Hydrologie

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

L'étude porte sur la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques

Tableau IV-4: Caractéristiques de station pluviométrique.

Nom de la station	Code	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observe
		X (Km)	Y (Km)			
BIR DRIMIL	100411	835.3	311.1	854	1992-2013	22

Tableau IV-5 La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de

BIR DRIMIL est donnée dans le tableau ci-après :

Année	Sept	Oct	nov	Dec	janv	fev	Mars	avril	mai	juin	juil	aout	Annuel
1992	55.6	31.4	41.5	12.3	31.7	26.5	70.4	5.4	16.4	0.5	0.5	0	292.2
1993	61.3	29.8	35.6	66.4	20.3	80.6	35.8	19.5	40.3	4.7	9.3	0.5	404.1
1994	19	27.3	12.5	23.6	33.8	26.3	28.4	25	13.4	11.2	0	1.2	221.7
1995	26.4	12.4	17.2	98.6	34.6	27	21.4	52.3	14.6	14.6	1	2.5	322.6
1996	49.4	16.2	10.4	21.5	55.9	7.4	16.4	31.2	32.5	7.1	0.5	9.6	258.1
1997	18.4	12.3	63	72.5	13	34.6	101.6	53.6	30.2	14.9	19.2	21.6	454.9
1998	29	45.4	15.9	26.2	53.5	47.8	47.3	49.1	95.4	6.6	16.9	2.5	435.6
1999	26.3	15.5	79.6	70.6	35	23.1	28	1.7	42.3	13.8	19.4	9.1	364.4
2000	14.7	9.6	18	50.8	29.5	31.2	20.6	19.2	14.2	0	2.9	2.6	213.3
2001	21.2	65.8	26.4	29.3	104.1	11.2	56.4	13.5	21.4	22	0	1	372.3
2002	56.2	5.9	26	11.2	92.7	168.3	21.3	71.4	56.9	70.9	18.5	18.4	617.7
2003	31.5	14.2	12.6	25.3	56.9	29.9	16.4	44.5	22.5	13.7	22.6	12.4	302.5
2004	53.8	96.6	68	53.5	7	43.1	25	43.1	43.4	24.1	0	5.9	463.7
2005	12	13.4	19.4	19.4	20.2	12.9	5.2	4.6	1.6	1.6	0.3	0	110.6
2006	34.6	20.7	51.7	109.4	7.3	10.1	5.2	26.4	82	56.2	3.5	22.7	429.8
2007	16.2	31.6	26.4	33.9	57.8	23	17.8	31.5	17.4	6.5	5.4	17.8	285.3
2008	45.7	3.4	13.5	11.2	8.5	14	4.5	4.5	8.6	3.3	16.5	38.5	172.2
2009	14.2	13.5	47.4	42.6	77.3	17	14.3	46.3	28	15.5	7.5	5	328.6
2010	29.2	19	13	50.2	54.3	8.3	31.4	51.2	85.9	37.8	32	16.5	428.8
2011	49.3	27.2	59.1	120.1	58.3	30.5	33.6	38.1	5.5	9.3	3.5	17.3	451.8
2012	32.7	12.5	17.6	45.3	42.8	54.5	11	27.9	117.7	7.2	7.6	0	376.8
2013	41.6	12.4	16.5	63.7	26.4	30.1	71.3	62.5	14.8	8.2	8.5	0	356.0
Pmoy	33.55	24.36	31.42	48.07	41.88	34.42	31.06	32.84	36.59	15.90	8.89	9.32	348.3

IV.5 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire, par l'utilisation du test de Wilcoxon qui servira pour le contrôle de l'homogénéité des séries de données des différentes stations.

Ce test consiste en :

chaque série d'observations est divisée en deux échantillons (X_1, \dots, X_n) et (Y_1, \dots, Y_m) avec $n < m$ et n, m représentent les tailles des deux échantillons.

On classe la série (XUY) par ordre croissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine (X ou Y).

La condition pour que la série soit homogène est :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

W_x : représente la somme des rangs des X_i

$$W_{\min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \dots \dots \dots (IV.1)$$

$$W_{\max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \dots \dots \dots (IV.2)$$

n : Taille de l'échantillon X ;

m : Taille de l'échantillon Y ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés dans le

tableau suivant :

Tableau IV-6 : Les résultats de l'homogénéité sont détaillés comme suit:

Rang	série d'origine	série-X	série-Y	TRRI	Y UX	Rang
1	292.2	292.2	463.7	617.7	X	11
2	404.1	404.1	110.6	463.7	Y	13
3	221.7	221.7	429.8	454.9	X	6
4	322.6	322.6	285.3	451.8	Y	20
5	258.1	258.1	172.2	435.6	X	7
6	454.9	454.9	328.6	429.8	Y	15
7	435.6	435.6	428.8	428.1	Y	19
8	364.4	364.4	451.8	404.1	X	2
9	213.3	213.3	376.8	376.8	Y	21
10	372.3	372.3	356.0	372.3	X	10
11	617.7	617.7		364.4	X	8
12	302.5	302.5		356.0	Y	22
13	463.7			328.6	Y	18
14	110.6			322.6	X	4
15	429.8			302.5	X	12
16	285.3			292.2	X	1
17	172.2			285.3	Y	16
18	328.6			258.1	X	5
19	428.8			221.7	X	3
20	451.8			213.3	X	9
21	376.8			172.2	Y	17
22	356.0			110.6	Y	14
					W_x	78

D'après le

tableau on a:

$$W_x = 112$$

$$W_{\min} = 85.28$$

$$W_{\max} = 144.72$$

$$73.77 < W_x < 156.23$$

La condition de **M^F Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de **BIR DRIMIL** est homogène.

IV.6 Etude fréquentielle des pluies annuelles

IV.6.1.Ajustement a la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste a :

- ✓ Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- ✓ Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots\dots\dots(IV.3)$$

Avec : n : Numéro d'ordre.

N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots\dots\dots(IV.4)$

L'écart type : $u = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$ Pour $n \geq 30 \dots\dots\dots(IV.5)$

La variable réduite de Gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{u} \dots\dots\dots(IV.6)$

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{u}{\bar{X}} \dots\dots\dots(IV.7)$

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYFRAN

Tableau IV-7:Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale)

T=1/q	q= F(X)(probabilité au non-dépassement)				
	T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
100	0.99	613	47.6	520	707
50	0.98	582	43.6	497	668
20	0.95	535	37.8	461	610
10	0.90	494	33.2	429	559
5	0.80	444	28.5	388	500
2	0.50	348	24.3	300	395
1.25	0.20	271	28.5	196	308

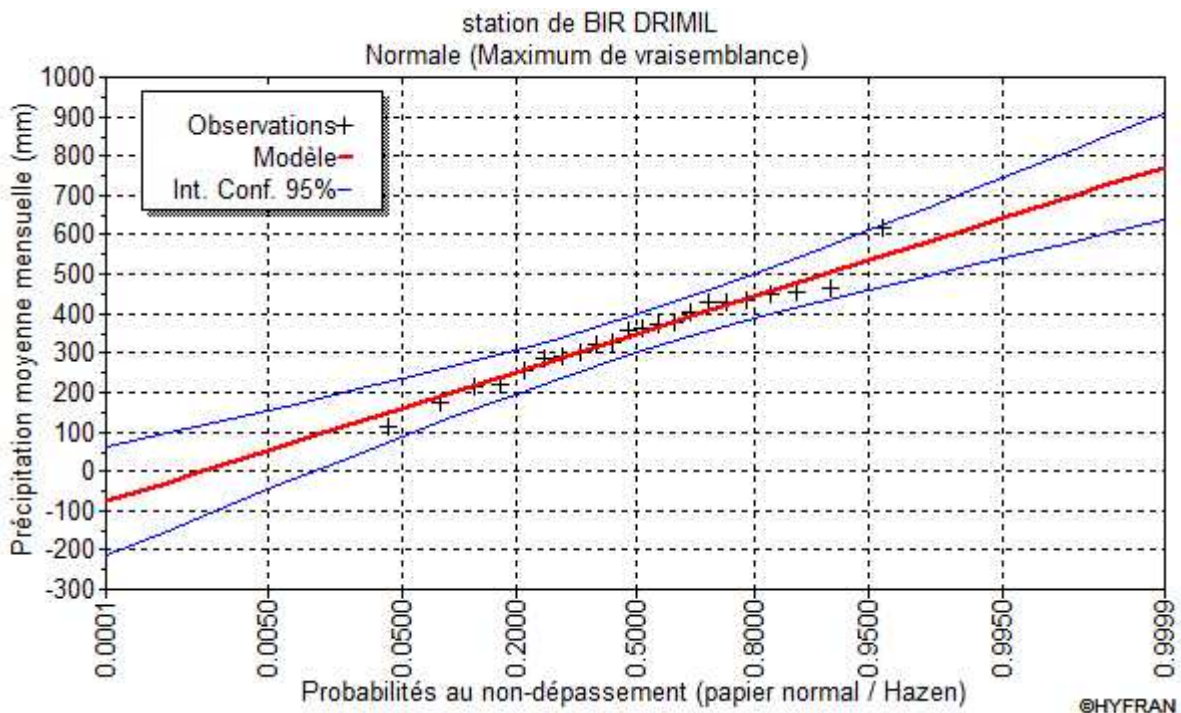


Figure IV-4: Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale

IV.6.1.1 Test de validité de l’ajustement à la loi choisie

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

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

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

$$V_{i=N} \int f(X)dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})]$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire t^2

dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l’expression suivante :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

Avec:

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

On calcule le nombre de degré de liberté γ :

On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson IV (voir tableau IV -5 ci-après)

Avec :

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.30 \quad \gamma = 4$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.34$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.55 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11.34$$

Donc l'ajustement est à considérer.

IV.6.2 Ajustement des pluies annuelles à la loi du log normale ou loi de Galton

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

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

$$\ln(X_p \%) = \ln(\bar{X}) + \delta \ln * U_p \%$$

$X_p \%$: précipitation probable à P%.

$U_p \%$: variable réduite de Gauss.

$\ln(\bar{X})$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$$\delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [\ln(X_i) - \ln(\bar{X})]^2} \quad \text{si } n < 30$$

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

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau IV 6.2, et dans la figure IV6.2:

Tableau IV-8: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale

q= F(X)(probabilité au non-dépassement)T=1/q					
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)	
100	0.99	799	128	548	1050
50	0.98	719	105	513	926
20	0.95	615	78.2	461	768
10	0.9	535	59.7	418	652
5	0.8	452	43.3	367	536
2	0.5	327	26.8	275	379
1.25	0.2	255	22.7	192	281

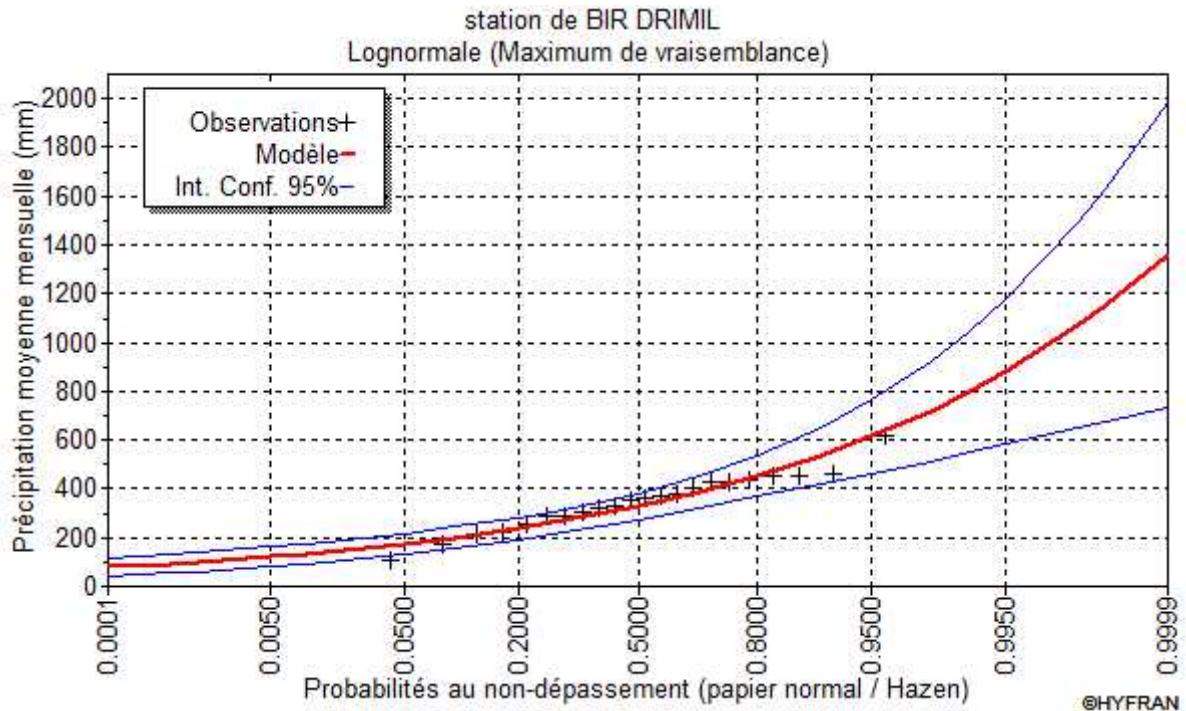


Figure IV-5 Ajustement des pluies annuelles à une loi de log-normale

IV6.2.1 Teste de validité a la loi log-Normale

D’après le logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants

$$\chi^2_{calculé}=7.45 \gamma=3$$

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

$$\chi^2_{théorique} = 11.34$$

$$\chi^2_{calculé}=7.45 < \chi^2_{théorique}=7.85$$

Conclusion :

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

IV.7 Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l’estimation de la Pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

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

$$P_i, 80\% = P \text{ moy de chaque mois} \times \frac{P_{th \text{ orique } 80 (\%)} \text{ mensuelle}}{P_{th \text{ orique } 50 (\%)} \text{ mensuelle}}$$

Avec : i : mois

On déduire les resultats

$P_{\text{théorique } 80\%} = 271\text{mm}$

$P_{\text{théorique } 50\%} = 348\text{mm.}$

Donc le rapport $(P_{80\%}/P_{50\%})=0.78$

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

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

Mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{i,\text{moy}}$ (mm)	41.88	34.42	31.06	32.48	36.59	15.9	8.89	9.32	33.55	24.36	31.42	48.07
$P_{i,80\%}$ (mm)	32.66	26.84	24.22	25.33	28.54	12.4	6.93	7.27	26.17	19.00	24.51	37.49

Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons définis les ressources en eaux disponibles dans la région de l'étude. On a constaté l'insuffisance de la ressource en eau actuelle pour cela dans le cadre de ce projet la principale ressource en eau sera celle de barrage réservoir de Hammam Kerrouz qu'elle a une capacité de 33.6 Hm³

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation de la retenue, on a constaté que la salinité < 0.75 mmhos/cm d'après la classification des eaux en Algérie et un degré d'alcalinité S.A.R<10 donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol.

CHAPITRE VI

Besoins en eau des cultures

Introduction

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 région

V.1. Les techniques d'arrosage des cultures

V.1.1 L'irrigation gravitaire

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

V.1.1.1 L'irrigation par ruissellement

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

a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement

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

b) les inconvénients

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

V.1.1.2 l'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente

Inférieur à 2 %.

a) Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

b) Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol

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

V.1.1.3 l'irrigation par infiltration

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

a) les avantages

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

b) Les inconvénients

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

V.1.2. l'irrigation par aspersion

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

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 très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- 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 salée, il y'aura danger pour le feuillage

V.1.3. l'irrigation localisée

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de goûteurs et s'écoule par ceux ci sous forme de gouttes avec un faible débit .

a) les Avantages

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

b) Les inconvénients

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés
- Apte seulement pour les cultures par rangée

V.2 Choix des techniques d'arrosage

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

V.2.1. Les contraintes naturelles**V.2.1.1 L'évaporation**

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante

V.2.1.2. Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisé par des vitesse faibles (1.7 m/s au moyen)

V.2.1.3 Le sol

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

V.2.1.4 La pente

La zone d'étude à une pente qui varie entre 2 et 3 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

V.2.2 Les contraintes techniques

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

V.2.3. Les contraintes agronomiques

Les cultures choisies pour notre cas sont de type (arboriculture et cultures maraichères)

- Arboriculture : (Olivier, agrumes, vigne)
- Cultures maraichères :(pomme de terre)

Conclusion

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par la goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport les autres techniques. Donc pour les cultures maraichères (pomme de terre) on opte pour l'irrigation par aspersion, pour les Arboriculture (Olivier, agrumes, vigne) on opte pour l'irrigation par le goutte à goutte.

CHAPITRE VI

Besoins en eau des cultures

Introduction

Le présent chapitre, se 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, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et des caractères des averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

Tableau VI.1 : caractéristique de parcelle

parcelle	Cultures	surface (ha)
1	Olivier	32.26
2	vigne	29.8
3	Pomme de terre	39.87
4	Agrumes	38.56
Totale		140.49

VI.2 Besoins en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

VI.3.L'évapotranspiration

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique).

Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes.....). Nous distinguons :

VI.3.1.L'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP)

Cette l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

VI.3.2.L'évapotranspiration réelle (ETR)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. Elle est donnée par l'expression suivante :

$$ETR_{\text{CULTURE}} = ET_0 * K_C$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural qui dépend du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

VI.4.Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi lesquelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe) :
 - Les stations expérimentales.
 - Méthode de bilan hydrique.
 - Méthode de bilan thermique.
 - Formules empiriques.

- Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles :
 - Formule de Blaney-Criddle.
 - Formule de Turc.
 - Formule d'Ivanov. (URSS)
 - Formule de Penman.

a-Formule de Blaney-Criddle

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETR = (0,457T + 8,13) * K * P$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour).

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique.

T : Température moyenne mensuelle en °C.

b-Formule de turc (France1960)

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression :

$$ETR = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15}$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considérée, en °C

I_g : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm²/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression suivant :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} + \left(1 + \frac{50 - H_r}{70} \right)$$

Avec

T : Température moyenne de la période considéré en (°C).

H_r : L'humidité de l'air en %.

I_g : Radiation globale en (cal/cm²/jour).

Tel que :

$$I_g \leq I_{gA} \quad 0,80 < 0,62 \frac{h}{H}$$

Avec :

I_{gA} : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois).

h : Durée d'insolation en (heure/mois).

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; **CROPWAT** version **8.0**, qui permet le passage, de l'évaporation à l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman & Monteith** (ou Penman modifiée).

c-Méthode de Penman & Monteith

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présente comme suit :

$$E_{T_0} = C \left[W + \frac{R_n}{\Delta} \right] \left(\frac{e_a - e_d}{\Delta} \right) F(u)$$

Où :

E_{T_0} : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

$F(u)$: Fonction liée au vent.

e_a : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de **Penman & Monteith**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiables suivantes (Chapitre1) :

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau n°VI-1 nous représentons l'évapotranspiration de référence ET₀ calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** selon la formule de **Penman modifié** (ou Penman & Monteith).

Tableau VI.2: Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman & Monteith

EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE ET₀ DE PENMAN-MONTEITH							
Station climatique : Tadmit Pays : Algérie							
Altitude : 1030 mètres							
Mois	Tmax (°c)	Tmin (°c)	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insola. (Heures)	Radiation (MJ/m ² .Jour)	ET ₀ - PenMon (mm/jour)
Janvier	11.1	2.1	78.0	1.7	5.6	9.5	1.11
Février	12.6	2.8	76.0	1.7	6.6	12.6	1.53
Mars	15.8	4.6	71.0	1.7	7.6	16.7	2.37
Avril	18.6	6.4	69.0	1.6	8.3	20.3	3.13
Mai	26.1	11.3	63.0	1.3	9.3	23.3	4.33
Juin	31.2	14.0	54.0	1.2	10.6	25.7	5.34
Juillet	33.8	18.6	48.0	1.1	11.3	26.4	5.78
Août	35.8	18.0	50.0	1.1	9.5	22.5	5.37
Septembre	26.5	15.1	64.0	1.4	8.1	18.2	3.72
Octobre	22.8	12.4	69.0	1.2	7.2	14.1	2.55
Novembre	17.3	7.5	74.0	1.5	5.6	9.9	1.61
Décembre	13.2	4.2	77.0	1.5	5.1	8.4	1.12
ANNEE	9.8	22.1	66	1.4	7.9	17.3	3.11

VI.5. Traitement des données pluviométriques

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations.

VI.5.1. Précipitation moyenne mensuelle

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométrique, la pluviométrie mensuelle moyenne.

VI.5.2. Précipitation de projet (ou l'année de calcul)

La quantité de précipitations sur laquelle on peut compter **quatre années** sur cinq, correspond à une **probabilité de 80%** et représente une année « **Normale** » **Sèche**, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent **précipitation de projet**.

Les précipitations mensuelles sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau VI.3: précipitation mensuelles de projet.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	ANN
P80%	23,03	21,81	22,8	24,7	26,9	24,09	23,26	21,51	21,51	8,21	5,32	11,55	234,69

VI.6. Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 8.0 nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

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

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode de pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles de **P80%** et **Peff** sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau VI.4 : Précipitations efficaces dans la zone de projet

Cropwat:8.0		
Mois	Précipitation (mm)	Pluie efficace (mm)
J	32.66	26.13
F	26.84	21.47
M	24.22	19.38
A	25.33	20.26
M	28.54	22.83
J	12.4	9.92
J	6.93	5.54
A	7.27	5.82
S	26.17	20.94
O	19.00	15.2
N	24.51	19.61
D	37.49	29.99
Ann	271.37	217.10

VI.7. Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETR - (P_{eff} + RFU)$$

Avec :

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

ETR : évapotranspiration réel (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$RFU = Y(H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z$$

Avec

Y : degré de tarissement

D_a : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement (mm)

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

P_{eff} : Pluie efficace $P_{eff} = A \cdot \text{pluie}$; ou A=0,8 à 0,9

L'irrigation se fait lorsque B>0

Tableau VI.5 : représentation des valeurs du coefficient (K_c)

Culture	J	F	M	a	M	J	J	A	S	o	N	d
Vigne	0,2	0,25	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	0,75	0,65	0,5	0,35	0,2
Olivier	0,6	0,6	0,65	0,65	0,75	0,75	0,75	0,75	0,65	0,65	0,6	0,6
agrumes	0,64	0,64	0,68	0,7	0,71	0,72	0,72	0,7	0,62	0,67	0,66	0,65
terre pm de			0,7	1,1	1,15	0,8						

Tableau VI.6 : Besoins en eau d'irrigation pour les vignes

mois	K_c	ET_0 (mm/j)	ET_0 (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P_{eff} (mm)	RFU (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)
J	0,2	1,11	34,41	6,88	26,13	35,77	-55,02	0
F	0,25	1,53	42,84	10,71	21,47	51,19	-61,95	0
M	0,3	2,37	73,47	22,04	19,38	50,62	-47,96	0
A	0,5	3,13	93,9	46,95	20,26	23,05	3,64	3,64
M	0,7	4,33	134,23	93,96	22,83	0	71,13	71,13
J	0,8	5,34	160,2	128,16	9,92	0	118,24	118,24
J	0,8	5,88	182,28	145,82	5,54	0	140,28	140,28
A	0,75	5,37	166,47	124,85	5,82	0	119,03	119,03
S	0,65	3,72	111,6	72,54	20,94	0	51,60	51,60
O	0,5	2,55	79,05	39,53	15,2	0	24,33	24,33
N	0,35	1,61	48,3	16,91	19,61	0	-2,71	0
D	0,2	1,12	34,72	6,94	29,99	12,67	-35,71	0

Tableau VI.7 : Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

mois	K_c	ET_0 (mm/j)	ET_0 (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P_{eff} (mm)	RFU (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)
J	0,6	1,11	34,41	20,65	26,13	9,34	-14,83	0
F	0,6	1,53	42,84	25,70	21,47	9,77	-5,54	0
M	0,65	2,37	73,47	47,76	19,38	0	28,38	28,38
A	0,65	3,13	93,9	61,04	20,26	0	40,78	40,78
M	0,75	4,33	134,23	100,67	22,83	0	77,84	77,84
J	0,75	5,34	160,2	120,15	9,92	0	110,23	110,23
J	0,75	5,88	182,28	136,71	5,54	0	131,17	131,17
A	0,75	5,37	166,47	124,85	5,82	0	119,03	119,03
S	0,65	3,72	111,6	72,54	20,94	0	51,60	51,60
O	0,65	2,55	79,05	51,38	15,2	0	36,18	36,18
N	0,6	1,61	48,3	28,98	19,61	0	9,37	9,37
D	0,6	1,12	34,72	20,83	29,99	0,00	-9,16	0

Tableau VI.8 Besoins en eau d'irrigation pour les agrumes

Mois	Kc	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM(mm/mois)	P _{eff} (mm)	RFU	B _{net}	B _{net}
J	0,64	1,11	34,41	22,02	26,13	7,97	-12,08	0
F	0,64	1,53	42,84	27,42	21,47	6,68	-0,73	0
M	0,68	2,37	73,47	49,96	19,38	0,00	30,58	30,58
A	0,7	3,13	93,9	65,73	20,26	0,00	45,47	45,47
M	0,71	4,33	134,23	95,30	22,83	0,00	72,47	72,07
J	0,72	5,34	165,54	119,19	9,92	0,00	109,27	105,42
J	0,72	5,88	182,28	131,24	5,54	0,00	125,70	125,70
A	0,7	5,37	166,47	116,53	5,82	0,00	110,71	110,71
S	0,68	3,72	111,6	75,89	20,94	0,00	54,95	54,94
O	0,67	2,55	79,05	52,96	15,2	0,00	37,76	38
N	0,66	1,61	48,3	31,88	19,61	0,00	12,27	12,27
D	0,65	1,12	34,72	22,57	29,99	0,00	-7,42	0

Tableau VI.9 Besoins en eau d'irrigation pour la pomme de terre

mois	Kc	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)	ETM(mm/mois)	P _{eff} (mm)	RFU(mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J		1,11	34,41	0	26,13	63,33	-89,46	0
F		1,53	42,84	0	21,47	63,33	-84,80	0
M	0,7	2,37	73,47	51,43	19,38	63,33	-31,28	0
A	1,1	3,13	93,9	103,3	20,26	0	83,03	83,03
M	1,15	4,33	134,23	154,38	22,83	0	131,55	131,55
J	0,8	5,34	160,2	128,16	9,92	0	118,24	118,24
J		5,88	182,28	0	5,54	9,92	-15,46	0
A		5,37	166,47	0,00	5,82	15,46	-20,82	0
S		3,72	111,6	0,00	20,94	21,28	-40,94	0
O		2,55	79,05	0,00	15,2	42,22	-56,20	0
N		1,61	48,3	0,00	19,61	57,42	-79,61	0
D		1,12	34,72	0,00	29,99	63,33	-93,32	0

VI.8. Besoins totaux nets en eau d'irrigation

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés dans le tableau suivant

Tableau. VI.10.: Besoin en eau d'irrigation des cultures

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vigne	0	0	0	3.64	71.13	118.24	140.28	119.03	51.6	24.33	0	0
Olivier	0	0	28.23	40.78	77.84	110.23	131.17	119.03	51.6	36.18	9.37	0
Agrume	0	0	30.58	45.47	72.07	105.42	125.70	110.71	54.94	38	12.27	0
P de tr	0	0	0	83.03	131.55	118.24	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	58.81	172.92	271,05	452.13	397.15	348.77	163.54	98.51	21.64	0

VI.9. Calcul du débit spécifique

$$Q_{sp} = \frac{B_{pointe} \cdot 10.1000}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K}$$

Avec :

B pointe : les besoins de pointe.

Q_{sp} : Débit spécifique.

K : Coefficient d'efficacité global du système d'irrigation (0.9 pour le gout à gout),
(0.7_0,75) pour l'asperseur

T : nombre du jour d'arrosage (26 – 30).

t : durée d'arrosage par jour (16- 18 - 22 – 24).

➤ Chercher le débit de pointe :

$$Q_{sp}(Totale) == 3.02l / s / ha > 1.5$$

$$\text{Pour la culture la plus exigeante : } Q_{sp}(vigne) == 0.93l / s / ha < 1.5$$

$$Q_{sp}(olivier) = 0.88l / s / ha$$

$$Q_{sp}(Argumes) = 0.84l / s / ha$$

$$Q_{sp} (\text{pomme de terre}) = 0.88 \text{ l/s/ha}$$

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique de canalisations est celui de la culture la plus exigeante (vigne) $Q_{sp} = 0.93 \text{ l/s/ha}$

$$Q_{sp} = 0.93 \text{ l/s/h}$$

Tableau V1 -11 besoins totaux en m³

Culture	superficiés (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins totaux (m ³)
Olivier	32.26	604.52	195018.15
Vigne	29.8	528.25	157418.5
Pomme de terre	41.92	332.82	139518.14
Agrumes	36.51	595.1	217271.01
Total	140.49	2060.69	709225.80

Comparaison entre le volume de réservoir et les besoins de cultures

On sait que le volume d'eau stocké dans le barrage de hammam Krouze est 30000000m³. et le besoin totale de toutes les cultures est 709225.80m³. donc on remarque que le réservoir est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans aucun problème.

Conclusion

Pour déterminer les besoins en eau des cultures, il faut tenir compte du climat, culture, système agronomique et intensité culturale, milieu et exposition, sol, eau disponible dans le sol, fertilité du sol.

CHAPITRE VII

Dimensionnement a la Parcelle

Introduction

Dans ce chapitre on va faire de dimensionnement du réseau d'irrigation localisé de la culture choisie (agrumes) dans la parcelle S09 , le principe c'est de voir comment répartir l'eau a l'intérieur de cette parcelle , donc il faut dimensionner tous les diamètres ainsi que les longueurs et les débits des conduites qui constituent ce réseau.

VII.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée de la parcelle (S09) nécessite des données de base comme la surface de la parcelle, le besoin journalier et le temps maximum journaliers de travail...etc.

Cultures : Agrumes

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

Caractéristique de goutteur

- Débit nominale : 4l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

Besoin en eau journaliers de la culture à irriguer =4.19 mm/j

Temps maximum journalier de fonctionnement de l'installation est 20h

Surface de la parcelle =8.36 ha.

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.

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

K_r dépend du taux de couverture du sol (C_s) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après.

➤ **KELLER et KARMELI (1974) :**

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

➤ **La formule de Freeman et Garzoli :**

$$Kr = Cs + 0,5(1 - Cs)$$

➤ **La formule de Decroix (CTGREF) :**

$$Kr = 0,1 + Cs$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc : $Kr = 0,71$ Selon Keller et Karmeli ;

$Kr = 0,80$ Selon Freeman et Garzoli ;

$Kr = 0,70$ Selon Decroix (CTGREF)

On prend le ($Kr = 0,80$)

$$B_{ji} = B_j \cdot K_r$$

$$B_{ji} = 4.19 \cdot 0,8 = 3.36 \text{ mm}$$

VII.2.2. Dose nette pratique

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

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité au champ.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

Y : degré d'extraction de l'eau du sol.

Z : profondeur d'enracinement en (mm).

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

P : volume de sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre.

S_h : Largeur de la bande humidifiée.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre.

S_a : Espacement des arbres sur les rangs.

Tableau VII.1: les données de calcul de la dose pratique

$H_{CC}(\%)$	$H_{pf}(\%)$	Y	Z (mm)	n	$S_{pd}(\text{m})$	$S_h(\text{m})$	$S_r(\text{m})$	$S_a(\text{m})$
27	13	2/3	1200	2	1	2	4	4

$$RU = 228 \text{ mm}$$

Le calcul de la réserve facilement utilisable dépend de la texture du sol c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau. Puisque nous avons un sol limono-argileuse sa rétention en eau est importante, donc on prend ($Y=2/3$) comme un degré d'extraction de l'eau du sol.

$$RFU = \frac{2}{3} * 228 = 152 \text{ mm}$$

$$\text{Donc } P\% = \frac{2 * 1 * 2}{4 * 4}$$

$$P\% = 25 \text{ donc } D_p = 152 * 0,25 = 38 \text{ mm}$$

VII.2.3. Dose nette réelle

$$D_{\text{réelle}} = 38 * 0,9 = 34,20 \text{ mm}$$

VII.2.4. Dose brute

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}} = \frac{34,20}{0,90 * 0,90} = 42,22 \text{ mm}$$

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

Eff = efficacité du réseau d'irrigation Eff = 90%

VII.2.5. Fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B * I} = \frac{34,20}{3,36} = 10,17 = 10 \text{ jours}$$

VII.2.6. Durée d'arrosage

$$\Theta = \frac{D_b * S_a * S_r}{n * q * g} = \frac{42,22 * 4 * 4}{2 * 4} = 84,44 \text{ heures}$$

VII.2.7. Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{84,44}{8} = 10,55 = 11 \text{ heures/jour}$$

VII.2.8. Nombre de poste

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{9} = 2,22 = 2 \text{ postes}$$

Donc $N = 2$ postes

VII.2.9. Surface de la parcelle (poste)

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{8,46}{2} = 4,23 \text{ ha}$$

VII.3. Calcul hydrauliques :**VII.3. 1. Conditions hydrauliques**

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$; $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} ; \text{ telle que :}$$

$q(g)$: débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$$

$$H(\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes $P.d.c (pr) = 0,6 \text{ m c e}$;

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e}$.

VII.3.2. Le débit

$$Q_r = Q_g N_{g/r}$$

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

Avec :

- Q_r : Débit de rampe
- Q_g : Débit de goutteur
- $N_{g/r}$: Nombre des goutteurs par rampe
- N_r : Nombre des rampes
- Q_{pr} : Débit de porte rampe

VII.3. 2.1. Calcul pour le poste 01: $S_1 = 4.20 \text{ ha}$

La longueur de la rampe : 208m

La longueur de la porte rampe : 192m

La longueur de la conduite secondaire : 200m

VII.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{208}{4} = 52 \text{ arbres}$$

VII.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 52 * 2 = 104 \text{ goutteurs}$$

VII.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 = \frac{192}{4} + 1 = 49 \text{ rampes}$$

VII.3. 2.1.4.Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 104 * 4 = 416 \text{ l/h}$$

VII.3. 2.1.5.Débit de la porte rampe :

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r = 416 * 49 = 20384 \text{ l/h}$$

VII.3.2.1.6.Débit de la conduite secondaire

$$Q_{Cs1} = Q_{Pr} * N_{Pr} = 20384 * 1 = 20384 \text{ l/h}$$

VII.3.2.2.Calcul pour le poste 02: $S_2 = 4.16 \text{m}^2$

La longueur de la porte rampe : 208m

La longueur de la porte rampe : 192

La longueur de la conduite secondaire : 200m

VII.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{208}{4} = 52 \text{ arbres}$$

VII.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 52 * 2 = 104 \text{ goutteurs}$$

VII.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} + 1 = \frac{192}{4} + 1 = 49 \text{ rampes}$$

VII.3. 2.1.4.Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 104 * 4 = 416 \text{ l/h}$$

VII.3.2.2.1.1. Le nombre d'arbre :

$$N_{\text{arbres}} = N_{\text{arbres/rampe}} * N_{\text{rampes}} = (52*47) + (160/4) + (116/4) = 2513 \text{arbres}$$

VII.3.2.2.1.2. Débit de la porte rampe :

$$Q_{\text{Pr}} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 2513 * 4 * 2 = 20104 \text{l/h}$$

VII.3.2.2.3. Débit de la conduite secondaire

Donc le débit total nécessaire pour toute la parcelle concernée par le réseau goutte à goutte.

$$Q_t = Q_{\text{Cs1}} + Q_{\text{Cs2}} = 20384 + 20104 = 40488 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 0,0112 \text{m}^3/\text{s}$$

VII.3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau**VII.3.3.1. Le diamètre des rampes et les porte rampes**

Le diamètre de rampes ainsi que de portes rampes est calculé d'après les formules

On propose que les rampes en PEBD.

$$\varnothing_r (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{r})^{1,75} L(\text{r})} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\varnothing_{\text{Pr}} (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

- P.d.c (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 portes rampe

VII.3.3.2.Perte de charge

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de "Tison"

$i = 0.478 \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$ la perte de charge unitaire

$j = \frac{L}{2,75} i$ la perte de charge le long de la conduite en (m)

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

Tableau VII.2: calcul de D_{cal} de la rampe

poste	surface (m2)	Lr maximale(m)	Ng	Qr(l/h)	h(m)	Dcal (mm)	D n(mm)	hcal(m)
1	420000	208	104	416	1,2	19.02	20	0,91
2	416000	208	104	416	1,2	19.02	20	0,91

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 1.2 mce (la valeur maximale)

Tableau VII.3: calcul de D_{cal} du porte-rampe

poste	surface(m2)	Lpr(m)	Npr	Ng	Q pr(l/h)	H pr(m)	D cal (mm)	D n (mm)	H cal(m)
1	420000	192	1	5096	20384	0,6	89.16	90	0.586
2	416000	192	1	5026	20104	0,6	88.71	90	0.563

VII.3.3.3.Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5 m/s tel que

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{f \cdot V}} \text{ Avec :}$$

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement.

VII.3.3.3.1. Diamètre des conduites secondaires

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

Tableau VII.4: calcul des diamètres des conduites secondaires

L (m)	Q(m ³ /s)	Vsupposé(m/s)	section(m ²)	Dcal(mm)	D n(mm)
200	0,0112	1,5	0,00747	97.52	110

VII.3.3.3.2. Diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne

Tableau VII.5: calcul de diamètre de la conduite a la sortie de la borne

L (m)	Q(m ³ /s)	Vsupposé(m/s)	section (m ²)	Dcal(mm)	D n(mm)
6	0,0112	1,5	0,00747	97.52	110

VII.4. La pression d'eau à la borne de distribution N5

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

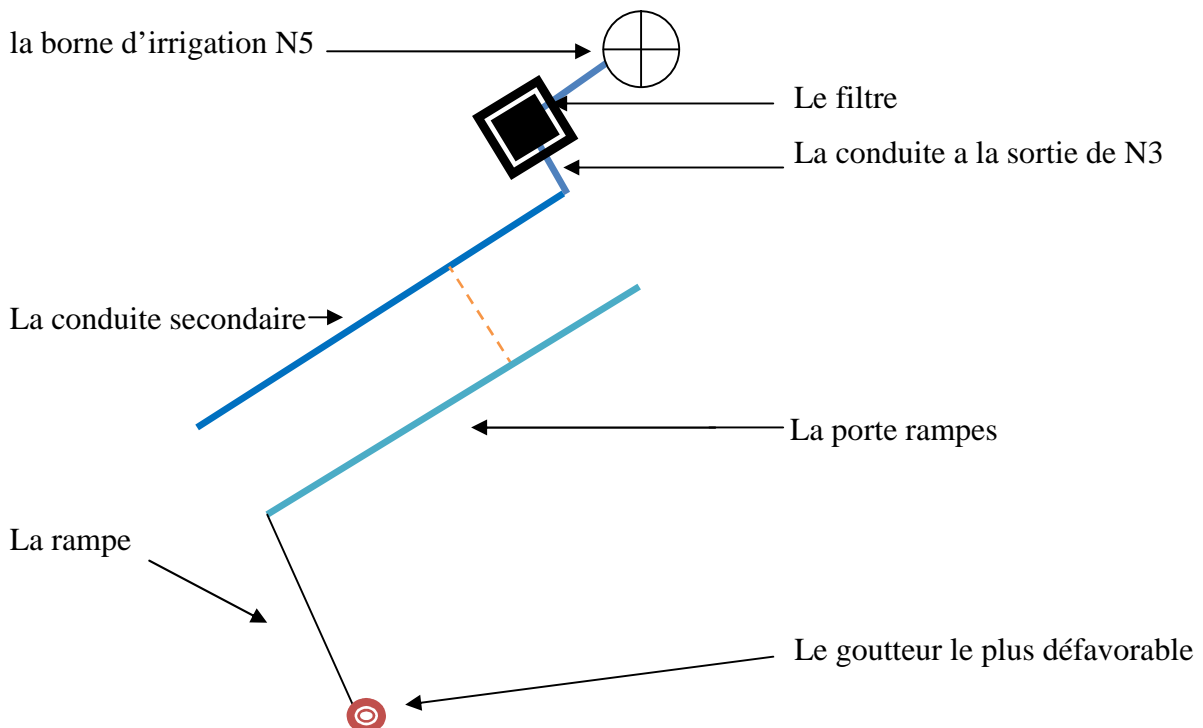


Figure VII.1 : schéma explicatif de goutteur le plus défavorable

Tableau VII.6:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur (m)	116	192	200	6
Diamètre (m)	20	90	110	110
Débit (l/h)	232	20104	40488	40488
Perte de charge(m)	0,18	0,59	1. 21	0,03

A partir de tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable, cette somme est égale a 2,01 m

Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charge.

$$P=10+2,01 =12,01 \text{ m}$$

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les organes de réseau localisé projeté sur la parcelle S09, et on a calculé la pression a la sortie de borne N, afin d'assurer la pression nominale de 10m.c.e dans le goutteur le plus éloigner et cela assurera le bon fonctionnement des autres goutteurs.

CHAPITRE VIII

Conduite d'adduction

Introduction

Le réseau d'irrigation est un ensemble d'éléments qui permettent d'assurer le transport, la Répartition, la mise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole. L'objectif de ce chapitre est le choix de réseau adéquat, ainsi que la détermination des paramètres Hydrauliques de ce réseau.

VIII .1.Le réseau de distribution

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre eux. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit maximal et la pression suffisante à chaque parcelle.

VIII .1.1.Principe de tracé d'un réseau de distribution

Pour tracer un réseau de distribution il faut :

- Choisir les lieux des bornes de distribution.
- Tracer les conduites principales de telle façon qu'on peut prévoir les conduites secondaires.
- Déterminer le sens de l'écoulement.

VIII .1.1.1. Mode du tracé et implantation des bornes

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projeteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il est préférable d'étudier d'abord les tracés des conduites et après on place les bornes.

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.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
 - une prise par ilot d'exploitations.
 - bornes implantées en limites d'ilots.
 - prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière.

VIII .1.1.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limite du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

VIII.1.2. Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Le dimensionnement du réseau de distribution nécessite la détermination des débits caractéristiques des différentes parcelles qui constituent le périmètre à étudier.

Le calcul des débits caractéristiques pour les différentes parcelles s'effectue à partir de la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots\dots\dots (VIII.1)$$

tel que q_s : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie de la parcelle en (ha)

Les résultats de calcul sont donnés sous forme de tableau ci-après

Tableau VIII.1 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
S1	9,19	8,55
S2	7,24	6,73
S3	6,03	5,61
S4	7,34	6,83
S5	7,21	6,71
S6	7,42	6,90
S7	10,52	9,78
S8	7,11	6,61
S9	8,36	7,77
S10	9,29	8,64
S11	10,53	9,79
S12	10,38	9,65
S13	10,68	9,93
S14	10,33	9,61
S15	8,75	8,14
S16	10,11	9,40

VIII .1.3. Dimensionnement du réseau de distribution

L'acheminement des eaux vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduites en PEHD, le secteur se compose de 16 parcelles avec des surfaces variant de 6.03 ha à 10.68 ha, voir planche N°2.

Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Epanet dont la figure VIII.1 représente la distribution des vitesses et des pressions.

Tableau VIII. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud N1	779,13	15,28	804,98	25,85
Noeud N2	772,26	12,43	804,10	31,84
Noeud N3	776,42	13,61	801,78	25,36
Noeud N4	766,35	16,4	800,51	34,16
Noeud N5	764,18	16,41	798,08	33,90
Noeud N6	760,81	19,45	796,48	35,67
Noeud N7	759,14	19,54	794,27	35,13
Noeud N8	757,28	17,54	792,58	35,30
Bâche B	810	Sans Valeur	810,00	0,00

Tableau VIII. 3: Caractéristiques des conduites de distribution

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau C1	335,4	369,4	115,38	1,08	2,63
Tuyau C2	326,15	290,8	102,95	1,55	7,09
Tuyau C3	235,55	290,8	89,34	1,35	5,40
Tuyau C4	205,7	230,8	72,94	1,74	11,80
Tuyau C5	221,6	230,8	56,53	1,35	7,22
Tuyau C6	222,13	184,6	37,08	1,39	9,96
Tuyau C7	230	147,6	17,54	1,03	7,37
Tuyau C8	1504	369,4	130,66	1,22	3,34

13

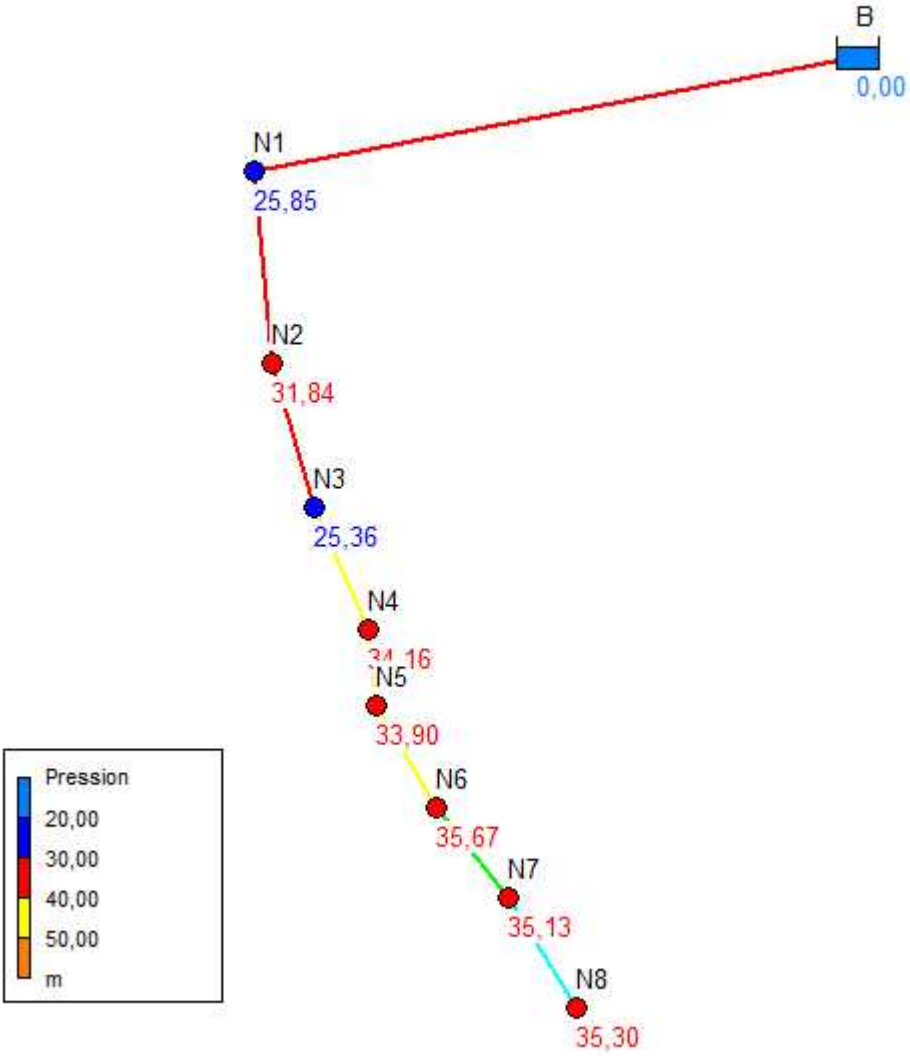


Figure VIII. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions.

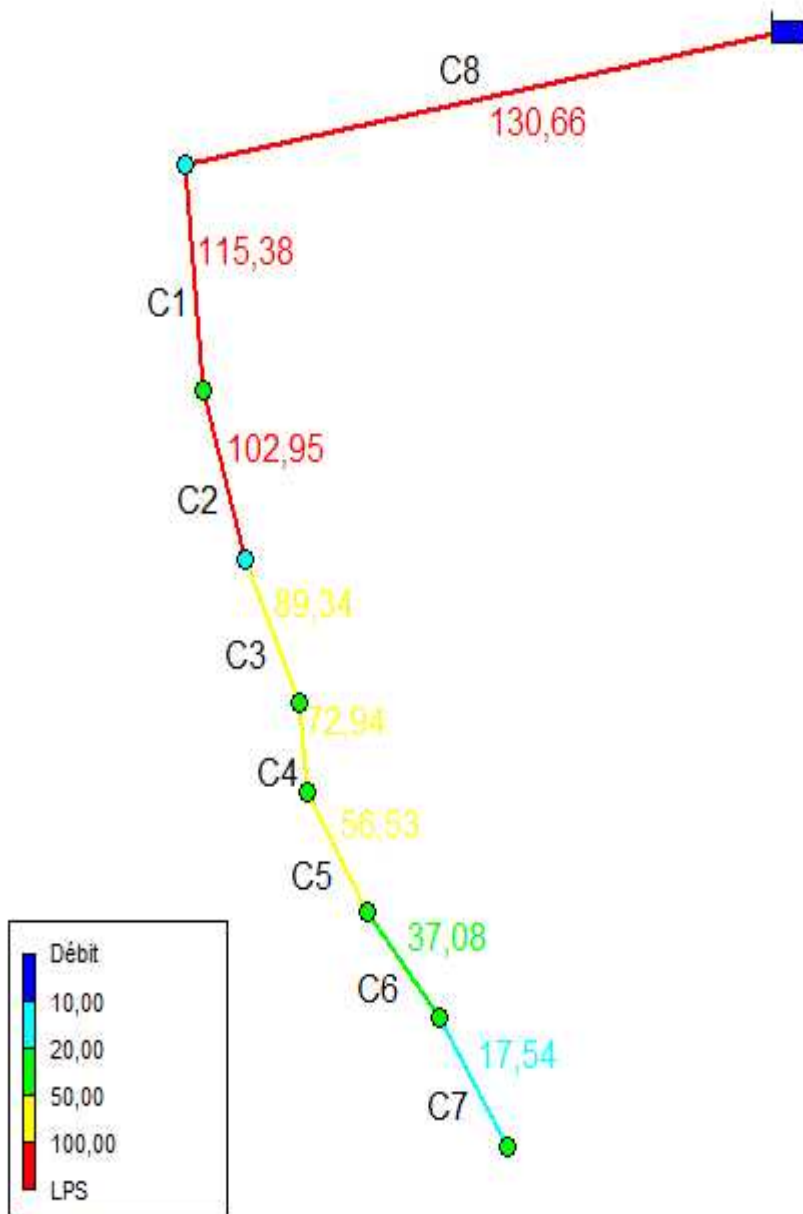


Figure VIII- 2: Représentation du réseau de distribution avec débits

VIII .2. Dimensionnement de la station de pompage

Les stations de pompage sont des ouvrages hydrauliques servant à relever l'eau à une altitude supérieure. L'implantation de la station de pompage est nécessaire toute les fois que l'on ne le dispose pas d'une pente suffisante pour véhiculer l'eau gravitairement. Elle est conçue, ainsi, pour abriter les pompes et les moteurs qui les entraînent.

VIII .2.1. Etude des variantes

Pour la détermination de la variante la plus économique, il y aura lieu de tenir compte de certains impératifs que l'on s'efforcera, à respecter.

- Tout d'abord, il importe de rechercher un profil en long aussi régulier que possible, établi, de préférence, avec une pente toujours dans le même sens vers le réservoir d'accumulation.
- Il y a lieu d'éviter les contre-pentes.

D'après le lever topographique un seul tracé peut être retenu, cependant nous proposons 2 variantes sur laquelle la station de pompage est implantée.

Après les différentes propositions une seule variante sera retenue

VIII .2.2. Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station de pompage

Un projet d'irrigation est constitué d'une prise d'eau, une station de pompage et un bassin d'irrigation.

Ces constructions se font suivant des schémas types, de dispositions plus adéquates pour un tel type de conditions d'exploitation, la construction dépend aussi du relief, de l'environnement. Et pour ces raisons on prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables
- Les lignes d'électricité doivent être placées le long de champ d'isolement des routes et des quartiers d'habitation
- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un au l'autre.

- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement.
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de

- L'accès à tous les ouvrages
- Plateforme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par des caniveaux.

VIII .2.3.Choix du tracé

Nous recherchons le tracé de l'adduction le plus court possible à partir du barrage hammam kerrouz vers le réservoir de stockage.

Après le choix du tracé retenu on adopte pour la longueur suivante

- La longueur de la conduite d'adduction est 2551m

VIII.2.4.Dimensionnement de réservoir de stockage

Pour assurer une irrigation continue, et pour que le réseau de distribution soit alimenté par gravité, un réservoir de stockage s'avère inévitable, pour dimensionner ce réservoir on doit connaître le volume d'eau journalier que nous voulons stocker dans le réservoir ce volume se calcule à partir de :

- Le besoin maximum journalier en mm/j
- La fréquence d'arrosage en j/mois
- La durée d'arrosage en h/j
- La surface totale en ha

Culture : vigne

- Espacement entre les arbres : 1m
- Espacement entre les rangs : 1m

Caractéristiques

- Débit nominale : 4 l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par culture 2

- Besoin en eau journaliers de la culture 4.68 mm/j
- le taux de couverture 80%
- RFU est 152 mm/mois

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant

Tableau : VIII.4 : calcul de volume journalier nécessaire

La surface totale (ha)	140.49
La culture la plus exigeante	vigne
Le besoin max j (mm/j)	4.68
Débit de pointe (l/s/ha)	0.93
Le besoin (m ³ /h)	470.36
La fréquence d'arrosage j/mois	6
La durée d'arrosage en h/j	5
Volume journalier Nécessaire (m ³)	2352

Tableau VIII.5: les dimensions de réservoir de stockage

Le réservoir	Volume journalier Nécessaire (m ³)	Hauteur du réservoir (m)	Le rayon du réservoir (m)
R1	2352	5	12.5

VIII 2.5. Détermination de débits a refoulé vers le réservoir

À partir des volumes journaliers nécessaires pour le secteur A on peut déterminer le débit à refouler vers le réservoir à l'aide d'une supposition sur le temps de fonctionnement de la station de pompage.

On suppose que la station de pompage fonctionnent seulement 6 heures, donc le débit à refouler est calculer par la formule $Q = \frac{V}{T}$ (VIII.2)

Telle que : V c'est le volume journalier nécessaire

T c'est le temps de fonctionnement de la station de pompage

Tableau VIII.6 : le débit a refouler vers le réservoir

La station de pompage	V (m ³)	T (heurs)	Q (m ³ /h)
1	2352	6	392

VIII .6.Détermination de la hauteur manométrique totale

Tableau VIII.7 : Données de base pour le calcul de la hauteur manométrique

La station de pompage	
Cote PHE bêche d'aspiration (NGA)	737
Cote PBE bêche d'aspiration (NGA)	730
Débit pompé (m ³ /h)	392
Longueur de conduite de refoulement (m)	2551
∇max (m)	810

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = Hg^{moy} + \Sigma Pdc + P_{exh} \dots\dots\dots(VIII.3)$$

- Hg^{moy} = Hauteur géométrique
- ΣPdc = somme des pertes de charge linéaires et singulières.
- P_{exh} : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)= (1,0÷1,5) m;
On prend P_{exh} = 1 m

$$Hg^{moy} = (Hg^{max} + Hg^{min})/2 \text{ telle que :}$$

$$Hg^{max} = \nabla_{max} - NPHE$$

$$Hg^{min} = \nabla_{max} - NPHE$$

$$\Sigma Pdc = (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(ref)^{lin}$$

Pour : Q < 3m³/s)

$$L_{ref} = 1000 \text{ m on a } \Sigma h_p(ref)^{lin} = 4m$$

Tableau VIII.8: la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement

La conduit	L(m)	Hg ^{max}	Hg ^{min}	Hg ^{moy}	ΣPdc	P _{exh}	HMT
1	2551	80	73	76.5	10.2	1	87.7

VIII.2.8.Couplage des pompes

On distingue deux types de couplage des pompes :

- Le couplage en série : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.

- Le couplage en parallèle : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.

Le couplage choisi est le couplage en parallèle

VIII.2.9.Choix du nombre de pompes

- Les critères de choix du nombre de pompes sont :
- Nombre de pompes n minimal ;
- Meilleur rendement ;
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH) r minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

VIII.2.10.Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT
- Meilleur rendement ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Etre fabriquée en série.

VIII.2.10.1.pompes à axe horizontale monocellulaires**Tableau VIII.9** : les pompes a axe horizontale monocellulaires

n	Q	HMT	Type de pomp	V (tr/min)	η (%)	P(KW)	NPSH _r (m)
1	392	87.7	MEC-AZRBH2/125B	2900	68.7	110	6,41
2	196	87.7	MEC-A2/100A	1460	76.4	45	4,67
			MEC-A3/100B	2920	74,9	55	5,49
			MEC-A4/125F	1460	75,6	45	2,43
			MEC-A1/125A	2920	65,1	37	3,02
3	130.66	87.7	MEC-A2/80A	2920	76,9	30	4,65
			MEC-A3/80B	2900	79,8	45	5,19
			MEC-A3/100F	2920	75,4	37	4,19
			MEC-AZRBH2/125F	2900	64,1	37	2,67
			MEC-A1/125A	2920	56,9	45	3,51
			MEC-A4/125C	1460	9,7	30	0,61

La pompe à axe horizontale monocellulaires choisie est de type MEC-A3/80B

VIII.2.10.2.pompes à axe horizontale multicellulaires**Tableau VIII.10** : les pompes à axe horizontale multicellulaires

n	Q	HMT	Type de pompe	V (tr/min)	η (%)	P(KW)	NPSH _r (m)
2	196	87.7	PM 125/3A	1450	63,1	37	5.09
3	130.66	87.7	PM 125/2A	1450	76,1	30	1,92

La pompe à axe horizontale multicellulaires choisie est PM 125/A type PM 125/2A

Donc le choix finale de la pompe est MEC-A3/80

On trouve que cette pompe à comme caractéristiques

- Diamètre d'aspiration $D_a = 125$ mm
- Diamètre de refoulement $D_r = 100$ mm
- Débit $Q = 130,66\text{m}^3/\text{h}$
- Hauteur manométrique totale $H = 87,7\text{m}$
- La vitesse de rotation $n = 2900$ tr/min
- Puissance absorbée $P_a = 45\text{Kw}$.

- NPSHr = 5,19m
- Le rendement $\eta = 79.8\%$

VIII.2.11.Choix du nombre de pompes de secours

D'après le choix de nombre de pompes. On détermine le nombre de pompes de secours.

Les intervalles des nombres de pompes sont :

- Si : $N_p \leq 4$ 1 pompe de secours
- $4 < N_p \leq 6$ 2 pompes de secours
- $N_p > 6$ 3 pompes de secours

Dans la station de pompage nous avons trois pompes donc le nombre de pompes de secours est une seul pompe.

VIII.2.12.Choix du moteur électrique

Tableau VIII.11 : les caractéristiques de moteur électrique

La fréquence de moteur	50 hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 tr/min
Nombre de pôles	3
Puissance nominale (KW)	45KW
Type de moteur	3
Classe d'isolation	F
Le degré de protection	IP 55

VIII.2.13.Détermination de la hauteur admissible d'aspiration

Pour que la pompe soit bien calée vis-à-vis de la cavitation

Nous avons :

$$(NPSH)d = (NPSH)r + 0,5 \dots\dots\dots(VIII.4)$$

$$(NPSH)d = \frac{Pat}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} - \sum h_p^{asp} - \frac{(Vasp)^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm}^{asp} = \frac{Pat}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} - \sum h_p^{asp} - \frac{(Vasp)^2}{2g} - (NPSH)r - 0,5'$$

La longueur d'aspiration $L_{asp} = 7$ m

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{7}{1000} \cdot 4 = 0.028 \text{ m Et : } \sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) \cdot \sum h_p^{lin}$$

$$\sum h_p^{asp} = 0,028 + 0,0018 = 0,0298 \text{ m}$$

$$V_{asp} = \frac{4.Q}{f.D_a^2}$$

Notre pompe est loin de risque de cavitation.

La cote d'aspiration sera donc :

$$\nabla_{asp} = \nabla_{min} + h_{asp}^{adm} - 0,1 \dots\dots\dots(VIII.5)$$

Tableau VIII.12 :calcul de la cote d'aspiration

La station de pompage	$\frac{Pat}{\%}$	$\frac{Pv}{\%}$	$\sum h_{asp}^{lin}$	V_{asp}	(NPSH)r	h_{adm}^{asp}	∇_{asp}
1	10,66	0,13	0,0298	3,04	5,19	3,41	733,31

VIII.2.14.Détermination du diamètre économique de refoulement

La formule de Darcy WEISBACH

$$\sum h_p = \frac{8 \lambda L Q^2}{f^2 g D^5} \dots\dots\dots (VIII.6)$$

- Q : est le débit moyen de l'eau dans la section (m³/s).
- g : l'accélération de la pesanteur. (g = 9,81m/s²)
- L : longueur de la conduite (m)
- D : diamètre intérieur de la conduite (m).
- λ : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge).donné par la formule

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \times \text{Ln} (\varepsilon / \Phi)]^2 \dots\dots\dots(VIII.7)$$

Où : $V = \frac{4Q}{\pi \times D^2}$ si D < 250mm il faut

Si D < 250mm il faut que 1 m/s < V < 1.5 m/s

Si 300 < D < 800 il faut que 1,2 m/s < V < 2 m/s

ε : coefficient de rugosité équivalente de la paroi

Dans notre projet en prend ε=0.001

W : Diamètre de la conduite.

-On a $F_{exp} = E_a \times e$

F_{exp} : frais d'exploitation

Ea : énergie consommée annuellement par l'installation de pompage en (Kwh) donnée par :

$$Ea = Pt * 1 * 365 \quad ; \quad Pt = n * p$$

n = nombre de pompes en fonctionnement $n = 3$

p = puissance absorbée par l'installation de pompage, donnée par

La formule suivante :
$$P = \frac{9,81 \cdot Q \cdot HMT}{\gamma p} \quad (\text{Kw}) \dots\dots\dots(\text{VIII.8})$$

Q : le débit à refouler.

HMT : la hauteur manométrique totale.

γ_p : Le Rendement de pompage (%).

e : le tarif de l'énergie électrique. e = 4.17 DA de Kw (SONELGAZ).

Les résultats de calcul sont représenté dans le tableau ci-dessous

Tableau VIII.13: les frais d'exploitation

D (mm)	Σhp (m)	HMT(m)	Pt(Kw)	Ea(Kwh)	Fexp(DA)
50	1840,31	1917,81	25,67	9369,55	39071,03
100	511,21	588,71	7,88	2876,20	11993,75
125	176,45	253,95	3,16	1153,40	4809,68
150	78,18	155,68	2,08	759,20	3165,86
200	16,97	94,47	1,26	459,90	1917,78
250	11,13	88,63	1,18	430,70	1796,02
300	8,78	86,28	1,15	419,75	1750,36

D'après le tableau on a les frais d'exploitation minimal des diamètres 250mm et 300mm

La vitesse pour le diamètre D=250mm $V = \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot D^2} = 2,22 \text{ m/s}$ $1,5 \text{ m/s}$ ce diamètre ne vérifie pas la vitesse.

Et pour le diamètre D=300mm $V = \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot D^2} = 1,54$ $1,2 \text{ m/s}$ $V > 2 \text{ m/s}$

donc on prend le diamètre économique D=300mm.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les tronçons du réseau de distribution, la station de pompage, la conduite de refoulement ainsi que le réservoir de stockage dont le but d'assurer les besoins en eau des cultures.

CHAPITRE IX

Calcule

technico-économique

Introduction

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

IX.1. Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

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

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA) TTC	Montant (DA)
Tube Ø20 PEBD	m/l	20244	26,89	544361,16
Tube Ø90 PEHD	m/l	384	331,27	127207,68
Tube Ø110 PEHD	m/l	206	478,81	98634,86
Tube Ø160 PEHD	m/l	230	1027,28	236274,40
Tube Ø200 PEHD	m/l	222	1586,10	352114,20
Tube Ø250 PEHD	m/l	427	2476,19	1057333,13
Tube Ø315 PEHD	m/l	562	3948,52	2219068,4
Tube Ø400 PEHD	m/l	1840	6290,86	11575182,4
Vanne Ø90	Un	4	9334	37336
Vanne Ø110	Un	2	11098	22196
Bouchon Ø20	Un	98	28	2744
Bouchon Ø90	Un	3	327	981
Coude 90° Ø90	Un	1	1997,02	1997,02
Coude 90° Ø110	Un	2	3494,78	6989,56
TE égal	Un	1	772,13	772,13
Filtre	Un	1	3456,21	3456,21
Goutteur réglable	Un	10122	6,17	62452,74
Total 1				16349100,7

IX.2. Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir

IX.2.1. Calcul du volume de terrassement

IX.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée

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

$$B = D + 2 \times 0,3 \dots\dots\dots (IX.1)$$

Avec : B : largeur de tranchée (m) D : diamètre de la conduite (m)

IX.2.1.2. profondeur de la tranchée

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

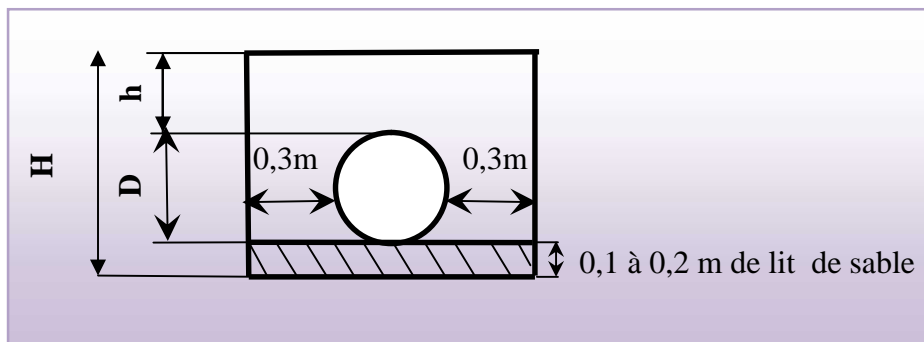


Figure IX. 1: schéma d'une tranchée

$H = e + d + h$ (m) 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.

IX.2.2.les conduites

IX.2.2.1. Calcul du volume de déblai

La section de tranché est la section de rectangle.

$S = B * H$ telle que : B la largeur de tranché.

Donc : $B = 2 * 0,3 + \emptyset$ (IX.2)

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

$H = D + 0,8$

IX.2.2.2. 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.

$V = e * B * L$ (IX.3)

IX.2.2.3. Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent la conduite et le volume occupé par le lit de sable.

$V_r = V_d - (V + V_s)$ (IX.4)

V_r : Volume du remblai compacté (m^3)

V_d : Volume du déblai (m^3)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m^3) ; $V = L * (\frac{\pi D^2}{4})$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour les conduites sont représentés dans le tableau IX.2

Tableau IX.2 : Les volumes des travaux pour les conduites

tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m^3)	Volume de lit (m^3)	Volume de remblai (m^3)
R-NA1	400	1504	1804,8	180,48	1435,41
NA1-NA2	400	335,40	402,48	40,25	320,10
NA2-NA3	315	326,15	332,75	35,81	271,53
NA3-NA4	315	235,55	240,27	25,86	288,54
NA4-NA5	250	205,70	183,59	20,98	152,51
NA4-NA6	250	221,61	197,79	22,60	164,31
NA2-NA7	200	222,13	177,70	21,32	149,40
NA7-NA8	160	230	167,81	20,98	142,21
Total			3507,19	368,28	2924,01

IX.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir

Tableau IX.3 : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m^3	3507,19	300	1052157
2) lit de sable	m^3	368,28	800	294624
3) remblaiement de tranchée	m^3	2924,01	200	584802
Réservoir				
Réservoir	m^3	2352	20000	47040000
Total 2				48971583

IX.5. Devis estimatif total

$D = \text{total 1} + \text{total 2} = 16349100,7 + 48971583 = 65320683,7 \text{ DA}$

Conclusion

D'après le coût de la projection de notre réseaux de distribution et le réseau gout a gout on remarque que l'estimation du réseau de distribution est très élevée, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, malgré cette élévation du cout ,le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique ,puisque les agriculteurs sont pas obliger de payer les factures d'électricité de moment que leur champ agricole reçoit l'eau seulement par gravité.

CHAPITRE X

Organisation de chantier

Introduction

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, une opération dite « Organisation de chantier » doit être étudiée, afin de déterminer et de coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour une réalisation et une exécution des travaux aussi conforme que possible tout en respectant les délais les plus brefs.

X-1 Les différents travaux sur le chantier :

X-1-1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont bien déterminée.

X-1-2-Nivellement de la plate-forme de pose :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux où plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

X-1-3 Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

* La profondeur de la tranchée (H) ;

* La largeur de la tranchée (B) ;

Les sections des tranchées dont l'aire est :

$$S_t = B \times H$$

X1-4 Choix des engins de terrassement

Pour l'excavation des tranchées on utilise une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement. Donc les engins nécessaires pour l'exécution des travaux sont :

- Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée ;
- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage ;
- Camion pour le transport ;
- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer.

X-1-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.

X-4-1-1 Pelle équipée en rétro

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau ;
- Peut excaver dans la direction de la machine ;
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux ;



Fig. X-1 : Pelle équipée en rétro

X-1-4-1-2- Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.

Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle,

- on opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

Tableau X-1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	10 000	10 000	> 20 000	> 100 000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

X-1-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle

Il est déterminé comme suit :

$$R = G \cdot n \cdot k_r \cdot k_u \cdot \frac{1}{K_f} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

G : capacité du godet de l'excavation (m) ;

n : nombre de cycle de l'excavateur = 3600/T où T = (15 à 20) secondes ;

On prend T=20secondes, alors :

$$n = 3600/20 = 180 ;$$

K_r : coefficient de remplissage K_r = (0,6 à 0,8). On lui prend égal à 0,65 ;

K_u : coefficient d'utilisation de temps K_u = (0,7 à 0,9). On lui prend égal à 0,75 ;

K_f : coefficient de foisonnement K_f = 1,2

Pour le godet de capacité G = 0,25m³, on a le rendement :

$$R = 0,25 \cdot 180 \cdot 0,65 \cdot 0,75 \cdot \frac{1}{1,2} = 18,28 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

X-1-4-2-1- Calcul du temps d'excavation

Les excavateurs ont une durée d'exécution et se calcule de la manière suivante :

$$T_{ex} = \frac{V_r}{R} \quad T_{ex} = \frac{2913,21}{18,28} = 159,37\text{h} = 9 \text{ jours}$$

Avec :

T_{ex} : temps d'excavation (h) ;

V_r : volume de remblai (m^3) ;

R : rendement de l'excavateur (m^3/h) ;

X-1-5 Pose de la canalisation

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées ;

X-1-6 Lit de pose

Le lit de pose se fera un matériau fin (sable) 0,1 à 5 mm de texture, permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au moins 10 cm sous la conduite et 10 cm au dessus du conduite.

X-1-7 Introduction de la canalisation

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations :

- ✓ S'assure au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux ;
- ✓ Nivelier soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;
- ✓ Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;
- ✓ De ne pas laisser les revêtements à endommager ;
- ✓ Vérifier l'alignement.

X-1-8- Epreuve de joint et de canalisation

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

X-1-9- Remblaiement des tranchées

Une fois les épreuves réussissent, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remballage des fouilles avec tout le volume des déblais, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il sera tassé avec le temps,

Mais si on a dans le cas où il ne faut mettre que le volume exact du remblai, alors on y obliger de transporter le volume de déblai excédentaire par des camions vers la zone de décharge.

Pour charger les camions on utilise un engin qui est le chargeur.

X-1-9-1- Choix du bulldozer

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

Tableau X-2: Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

capacité du godet de la pelle (m ³)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Km)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 0,25 m³ nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes:

- Puissance Pb = 40 KW.
- Largeur de la lame L = 2-3 m.
- Hauteur de la lame 1-1,5 m.

X-2- Exploitation du système d'irrigation

L'exploitation d'un système d'irrigation est consiste à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous le partenaire du projet .elle est effectué sel, quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure de l'exploitation et de réparation du système d'irrigation.
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition des nouvelles techniques.
- Contrôle de l'état des terres irriguées.

X-3 Objectif de l'exploitation

L'exploitation du système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon rationnelle les ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

X-4 Planification de travaux du réseau

Pour notre travail on réalisé les étapes ou les opérations suivant :

A : le piquetage (15 jours) ;

B : labourassions et décapage de végétaux (fait par trois groupes, chaque groupe réales 1ha/h, on travaillé 10 h/j) ;

C : Excavation des trachées des conduit et les fouilles (fait par deux groupes, chaque groupe réalise un tranchée de 200 ml/j) ;

D : la pose lit de sable (fait par trois groupes, chaque groupe réales 450 ml/j) ;

E : la pose des conduites (fait par trois groupes, chaque groupe réales 350ml/j) ;

F : raccordement des conduites et la pose des vannes, les bornes d'irrigation et les accessoires 15 jours ;

G : Epreuve de joint et de canalisation 15jours ;

H: réalisation des réseaux de gout a gout et l'asperseur (fait par les trois groupes on réalise un ilot de 5 ha/j) ;

I : Remblaiement des tranchées (fait par trois groupes, chaque groupe réales 750ml/j) ;

J : travaux de finition 15 jours ;

On calcule la dure total du projet par la méthode de chemine des mailles, et on détermine le chemine critique.les résultats dans la figure suivant :

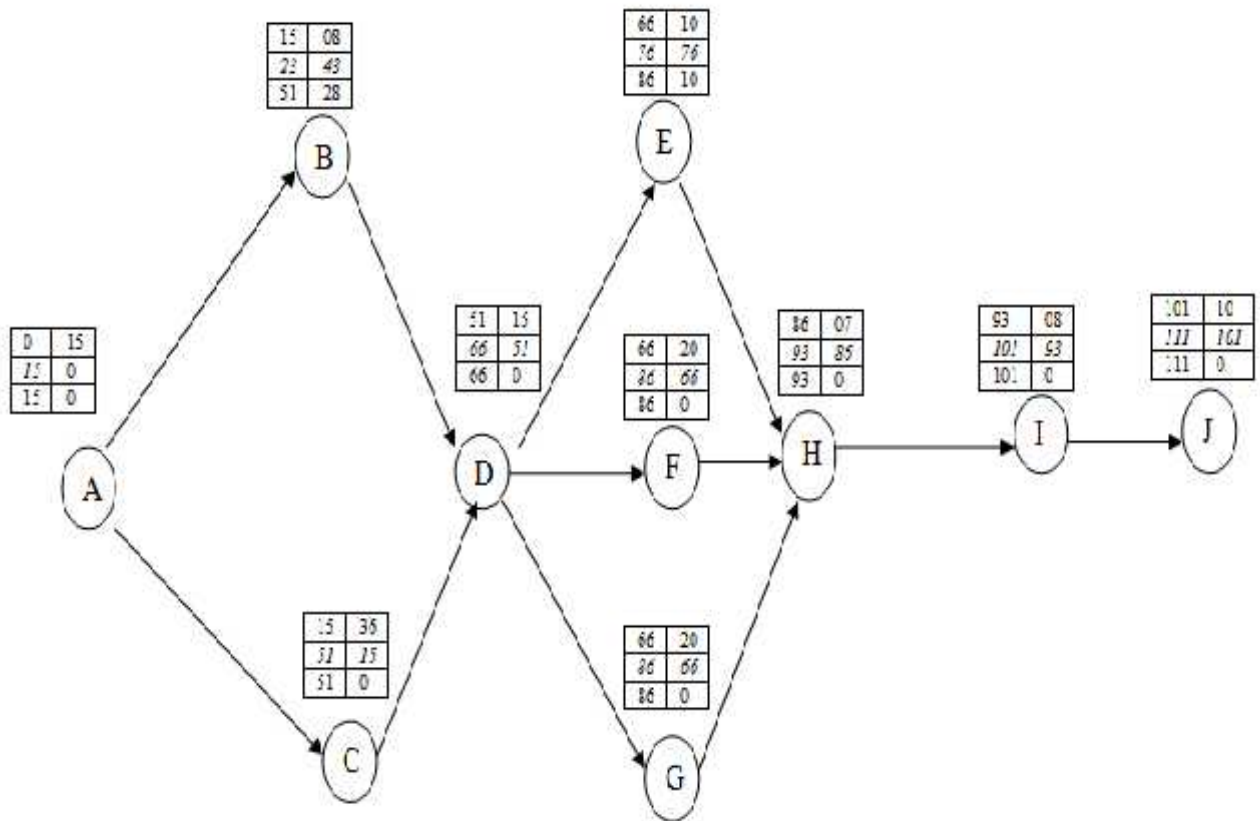


Fig. X-2: Réseau à nœud

- A partir de la figure on a trouvé que la dure totale des travaux est de 111 jours.
- Le chemine critique : A-C-D-F-H-I-J.

Conclusion

La partie organisation de chantier nous a permis de savoir comment faire les travaux afin de réaliser un réseau d'irrigation sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

L'objectif de notre présent travail représente une étude synthétique (techno-économique) du réseau d'irrigation de périmètre de CHEELGHOUM LAID (W.MILA) ,par les deux techniques d'irrigation l'aspersion et goutte a goutte ,dont on détermine les dimensionnement du réseau principal ,la projection de la techniques goutte a goutte dans la parcelle 09 . et l'évaluation de le cout total de projet ,pour la bon gestion du ressource.

Et enfin de ce travail on peut conclure :

L'étude du climat montre que notre région a une période pluvieuse qui débute d'octobre à avril avec une moyenne de 384 mm/an et une température moyenne de 16.1 °C
Donc on aura un climat semi-aride à deux saisons, la saison humide (novembre à avril) et la saison sèche (mai à octobre) qui est la période où l'irrigation est nécessaire.

L'étude montre qu'on a un sol limono-argileux, pas salé

L'étude hydrologique nous a révélé après l'ajustement par la loi de **GAUSSE** de la série des pluies journalières maximales, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

La détermination des besoins en eau d'irrigation nous a permis de quantifier le débit du réseau du périmètre de CHEELGHOUM LAID et d'estimer les volumes en eau nécessaires.

Et comme tous les projets on a fait un calcul technico-économique d'après le coût de la projection de réseaux de distribution et le réseau localisé on remarque que l'estimation du réseau de distribution est très élevée, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important

En fin, on ajoute l'impact de l'organisation de chantier pour la réalisation de notre projet.

Bibliographies

CLEMENT, R.GALAND, A. (1979) CROPWAT, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.

RIEUL, L. (1997) Techniques d'irrigation de l'avenir et leur coût. In : D u pu y B. (ed.). *Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen*. Bari : CIHEAM, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 31). **P 233-251**

AZOUGGAGH, M. (2001) Bulletin mensuel d'information et de liaison de pnnta (transfert de technologie en agriculture) : N81/juin. Rabat. **P 6.**

TIERCELIN, J.R. (2006) Traité d'irrigation .**P 1266.**

Morin, N. (2011) Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.**P4**

De Coninck, L. (2011) Comment optimiser l'organisation et le suivi de chantier dans une entreprise ayant un rayon d'action étendu ? Par Jérôme HEINRY AGROCAMPUS OUEST. **P 55.**

ANNEXE 1

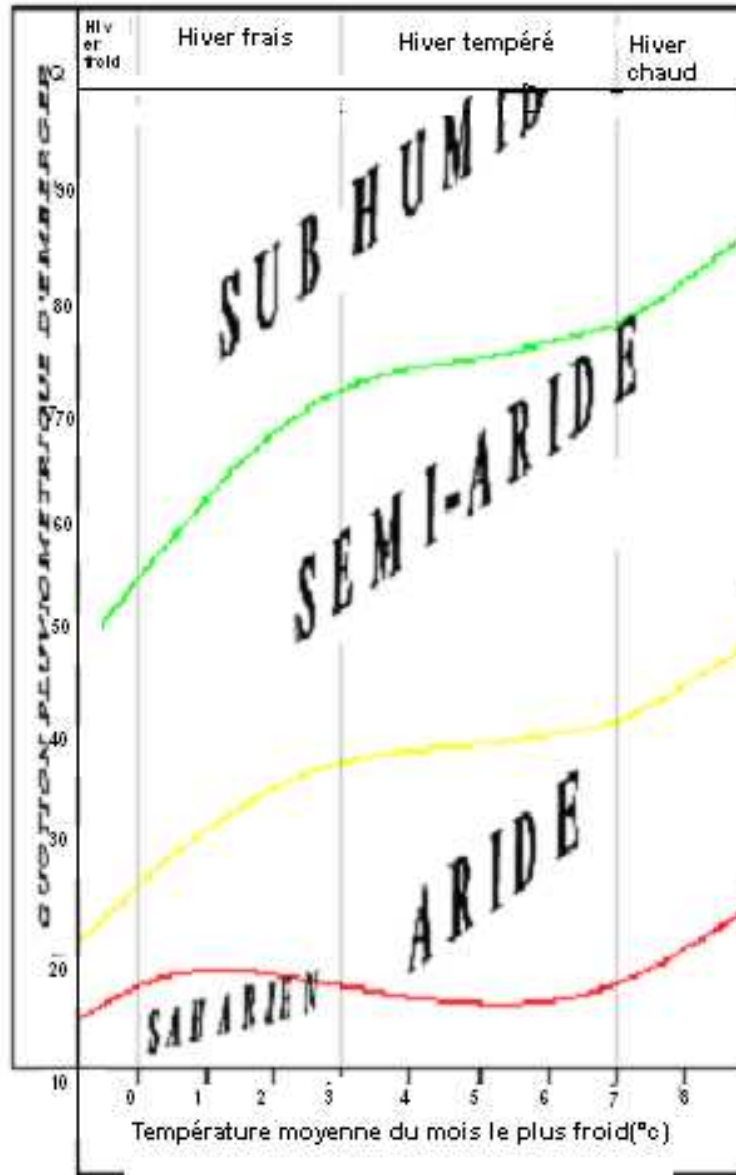
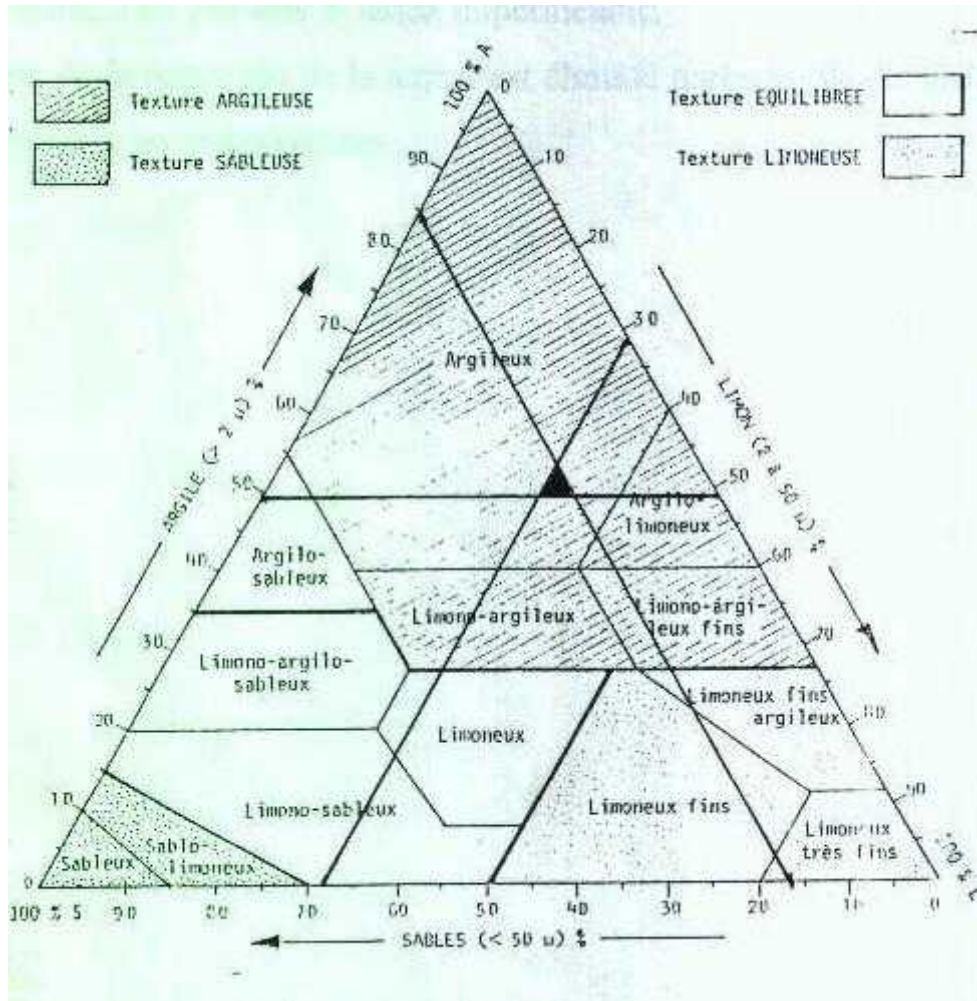


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2



Triangle de texture

ANNEXE 3

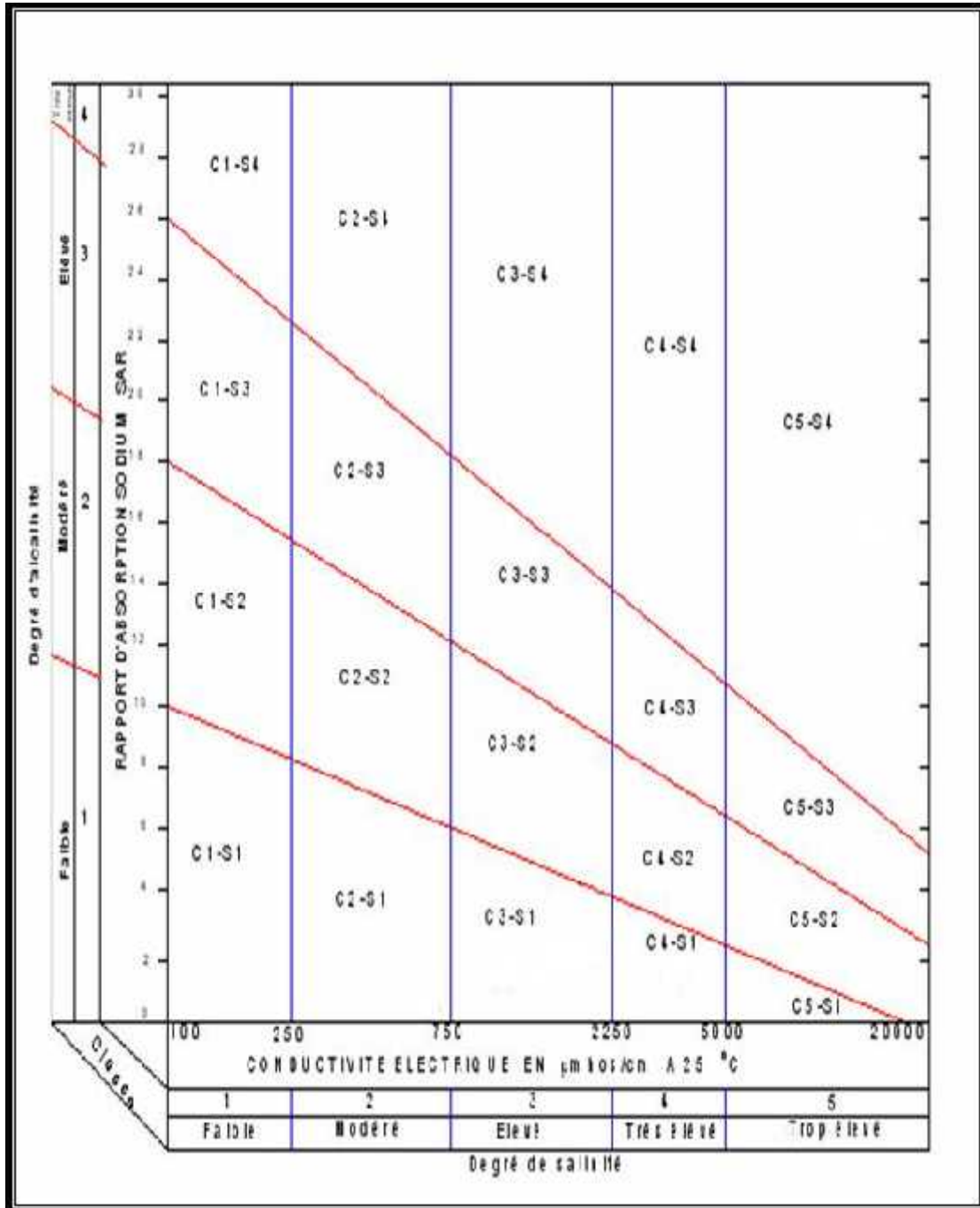


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE 4

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c POUR
LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS (Hemisphere Nord)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.88	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers avec couchis	0.65	0.75	0.85	0.95	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.70	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.60	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.92	0.90	0.66	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



ANNEXE 5

7

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL K_c EN FONCTION
DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES
CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Colza	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	0,80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,05	1,05	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maraichage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,90	0,92	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,35	1,35	1,25
Sorgho grains	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,05	0,95	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,65	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

ANNEXE 6

Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

ANNEXE 7

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

ANNEXE 8

Gamme de prix

TUBES PEHD EAU (SPA-CHIALI) 2 Mai 2014 VERSION 4

TUBE PEHD EAU POTABLE PN06

Référence	Désignation	Diamètre Ext en MM	Epaisseur en MM	Qualité Produit	Pression Service	Prix HT le M/L	Prix TTC le M/L
11 002 0201	Tube PEHD	20	2.0	PE80	6 Bars	34,68	40,58
11 002 0251	Tube PEHD	25	2.0	PE80	6 Bars	44,25	51,77
11 002 0321	Tube PEHD	32	2.0	PE80	6 Bars	57,71	67,52
11 002 0401	Tube PEHD	40	2.0	PE80	6 Bars	74,75	87,46
11 002 0501	Tube PEHD	50	2.4	PE80	6 Bars	110,63	129,44
11 002 0631	Tube PEHD	63	3.0	PE80	6 Bars	173,42	202,90
11 002 0751	Tube PEHD	75	3.6	PE80	6 Bars	245,18	286,86
11 006 0901	Tube PEHD	90	3.5	PE100	6 Bars	283,14	331,27
11 006 1101	Tube PEHD	110	4.2	PE100	6 Bars	409,24	478,81
11 006 1251	Tube PEHD	125	4.8	PE100	6 Bars	531,96	622,39
11 006 1601	Tube PEHD	160	6.2	PE100	6 Bars	878,02	1 027,28
11 006 2001	Tube PEHD	200	7.7	PE100	6 Bars	1 355,64	1 586,10
11 006 2501	Tube PEHD	250	9.6	PE100	6 Bars	2 116,40	2 476,19
11 006 3151	Tube PEHD	315	12.1	PE100	6 Bars	3 374,80	3 948,52
11 006 4001	Tube PEHD	400	15.3	PE100	6 Bars	5 376,80	6 290,86
11 006 5001	Tube PEHD	500	19.1	PE100	6 Bars	7 998,90	9 358,71
11 006 6301	Tube PEHD	630	33.10	PE100	6 Bars	12 694,50	14 852,57

TUBE PEBD

Référence	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Prix HT	Prix TTC
12 001 0161	Tube PEBD PN 2.5	16	1,20	17,12	20,03
12 001 0201	Tube PEBD PN 2.5	20	1,30	22,98	26,89
12 002 0161	Tube PEBD PN 04	16	1,40	19,07	22,31
12 002 0201	Tube PEBD PN 04	20	1,50	25,79	30,17
12 002 0251	Tube PEBD PN 04	25	1,90	39,80	46,57
12 002 0321	Tube PEBD PN 04	32	2,40	64,48	75,44
12 002 0401	Tube PEBD PN 04	40	3,00	100,91	118,06
12 002 0501	Tube PEBD PN 04	50	3,70	154,19	180,40
12 002 0631	Tube PEBD PN 04	63	4,70	243,88	285,34
12 002 0751	Tube PEBD PN 04	75	5,60	344,78	403,39
12 002 0901	Tube PEBD PN 04	90	6,90	496,16	580,51
12 002 1101	Tube PEBD PN 04	110	8,10	728,80	852,70

