



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département Irrigation et Drainage

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Aménagement hydro-agricole des plaines sétifiennes
(Secteur 7) a partir du barrage de MAHOUANE
W.Sétif**

Présenté par :

M^r : TOUATI Hamza

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r : MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M ^{me} : SAADOUNE Samra	M.C.B	Examineur
M ^{me} : MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Examineur
M ^r : KOLAIA Djaffar	Assistant	Examinatrice
M ^r : RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Promoteur

Juin 2018

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :

A mes très chers parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour me voir enfin atteindre cet objectif.

Mon frère.

A toute ma grande famille.

Tous mes amis.

A tous les élèves ingénieurs que j'ai connus.

Remerciement

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage ainsi que la bonne volonté pour achever mes études

Je tiens à remercier particulièrement ma promoteur Mr rassoul, pour ses conseils avisés, son aide précieuse et sa disponibilité au cours de toute l'année.

Je remercie également tous les enseignants qui m'ont aidé par leurs savoir-faire à mieux élaborer mon travail.

Également mes sincères remerciements à Mr MEDDI Mohamed qui m'a fait l'honneur de présider mon jury et aussi tous les membres de jurys.

Merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet, que ce soit par son amitié, ses conseils ou son soutien moral.

ملخص :

يبدأ عملنا بدراسة عامة (مناخ، تربة ومياه) للمنطقة المعنية، ويدخل هذا ضمن نطاق دراسة استغلال المساحات المسقية في سهول سطيف باستخدام أفضل تقنيات السقي قصد أجل الحصول على عائد أفضل، والحفاظ أيضا على الموارد المائية ونوعية التربة. لهذا، سوف نستخدم أفضل الطرق لحساب الاحتياجات المائية للمحاصيل مع الحفاظ على توزيع جيد للمردود للحصول على إنتاجية جيدة مع خفض التكلفة.

Résumé :

Notre travail commence par une étude générale (climat, sol et eau) de la région concernée. Il entre dans le cadre de l'étude et du suivi de l'exploitation des espaces irrigués dans les plaines Sétifiennes. L'étude prévoit l'utilisation des techniques d'irrigation adéquates dans le but de faire face au déficit hydrique prononcé et l'obtention d'un bon rendement tout en préservant les ressources en eau et la qualité du sol. Pour cela, nous utiliserons les meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des cultures avec la préservation d'un bon rendement de répartition pour obtenir une bonne productivité culturale avec un moindre coût.

Abstract :

Our work begins with a general study (climate, soil and water) of the region concerned. Which is part of the study and monitoring of the exploitation of irrigated areas in the region of Setif plains by the use of better irrigation techniques to achieve better yields, preserve water resources and soil quality. For this, we will use the best methods of calculating crop water requirements with the preservation of a good distribution efficiency to have a good cultural productivity with a lower cost.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale	1
Chapitre I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	3
I.1 Introduction :	3
I.2 Présentation de la zone d'étude :	3
I.3 Infrastructure routière :	4
I.4 Réseau hydrographique :	5
I.5 Géologie google :	5
I.6 Drainage :	6
I.7 Caractéristiques climatiques :	6
I.8 Classement du climat :	13
I.8.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone :	13
I.8.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :	14
I.8.3 Diagramme ombro-thermique de Gaussen :	16
I.9 Conclusion :	17
Chapitre II : ETUDE PÉDOLOGIQUE	18
II.1 Introduction :	18
II.2 Etude pédologique :	18
II.3 Les différentes classes des sols :	18
II.4 Caractéristiques morphologiques et analyse des sols :	19
II.4.1 Les sols peu évolués :	19
II.4.2 Sol calcimagnésique :	22
II.5 Caractéristique de sol :	25
II.6 Caractéristique biologiques.....	26
II.7 Conclusion :	27

Chapitre III: SOURCE D’EAU ET AGRONOMIE	28
III.1 Introduction :	28
III.2 Alimentation en eau du périmètre : le barrage de Mahouane :	28
III.3 Caractéristiques principales du Barrage :	28
III.4 Qualité des eaux d’irrigation	30
III.4.1 Limites admissibles.....	30
III.5 agronomie :	34
III.5.1 Assolement :	36
III.5.2 rotation choisis :	36
III.6 Conclusion :	37
Chapitre IV :ETUDE HYDROLOGIQUE	38
IV.1 Introduction :	38
IV.2 Choix de la station pluviométrique :	38
IV.3 Vérification de l’homogénéisation d’a série pluviométrique :	39
IV.4 Ajustement statistique des pluies :	42
IV.4.1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :	43
IV.4.2 Ajustement des pluies annuelles a la loi log normale.....	45
IV.4.3 Test de validité d’un ajustement :	46
Chapitre V : BESOINS EN EAU	50
V.1 Introduction :	50
V.2 Besoins en eau du périmètre:	50
V.3 L’évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :	53
V.3.1 calcul de l’évapotranspiration potentielle ou de référence :	54
V.3.2 Formule Modifiée de Penman_Monteith :	54
V.4 Définition des besoins en eau d’irrigation nette d’une culture :	57
V.4.1 Calcul des besoins en eau d’irrigation :	57

V.5	Calcul des besoins en eau des assolements.....	67
V.6	des débits à transiter par le réseau collectif	69
V.6.1	débits spécifiques :.....	69
V.6.2	Evaluation du débit caractéristique :.....	70
V.7	Conclusion :.....	71
 Chapitre VI : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION		72
VI.1	Introduction :.....	72
VI.2	Le tracé du schéma :.....	72
VI.3	Les secteurs d'irrigation :.....	73
VI.4	Réseau de distribution projeté :.....	74
VI.4.1	Points spéciaux d'une conduite :	74
VI.4.2	Bornes d'irrigation :.....	74
VI.5	Calcul hydraulique des bornes :	75
VI.5.1	Choix du diamètre de la borne :.....	75
VI.6	Dimensionnement du réservoir de distribution :.....	78
VI.7	Dimensionnement du réseau de distribution :.....	78
VI.8	Choix du matériau des conduites :	80
VI.8.1	Caractéristiques des canalisations :	80
VI.8.2	Choix du matériau :.....	80
VI.9	Conclusion :.....	86
 Chapitre VII : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATIONS.....		87
VII.1	Introduction :.....	87
VII.2	Choix des techniques d'irrigation	87
VII.3	L'irrigation de surface :.....	87
VII.3.1	L'irrigation par ruissellement.....	87

VII.3.2	L'irrigation par submersion :	88
VII.3.3	L'arrosage par infiltration (à la raie) :	88
VII.4	l'irrigation par aspersion :	89
VII.5	l'irrigation localisée (goutte à goutte) :	89
VII.6	Choix de la technique d'arrosage :	90
VII.7	Conclusion :	92
 Chapitre VIII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION		93
VIII.1	Introduction :	93
VIII.2	Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :	93
VIII.2.1	Données générales :	93
VIII.2.2	Dimensionnement théorique :	94
VIII.3	Dimensionnement hydrauliques des rampes :	97
VIII.4	Calcul de la pression en tête du réseau :	101
VIII.5	Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :	101
VIII.5.1	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :	102
VIII.6.1	Conditions hydrauliques de base :	105
VIII.6.2	Dimensionnement des canalisations du réseau	105
VIII.6.3	Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :	109
VIII.7	Conclusion	110
 Chapitre IX : ETUDE ECONOMIQUE		111
IX.1	Introduction :	111
IX.2	Coût Des Conduites de distribution :	111
IX.3	Calcul du volume de terrassement :	112
IX.3.1	Frais des travaux sur réseau d'irrigation	113
IX.4	Devis estimatif du projet :	116

IX.5 CONCLUSION	117
Conclusion Générale.....	118
Référence Bibliographiques.....	
Annexes	

Liste des tableaux**Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

Tableau I. 1: Précipitations mensuelles de la station de Sétif.	7
Tableau I. 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.	8
Tableau I. 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %.	10
Tableau I. 4: La vitesse du vent en m/s.	11
Tableau I. 5: Nombre de jours de sirocco durant l'année.	12
Tableau I. 6: Nombre moyen de jours de gelée blanche.	12
Tableau I. 7: Moyenne mensuelle de l'insolation.	13
Tableau I. 8: Classification de climats selon MARTON.	13

Chapitre II : ETUDE PÉDOLOGIQUE

Tableau II. 1: Résultat analytique du profil 1	21
Tableau II. 2: Résultat analytique du profil 2.	23

Chapitre III : SOURCE D'EAU ET AGRONOMIE

Tableau III. 1: Fiche synoptique du barrage de MAHOUANE.	29
Tableau III. 2: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	31
Tableau III. 3: Composition chimique de l'eau du barrage.	31
Tableau III. 4: Classification des eaux en fonction du SAR.	32

Chapitre IV :ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau IV. 1: Coordonnées de la station pluviométrique de Fermato	38
Tableau IV. 2: Pluie moyenne mensuelle observé de la station de FERMATO.	38
Tableau IV. 3: test d'homogénéité de la série pluviométrique de la station de fermatou	40
Tableau IV. 4: Ajustement a la loi normale.	44
Tableau IV. 5: Ajustement a la loi log normale.	45
Tableau IV. 6: Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul	48

Chapitre V : BESOINS EN EAU

Tableau V. 1: Occupation agricole actuelle.....	51
Tableau V. 2: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude..	52
Tableau V. 3: Calcul de l'évapotranspiration..	56
Tableau V. 4: Pluies efficaces pour chaque mois.	57
Tableau V. 5: Calcul des besoins en eau de blé.	58
Tableau V. 6: Calcul des besoins en eau de l'orge grain... ..	59
Tableau V. 7: Calcul des besoins en eau de pomme de terre (S).	59
Tableau V. 8: Calcul des besoins en eau de la carotte..	60
Tableau V. 9: Calcul des besoins en eau de l' Oignon/ail.	61
Tableau V. 10: Calcul des besoins en eau de le Haricot	62
Tableau V. 11: Calcul des besoins en eau de maïs..	62
Tableau V. 12: Calcul des besoins en eau de orge en vert.....	63
Tableau V. 13: Calcul des besoins en eau de choux.	64
Tableau V. 14: Calcul des besoins en eau de luzerne	64
Tableau V. 15: Calcul des besoins en eau de olivier	65
Tableau V. 16: Calcul des besoins en eau de Pommier.	66
Tableau V. 17: Calcul des besoins en eau de la tomate.	66
Tableau V. 18: Besoin en eau de l'assolement 1.....	67
Tableau V. 19: Besoin en eau de l'assolement 2... ..	68
Tableau V. 20: Besoins annuels totaux des cultures en m ³ ..	70

Chapitre VI : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Tableau VI. 1: Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, cote minimale et cote moyenne par secteur d'irrigation source (ONID).....	73
Tableau VI. 2: Choix du diamètre de la borne.	75
Tableau VI. 3: Calcul des débits des ilots et choix des diamètres des bornes.	76
Tableau VI. 4: Les paramètres de perte de charge.....	79
Tableau VI. 5: Résultat de calcul le réseau de distribution..	81

Chapitre VII : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATIONS

Tableau VIII. 1: Résultat du calcul pratique d'aspersion.-----	100
Tableau VIII. 2: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire. -----	111
Tableau VIII. 3: Tableau récapitulatif.-----	112

Chapitre VIII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

Tableau VIII. 1: Résultat de calcul pratique d'aspersion.....	101
Tableau VIII. 2: Calcul de diamètre de la rampe .-----	108
Tableau VIII. 3: Calcul de diamètre de la porte rampe -----	108
Tableau VIII. 4: Calcul de diamètre des conduites tertiaires.-----	108
Tableau VIII. 5: Récapitulatif des calculs hydrauliques..-----	109

Chapitre IX : ETUDE ECONOMIQUE

Tableau IX.1 : Devis estimatif et quantitatif des conduites	111
Tableau IX.2 : Calcul des différents volumes.....	115
Tableau IX.3 : Coût des travaux de terrassement.....	115

Liste des figures**Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

Figure I. 1: Carte de situation de la wilaya de Sétif (source ONID). -----	4
Figure I. 2: Répartition mensuelle des pluies -----	7
Figure I. 3: Répartition mensuelle de la température. -----	9
Figure I. 4: Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative-----	10
Figure I. 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER. -----	15
Figure I. 6: Climogramme pluviométrique de Gausсен. -----	16

Chapitre III : Ressources en eau

Figure III. 1: Barrage de MAHOUANE. -----	29
Figure III. 2: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.....	34

Chapitre V : BESOINS EN EAU

Figure V.1: occupation des sols.....	51
Figure V.2: carte d'aptitude aux cultures céréalières-----	51

Chapitre VIII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

Figure 1: Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe. -----	98
---	----

Chapitre IX : ETUDE ECONOMIQUE

Figure IX.1: Schéma d'une tranchée.....	112
--	-----

Liste des planches

PLANCHE.1.profil en long de la conduite de distribution du secteur 7 W.Setif

PLANCHE.2.Plan de situation du secteur 7 de la plaine setifienne

PLANCHE.3.Plan d'adduction du secteur 7 W.Sétif

PLANCHE.4.Plan d'un réseau d'aspersion (îlot 16 parcelle 3)

PLANCHE.5. Plan d'occupation de sol

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Depuis bien longtemps il existe des recettes universelles pour garantir le développement de l'irrigation grâce essentiellement aux nouvelles techniques d'irrigation mis en place par l'homme au fil du temps. Compte tenu des ressources en eau limitées et du déséquilibre entre l'offre et la demande qu'engendrent souvent les conditions de sécheresse. Et dans le domaine agricole, l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socioéconomique à moyen et long terme. La conception d'un système d'irrigation nécessite en premier lieu la quantification des besoins en eau de toutes les cultures mises en place, et la mobilisation des ressources en eau nécessaires au bon développement de ces cultures.

De multiples options sont possibles et les plus appropriées dépendent des conditions naturelles. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet Notre étude sera concentrée que sur le secteur 7 des plaines Sétifiennes qui est le plus loin du barrage Mahouane et qui sera alimenté gravitairement.

En effet dans ce projet nous allons étudier les conditions naturelles de la région, la source d'eau et sa qualité, nous allons calculer les besoins en eau des cultures.

Le projet d'irrigation du périmètre se base sur les facteurs et paramètres qui conditionnent la mise en valeur du projet d'irrigation tels que : les aptitudes culturales des sols , les conditions naturelles de la région , ainsi que les besoin en eau des culture, sans oublier l'étude économique de ce projet.

Nous espérons que le travail que nous présentons, aidera à concevoir et à mener à bien ce projet qui apparait de plus en plus nécessaire pour diversifier et intensifier la production de ce périmètre.

Chapitre I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Chapitre I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1 Introduction :

L'hydrologie d'une région dépend d'abord de son climat ensuite de sa topographie et de sa géologie.

Les facteurs qui déterminent le climat sont la précipitation avec sa distribution dans le temps et dans l'espace, la température et le vent qui ont une influence sur l'évaporation et la transpiration.

La topographie influe sur les précipitations, et sur l'écoulement des eaux .la géologie influe sur la topographie.

I.2 Présentation de la zone d'étude :

La zone à irriguer se trouve à 300 km de l'Est d'Alger. Zone de haut plateau entre les 800 et les 1000 m de hauteur, la région est connue géographiquement comme les Hautes Plaines Sétifiennes. Les 28.228 hectares bruts étudiés, sont étendus entre les Wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj.

Le périmètre est délimité par :

- au Nord : les villes de mahdia et ain arnat.
- au nord ouest : avec ville de khelil .
- nord est : Sétif et les montagnes de la petite Kabylie (béjaia).
- L'EST :RN 75.
- Sud : les crêtes des montagnes de hodna
- Ouest : la ligne imaginaire liant les villes de bir kasd et ain tesra.

Les limites de la zone d'étude sont établies sur la base des études de sols de la zone d'Ain Zada réalisées en 1973 par la Direction des Etudes de Milieu et de la Recherche Hydraulique (DEMRH) et celles réalisées en 1998 et 1999 par l'Agence National des Ressource Hydrauliques (ANRH).

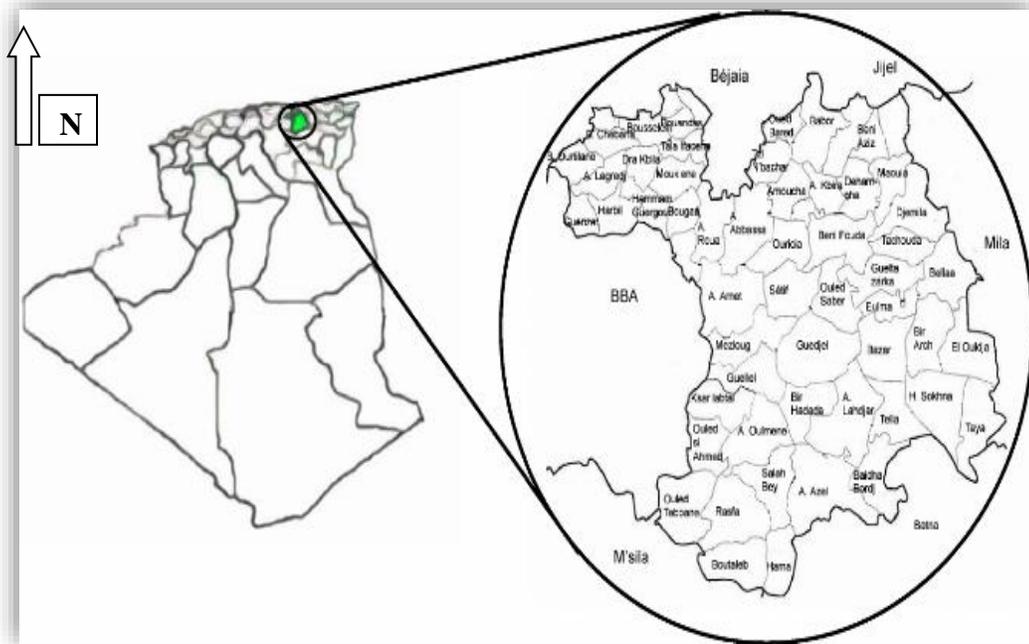


Figure I. 1: Carte de situation de la wilaya de Sétif (source ONID).

Echelle : 1/ 1 000 000 ème

I.3 Infrastructure routière :

Ce réseau routier est formé de plusieurs pistes et chemins de wilaya alors Ces routes traversent la zone d'étude qui permettent une liaison facile entre les exploitations et les routes de grande circulation, telle que : la RN 05 d'Alger à Constantine, les CW 64 de bir kasd à ain melila, CW 63 entre ain taghroutet bouгаа ,CW 140 qui unit la rue RN 5 , la CW 140A qui unit mezloug , la CW 64 ,la RN28 qui unit setif avec mezlouge et ain oulmane , la CW113 qui unit guellal et quidjel et L'autoroute Est Ouest traverse le périmètre d'irrigation même La voie ferrée entre Alger et Sétif traverse le périmètre de sud au nord, pénétrant dans celui-ci par le sud des kilomètres à l'est du barrage de Tixter, et traverse le périmètre jusqu'à arriver à la ville de Mezloug.

I.4 Réseau hydrographique :

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued, ses derniers déversent dans l'oued Bou Salam . Les principaux oueds qui traversent la région étudiée et par zones sont les suivants :

1- Zone de Mezloug :

- Oued Bou Sellam
- Oued ben diab
- Oued guellal

2- Zone intermédiaire :

- Oued Bou Sellam ,
- Oued Tixter .

3- Zone de Ain Taghrout:

- Oued Ain Taghrout
- Oued bir kasdali
- Oued ammari
- Oued sidi bouneb

I.5 Géologie :

Les plaines Sétifiennes sont principalement des formations quaternaires (quaternaire ancien, moyen et récent), cependant on rencontre aussi quelques formations du mi- pliocènes à l'Ouest de la zone d'étude.

Le plateau Sétifien : est un plateau élevé, d'altitude moyenne est comprise entre 900 et 1000 mètres ,limité au nord par la chaîne des Bibans, au sud par les montagnes du Hodna il représente un fond ancien d'un golf marin ,et puis d'un lac large qui s'est ensuite retiré vers l'Est ,il est constitué des sédiments du secondaire à faciès néritique (grès, dolomies, calcaires, marnes) sur lesquels sont venus se déposer des sédiments marins ,lagunaires ,lacustres et tertiaires.

- **Quaternaire**

Quaternaire ancien : le mouloyen ; Le cadre géomorphologique est les glacis et esseulement Moulouyens, recouverts de leur énorme croûte calcaire rose saumon, affectés par les nombreux mouvements tectoniques qui se produisent à la fin du pluvial Moulouyens qui déterminent les traits principaux du relief.

Quaternaire moyen : L'amirien , C'est à partir des zones de faiblesse des glacis Moulouyens que les glacis et cone Amiriens ont pu se développer.

quaternaire récent : Le tensiftien, Ce sont avec les dépôts Moulouyens, les dépôts les plus étendus.

- **Mio-Pliocen**

Les formations du Mio-Pliocen affleurent sur une grande surface, correspond essentiellement à le sable, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats du Moi-pliocène continental. C'est une puissante accumulation de cailloutis et de limons rougeâtres argilo sableux ou marno - calcaires qui correspond à des épandages fluviatiles dans un bassin dépend.

1.6 Drainage :

Réseau hydrographique : La région est caractérisée par un réseau hydrographique dense, plus important dans la région d'Ain Taghrout, Toute l'air forme par le bassin de drainage d'oued Bou Sellam.

1.7 Caractéristiques climatiques :

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné .les principales composantes du climat sont : la précipitation, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative. Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière plus au moins importante la conception d'un projet de drainage.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournis par L'ANRH.

Certains compléments sont extraits de la banque de données disponibles à L'ENHYD

Ou obtenus auprès de l'office National de la Météorologie.

- **Précipitations :**

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, sous forme liquide (brouillard, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Le régime pluviométrique est irrégulier en quantité et en intensité, les vents froids d'hiver et de printemps provenant du nord et nord ouest influent sur les périodes de pluviosité.

Tableau 1.1: Répartition mensuelle des pluies de la station de Sétif.

Mois	Jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec	Total
Pluies(mm)	40,00	37,98	37,02	37,79	34,14	15,78	8,43	9,68	31,43	26,90	33,81	56,93	397,87

(Source ONID)

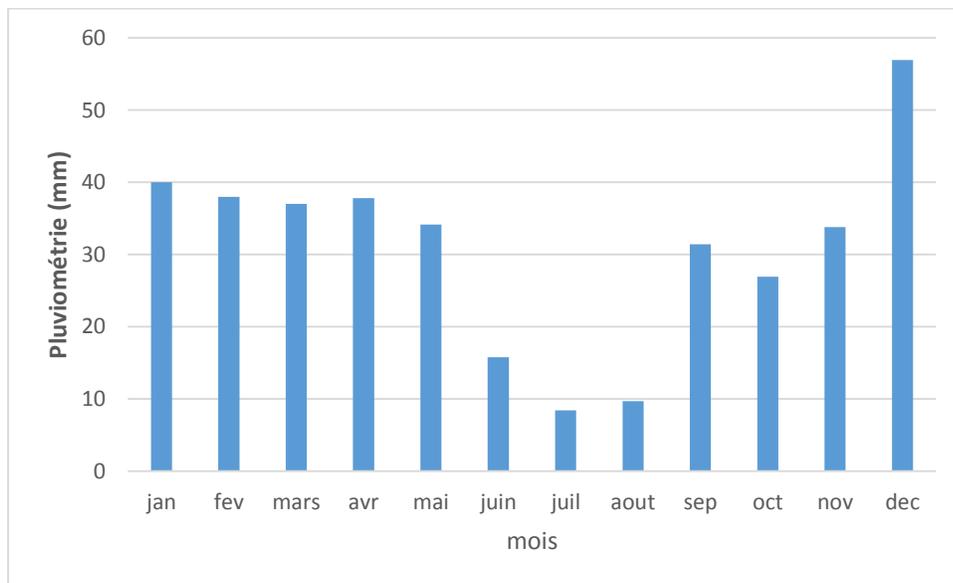


Figure I. 2: Répartition mensuelle des pluies

Interprétation :

La pluviométrie moyenne annuelle est de 397.87 mm . La distribution mensuelle nous révèle que les mois de juillet aout sont relativement les périodes les moins pluvieuses (les plus sèches), le maximum des pluies étant enregistré en dec (56.93 mm).

- **Température :**

La température est une grandeur physique dépend avant tout de la situation de ce lieu sur la terre (son altitude) pour les besoins agricoles, la température est généralement relevée à l'aide d'un thermomètre à liquide (mercure, alcool...) ou de thermomètres enregistreurs (thermographe).

Tableau I. 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.

MOIS	Tmin	Tmax	Tmoy
JANVIER	-3.03	15.5	6.23
FEVRIER	-2.86	18.16	7.65
MARS	-1.86	20.5	9.32
AVRIL	-0.36	24.59	12.11
MAI	1.98	30.63	16.31
JOIN	8.64	35.66	22.15
JUILLET	12.9	37.67	25.30
AOUT	12.98	37.19	25.09
SEPTEMBRE	9.28	33.36	21.3
OCTOBRE	4.58	27.63	16.11
NOVEMBRE	0.81	21.13	10.97
DECEMBRE	-1.52	16,31	7.39

Source : O.N.M

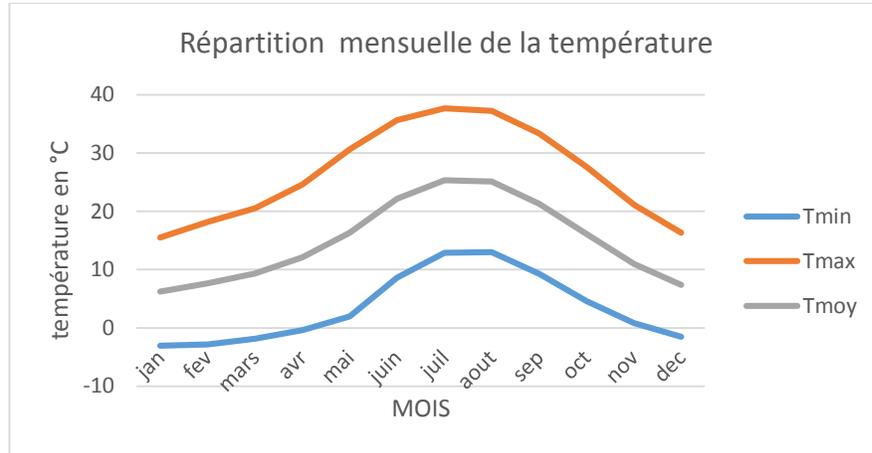


Figure I. 3: Répartition mensuelle de la température

Interprétation :

D’après le graphe suscité nous avons constaté que à Sétif, l’hiver est très froid notamment le mois de janvier avec une température minimale moyenne de **-3.03 C**

Les valeurs de températures moyennes mensuelles varient beaucoup et les valeurs moyennes oscillent autour de **15  c** avec la moyenne des maximales de **26.52  c** et la moyenne minimal de **3.46  c**.

Par contre l’été se caractérise par une température moyenne maximale pendant le mois de juillet qui avoisine les **37,67 C**.

- **L’Humidité relative :**

L’humidité relative est en fonction des précipitations et la nature des masses d’air locales. On admet que la variation de la température de l’air provoque, en règle générale, une variation contraire de l’humidité relative de l’air.

La répartition moyenne mensuelle de l’humidité relative, mesurée par psychom tre est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 1.3: Répartition mensuelle de l’humidité relative de l’air en % (Sétif)

Mois	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Humidité	83	77	76	72	65	62	52	50	85	73	81	85

(Source ONID)

Interprétation :

Le tableau suscité montre que l'humidité relative moyenne est importante hiver et en printemps avec des valeurs maximales en décembre et janvier avec respectivement **85%** et **83%** ; la valeur minimale est en aout avec **65%**.

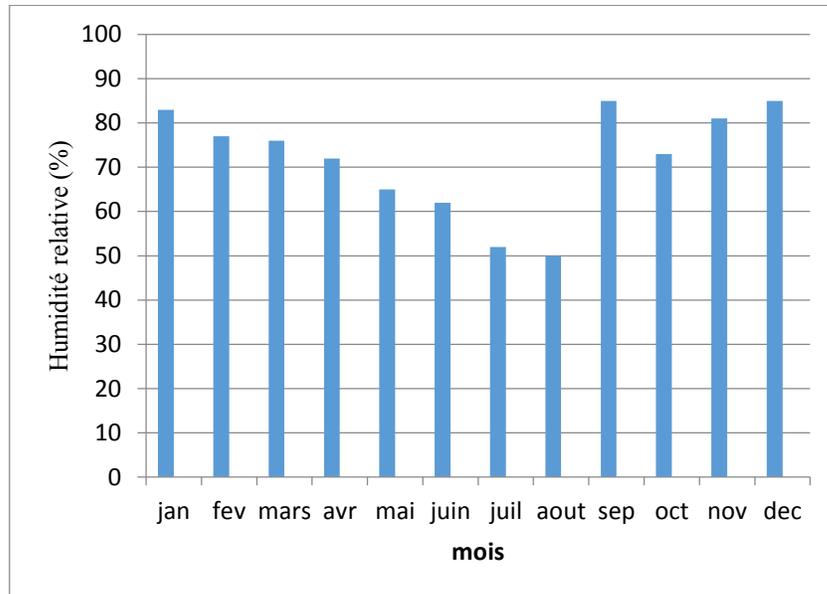


Figure I. 4: Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative

- **Les vents :**

Le vent représente le mouvement de l'air et est caractérisée par sa direction donnée par la girouette mesurée à l'aide d'un anémomètre il représente un élément le plus caractéristique du climat, il à une influence sur l'évapotranspiration des végétaux, ainsi Il peut aussi provoquer la verse des céréales la détérioration des plantes, la chute des fruits lourds, son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Tableau. I.4 : Distribution fréquentielle du vent

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Vent(m/s)	3.9	3.8	3.9	4.2	4.6	3.6	3.8	4	3.8	3.2	3.7	4.2

(Source ONID)

Interpretation:

Dans cette année, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest à Nord-est. Les vents de direction Nord-est sont frais et chauds, et peuvent favoriser les maladies cryptogamiques.

La moyenne annuelle de la force du vent est forte et homogène d'environ de 3.9 m/s.

- **Le sirocco :**

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement.

Dans la zone d'étude le sirocco est fréquent, il se manifeste de Mai à Septembre, ce vent sec et chaud peut causer des dégâts importants aux cultures en faisant augmenter la température et en séchant le sol. Le nombre moyen de jours de sirocco est de 40,8 à Bir Kasd Ali et 15,8 à Sétif.

Tableau. I.5 : Nombre moyen mensuel des jours du sirocco.

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
JOURS	0.2	0.5	1.8	1.7	1.2	2.4	2.6	1.8	1.6	0.7	0.8	0.0

(Source ONID)

- **La gelée :**

Les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures. Elle se produit lorsque le minimum moyen de température se situe au-dessous de 10°C. Elles provoquent de graves dégâts sur les jeunes plantes et ce problème est particulièrement important dans les Plaines Sétifiennes.

Tableau. I.6 : Nombre moyen mensuel de jours de gèle

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sétif	7.8	6.4	4.2	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.6	9.3	33.5

(Source ONID)

Le phénomène s'observe à partir du mois de novembre pour atteindre le maximum pendant la période de décembre à février. Il disparaît fin mars.

- **Neige :**

Sur les hautes plaines Sétifiennes, la chute des neiges se fait pendant plusieurs jours, de fin novembre à début avril, soit 17 jours en moyenne par ans. L'enneigement est important, Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les nappes, principalement, celle de la terrasse alluviale.

- **Durée D'insolation:**

Le phénomène d'insolation qui est défini par le nombre d'heures pendant les quelles le soleil a brillé, est enregistré durant tout l'année avec des valeurs variables, les plus importantes ont lieu en période chaude allant de mois de juillet au mois de aout, la valeur la plus élevée est celle de mois de juillet avec **(11.9heures/jour)** ; Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevé.

Dans la région est élavée : la moyenne annuelle est de 8.2 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 2 990 heures réparties entre 1 169 heures en hiver et 1 821 heures en été.

Tableau. I.7 : Distribution fréquentielle de la durée d'insolation totale (en heure)

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Insolation(heur)	6.32	7.86	7.55	8.63	8.52	11.13	11.90	10.16	9.33	7.16	5.73	4.00

(Source ONID)

I.8 Classement du climat :

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Les indices les plus connus sont ceux de MARTONE (1926) et EMBERGER (1932)

I.8.1 Classification du climat selon l'indice de De Martone :

L'indice d'aridité ou de marton est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

$$I = P/(T + 10) \dots\dots\dots (I.1)$$

Avec :

Ia : indice d'aridité.

P : pluviométrie annuelle en mm

T : température moyenne annuelle de l'air en °C.

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont données dans le tableau à dessous.

Tableau. I.8 : Classification de climats selon MARTON

Valeur Ia	Type de climat	Irrigation
Ia<5	désertique	Indispensable
5<Ia<10	Très sec (aride)	Indispensable
10<Ia<20	Sec (semi aride)	Souvent indispensable
20<Ia<30	Relativement humide	Parfois utile
Ia>30	humide	Inutile

Source: Dossier I-C analyse des ressources en eau sticky-Enhyd 2009

On a

P=365.5 mm

T=14.99°C

$$Ia = 397.87 / (14.99 + 10)$$

Donc :

Ia= 15.92

on constate alors d'après la classification ci-dessus, que la Région est soumise à un régime du climat du climat est Relativement sec étage semi aride et l'irrigation est indispensable utile.

I.8.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne La

méthode est fondée sur un diagramme dressé par Mr. EMBERGER qui nous renseigne sur le type de climat ,ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région .le quotient d'emberger que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant :

$$Q = (2000 \times p)/(M^2 - m^2) \dots\dots\dots(I.2)$$

Avec :

Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température maximale maximale du mois le plus chaud (Kelvin).

m: Températures minimale du mois le plus froid (Kelvin).

- P= 397.87 mm
- M= 37.6 °C
- m= -3.03°C

On a :

- M = 37.6+273= 310.6 °K
- m = -3.03+273= 269.97 °K

$$Q=33.52$$

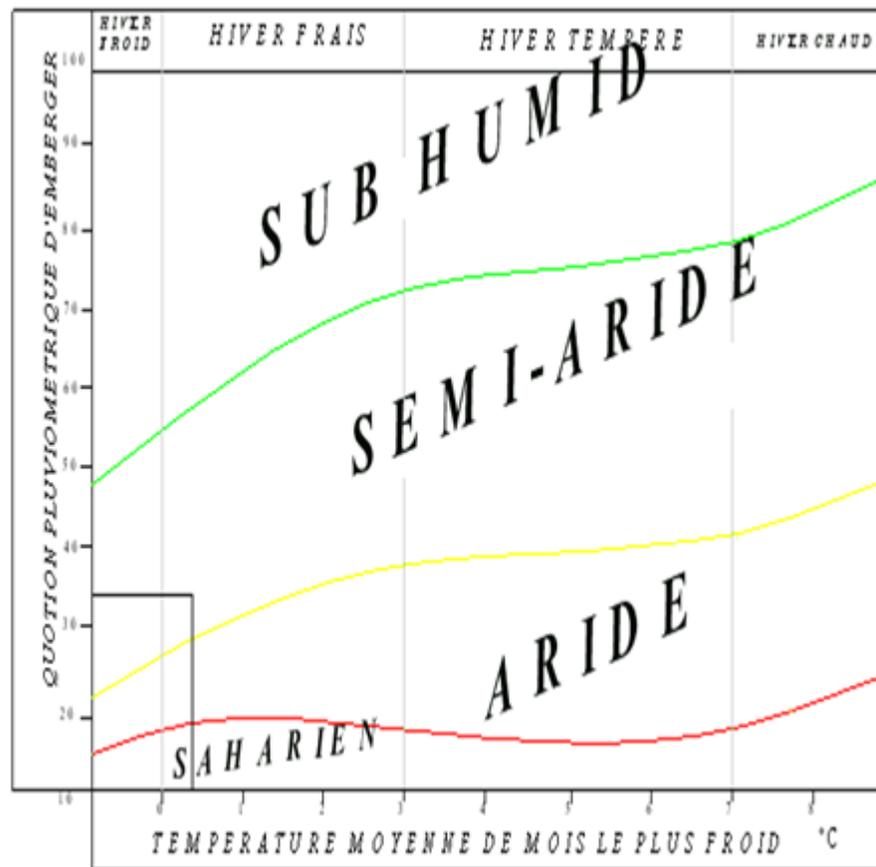


Figure I. 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, Et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid et d'après la projection des valeurs ($Q=33,52$ m $-3,03^{\circ}\text{C}$) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER nous pouvons conclure que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : semi aride
- Sous étage : Hiver froid.

I.8.3 Diagramme ombro-thermique de Gausсен :

Il s'agit d'un graphique permettant de définir les périodes sèches et humides de l'année.

On dit qu'on est en période sèche lorsque la valeur de la pluie exprimée en mm est inférieure ou égale au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius.

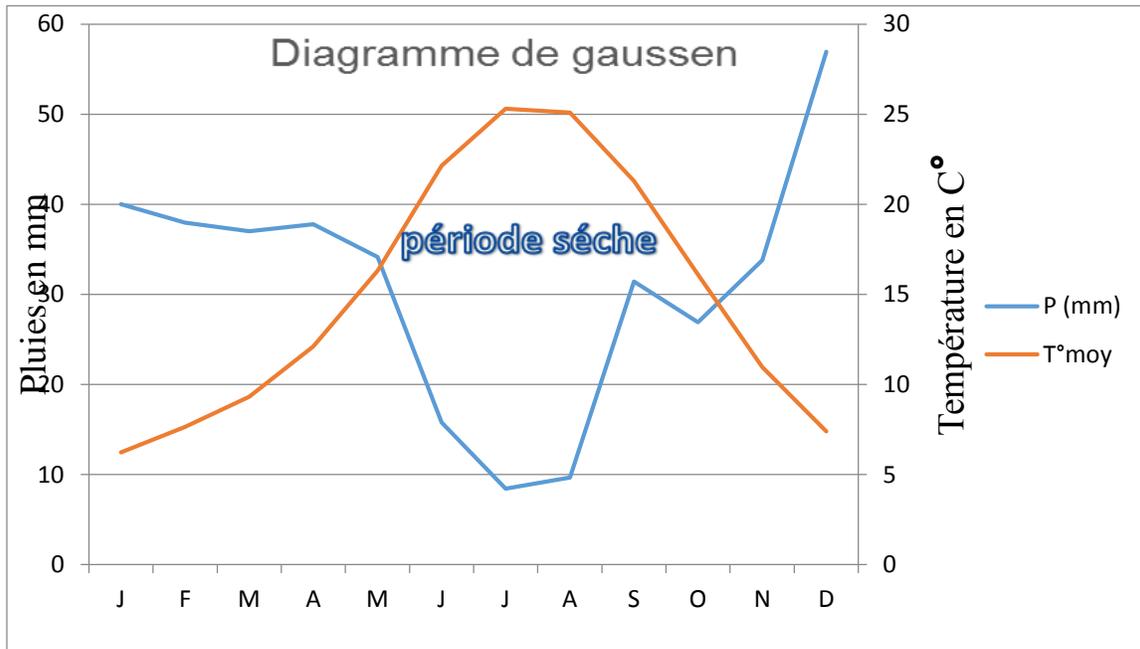


Figure I. 6: Climogramme pluviométrique de Gausсен.

Pour la station de Sétif, le diagramme ombro-thermique de Gausсен montre que la période sèche s'étale sur six mois (mai - octobre), La saison sèche occupe le reste de l'année, ce qui se traduit par une demande en eau durant ce cycle.

I.9 Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons fait une présentation générale et dégagé les caractéristiques principales climatiques de notre région d'étude.

De l'examen de ces données, Le climat de Sétif est de type semi-aride, avec un régime pluviométrique variable en volume et répartition dans le temps. . L'année est caractérisée par des hivers froids et des étés secs.

Dans ce contexte l'activité agricole peut se développer, on tenant compte les conditions climatiques cités auparavant.

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat de la Région a un caractère de continentalité avec un écart de température de 6 à 25°C Entre l'hiver (Janvier) et l'été (juillet).

Chapitre II : ETUDE PÉDOLOGIQUE

Chapitre II : ETUDE PÉDOLOGIQUE

II.1 Introduction :

Le sol agricole est la partie superficielle de l'écorce terrestre qui, grâce à sa structure et sa composition physico-chimique est en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés.

II.2 Etude pédologique :

L'étude pédologique est une étape essentielle pour l'agriculture car le sol est la base essentielle de toute production agricole et l'étude pédologie pour but de définir les sols destinés à l'irrigation et de localiser les zones après la mise en valeurs en irrigation.

Dans le cas de l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération.

On peut citer notamment :

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible ;
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui joue sur la rétention de l'eau ;
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilite de conduite des arrosages ;
- Les caractéristiques chimiques (PH, SAR et CE) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer .La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

II.3 Les différentes classes des sols :

L'étude pédologique de la zone d'étude et l'établissement de la carte des sols permettent de distinguer deux (02) classes de sol :

- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols calcimagnésiques

Dans notre zone d'étude Les sols calcimagnésiques occupent la plus grande superficie du sol naturel car on se retrouve dans la voie calcimorphe qui occupent une superficie de

21.657,79 ha ce qui représente 87% environ de la superficie du sol naturel (26.487,16 ha).

En seconde lieu et à plus bas degré de représentation les sols de la classe calcimagnésiques, sont remarquables que sont de la classe des sols peu évolués. Ces derniers sont développés, principalement, au niveau des terrasses alluviales et occupent une superficie de **3.917,92 ha** ce qui fait 15% environ de la superficie du sol naturel.

Les sols halomorphes et hydro- morphes se trouvent faiblement représentés. La superficie totale occupée par ces sols est inférieure à **911,45 ha** ce qui fait 3% environ de la superficie du sol naturel.

Les zones homogènes (zones avec les mêmes aptitudes aux cultures irriguées et les mêmes problèmes d'aménagement). Ont été délimitées sur la carte en faisant la synthèse de la carte des sols et de la carte des aptitudes culturales à l'irrigation. La répartition de ces zones à été effectuée selon :

- Leur aptitude aux cultures en irrigué
- Les problèmes qui posent en valeur
- La nature des travaux et les aménagements indispensables ou recommandés.

II.4 Caractéristiques morphologiques et analyse des sols :

II.4.1 Les sols peu évolués :

les sols peu évolués ont un profile de type AC et caractérisés par une faible altération du milieu minéral et une faible teneur en matière organique . on les rencontrent sur plusieurs types de roches :alluvions récentes ,alluvions anciennes ,encroutement calcaire et dalle calcaire .

il s'agit de sols formes aux dépens d'un matériau transporté par l'eau ; la matière organique ,le plus souvent à évolution rapide s'incorpore profondément.

Profil n°1

➤ Situation :

- Wilaya : sétif
- Commune : mezloug
- Coordonnées Lambert : X= 708995 Y=3995853 Z= 918m
- Forme de relief : plaine alluviale
- Modification de la forme : aucun
- Type de pente : simple
- Occupation des sols : agricole
- Classe de drainage : bien drainé
- Classification : sols peu évolués- non climatique- d'apport alluvial- modal- sur alluvions récentes- profond- texture argileuse.

Description morphologique :○ **00-27 cm :**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/3 . Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,gravier fin .Texture : limono-argileuse .Structure : polyédrique subangulaire ,modérée ,moyenne .Friabilité : friable . Compacité : peu compacte. Système de racine : peu de racines , fines et très fines.

○ **27-60 cm :**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/3 . Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,gravier fin .Texture : équilibrée .Structure : polyédrique subangulaire ,modérée ,moyenne .Friabilité : friable . Compacité : compacte. Système de racine : peu de racines, fines et très fines.

○ **60-95 cm :**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/3 . Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,gravier fin .Texture : limono-sableuse. Structure : polyédrique subangulaire ,modérée ,moyenne .Friabilité : friable . Compacité : compacte. Système de racine : peu de racines, fines et très fines.

○ **95-150 cm :**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/3 . Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,gravier fin .Texture : limono-argileuse. Structure : prismatique ,fort ,moyenne .Friabilité : friable . Compacité : compacte. Système de racine : peu de racines, très fines.

Tableau 1.1: Résultat analytique du profil 1.

HORIZONS	H1	H2	H3
Profondeur (cm)	0-30	30-70	70-125>
Granulométrie :			
Argile %	39	64	45
Limons fins%	38	19	23
Limons grossiers%	15	10	21
Sables fins%	7	6	8
Sables grossiers%	2	2	11
			3
Matière organique :			
Matière organique%	2.51	2.1	2.11
C‰	1.46	1.22	1.22
N‰	0.1	0.1	0.1
C/N	15	12	12
Complexe			
absorbant :	15.25	19.75	
Ca++ en meq/100g	8.22	13.75	19.75
Mg++ en meq/100g	0.23	0.19	8.22
K+ en meq/100g	0.39	0.74	0.19
Na+ en meq/100g	-	-	0.88
T en meq/100g			-
Solution du sol :			

pH	7.75	7.7	7.75
CE mmhos/cm	0.12	0.16	0.12
Caractéristiques physiques :			
pF 4.2	-	-	-
pF3	-	-	-
K Henin	-	-	-
Is			

Source: ONID

II.4.2 Sol calcimagnésique :

ils sont très répandus dans les plaines. Ce type de sols est localisé dans des zones surélevées et assez éloignées des cours d'eau. Ils reposent sur une croûte ou un encroûtement. Ils occupent une grande superficie.

Leur situation dans le paysage permet à ces sols de rester sains. Le drainage se fait naturellement.

Profil n°2

- Situation :
 - Wilaya : sétif
 - Commune : el mhada
 - Coordonnées Lambert : X= 7079959 Y=3992694 Z= 899m
 - Forme de relief : versant
 - Modification de la forme : aucun
 - Type de pente : simple
 - Occupation des sols : agricole
 - Classe de drainage : bien drainé
 - Classification : : sols calcimagnésique, carbonatés, brun calcaire peu différencié, modal, argile jaunâtre, profond, équilibrée.

Description morphologique :○ **00-26 cm**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/4 . Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,non décrit .Texture : équilibrée ,limono-argileuse, moyen .Structure : polyédrique subangulaire ,fort .Friabilité : friable . Compacité : peu compacte. Système de racine : fréquentes, moyennes et fines.

○ **26-50 cm**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 10YR 4/5. Taches : sans. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 16/35 ,gravier fin .Texture : limono-argileuse, .Structure : polyédrique subangulaire ,fort .Friabilité : friable . Compacité : compacte. Système de racine : très fréquentes, fines et très fines.

○ **50-96 cm**

Etat d'humidité : légèrement humide. Couleur de matrice : 2,5Y6/6. Taches : <2, orange. Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : 1-5 ,non décrit .Texture : limono-argileuse .Structure : polyédrique subangulaire ,fort ,fine .Friabilité : friable . Compacité : compacte. Système de racine : très fréquentes, fines et très fines.

○ **96-127 cm**

Etat d'humidité - Couleur de matrice : - Taches : sans ; Etat D'Oxydo-Réduction : oxydation .élément grossiers(% total) : >70,non décrit .Texture : limono-argileuse .Structure : sans structure .Friabilité : friable . Compacité : non décrit . Système de racine : sans test de terrain.

Tableau 1.2: Résultat analytique du profil 2.

HORIZONS	H1	H2	H3
Profondeur (cm)	0-26	26-50	50-96>
Granulométrie :			

Argile %	10	31	
Limons fins%	37	34	27
Limons grossiers%	6	5	37
Sables fins%	33	22	6
Sables grossiers%	11	9	19
			16
Matière organique :			
Matière organique%	1.4	1.4	0.4
C‰	8	8	
N‰	0.31	0.1	2.1
C/N	26	80	0.1
			21
Complexe absorbant :			
Ca++ en meq/100g	36.53	35.9	
Mg++ en meq/100g	7.84	4.32	31.45
K+ en meq/100g	0.51	0.23	6.17
Na+ en meq/100g	1.3	1.29	0.2
T en meq/100g	-	-	0.88
			1.29
			-
Solution du sol :			
pH	7.96	7.64	7.49
CE mmhos/cm	0.1	0.3	0.2
Caractéristiques			
physiques :	-	-	-
pF 4.2	-	-	-
pF3	-	-	-
K Henin	-	-	-

Is			
----	--	--	--

Source: ONID

II.5 Caractéristique de sol :

- **La structure :**

La structure permet de préciser l'organisation des divers types de sols et les limites entre certains horizons .Elle n'est pas une valeur constante: elle varie dans le temps avec les saisons, en fonction de l'humidité et sous l'effet de la culture ,L'agent principal de la structure du sol est l'eau, on parle de structure « stable » ou « instable » selon que le sol est résistant à l'eau et dont les agrégats se délitent ou pas en milieu humide.

Un ensemble de propriété comme la perméabilité, la porosité (macroporosité et microporosité) cohésion sont étroitement liées à la structure.

- **La texture :**

La texture du sol permet de préciser les proportions relatives des diverses tailles des particules d'un sol donné. est à signaler que l'analyse granulométrique des sols calcaires est une chose difficile à réaliser et où l'interprétation des résultats est à prendre avec prudence car la dispersion d'échantillon est toujours imparfaite.

- **Point de flétrissement :**

Le point de flétrissement ($pF=4,2$) est la quantité d'eau qui corresponde à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbable par les racines .Dans ces Conditions, les forces de succion de la plante égalent la force de rétention capillaire.

- **Le pH :**

Le pH est un coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité du milieu, il a une influence sur l'ensemble des réactions chimiques du sol.

Dans les horizons de surface, les valeurs du pH se situent dans la gamme 7.5-8, ce qui correspond à des horizons faiblement à moyennement alcalin, Alors qu'en profondeur les valeurs les plus fréquentes reviennent est entre 7,80-8,20.

En définitive, on enregistre, à peu près, les mêmes valeurs en surface et en profondeur.

- **La capacité d'échange cationique (CEC) :**

La capacité d'échange cationique(CEC) , exprimée en meq/ 100g traduit la richesse du sol en éléments nutritifs .les résultats analytiques donnent des valeurs assez intéressantes, entre 16-32 meq/100g, ce qui correspond à des sols moyennement à riches en éléments nutritifs les horizons de surface ,elle reste supérieur à 18 meq/100g . Cependant, les valeurs les plus fréquentes obtenues se situent entre 16-25 meq/100g . D'une façon générale, dans les sols hydromorphes et bruns méditerranéens, la CEC prend des Valeurs élevées, entre 20-37 meg/100g en surface et en profondeur .

II.6 Caractéristique biologiques

- **La matière organique :**

Les composés organiques humifères contractent des liens physico-chimiques étroits avec certains composés minéraux du profil et constituent des complexes « organo-minéraux » du sol.

- **Le rapport C/N :**

Le rapport carbone/azote traduit la capacité minéralisatrice du sol. Plus la valeur de cet indice est élevés moins cette capacité est bonne.il traduit aussi sur la richesse de l'humus en azote.

II.7 Conclusion :

L'étude pédologique nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les sols de périmètre sont classés en quatre comme suit : sols peu évolués, sols calcimagnésiques, sols hydromorphes et les sols halomorphes.
- D'une manière générale les sols du périmètre présentent des structures variées une texture limono-argileuse à limono-sableuse, les derniers sont légèrement humides.

Chapitre III: SOURCE D'EAU ET AGRONOMIE

Chapitre III: SOURCE D'EAU ET AGRONOMIE

III.1 Introduction :

Dans l'étude d'aménagement hydro-agricole d'un périmètre, il faut vérifier premièrement la disponibilité des ressources en eau qui peuvent alimenter nos périmètres, La plupart des périmètres irrigués sont confrontés aux problèmes de la rareté de l'eau d'irrigation qui diffèrent selon les régions bioclimatique et agro-pédologiques. Pour cela Dans ce chapitre, nous allons essayer de présenter les ressources en eaux qui peuvent alimenter notre zone d'étude pour que nous puissions localiser et surtout quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation.

III.2 Alimentation en eau du périmètre : le barrage de Mahouane :

La ressource en eau provient du système de transfert qui est composé de l'ouvrage principal qu'est le barrage de Mahouane dans la Wilaya de Sétif. Ce dernier est la seule source d'eau pour le périmètre des Plaines Sétifiennes. Il est situé à 14 km au nord du périmètre d'irrigation sur le tracé de l'actuelle route RN-75. Ce barrage fonctionnera à mode de réservoir d'eau, puisque la plupart d'eau de celui-ci proviendra du transvasement du barrage d'Ighil Emda, situé à 20 km environ au nord. La dotation d'eau de ce transvasement est de 121 hm³ par an, avec un apport testimonial du bassin versant du propre barrage de Mahouane estimé en 2,6 hm³ environ par an. Des 121 hm³ annuels nommés dans le tableau ci-dessus, dont 88,9 hm³ approximativement seront destinés à l'irrigation du périmètre et les 33 hm³ restants seront destinés à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Sétif.

III.3 Caractéristiques principales du Barrage :

Le barrage de Mahouane est un barrage de type digue en enrochements avec noyau étanche en argile avec une cote de crête de 1.149 m NGA. Le réservoir a une capacité utile d'exploitation de 147,4 hm³ une cote minimale d'exploitation de 1.083 m et on a établi une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1.106 m. Cette cote a été établie pour garantir l'alimentation en eau potable de la ville de Sétif pendant un temps minimum de 6 mois.

Tableau III. 1: Fiche synoptique du barrage de MAHOUANE

RESERVOIR		
Volume de la tranche morte	Mm ³	0,5
Capacité utile d'exploitation	Mm ³	147,40
Capacité totale	Mm ³	147,90
Cote du fond de la vallée au droit du barrage	NGA	1073,00
Cote minimale d'exploitation	NGA	1083,00
Cote de la limite d'utilisation	NGA	1088,60
Superficie du plan d'eau à la limite d'utilisation	Ha	39
Cote de la retenue normal	NGA	1146,30
Superficie du plan d'eau à la retenue normale	Ha	534
Cote des plus hautes eaux	NGA	1146,70
Volume régularisé	Mm ³	121

Source :ONID

**Figure III. 1:** Barrage de MAHOUANE

III.4 Qualité des eaux d'irrigation

La qualité chimique de l'eau provenant du barrage d'Ighil Emda a été étudiée sur des Échantillons prélevés au long de diverses années.

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de caractérisation et de classification de la qualité d'eaux d'irrigation de Saline et Alcal Soils (1945) coïncidant dans sa totalité avec les critères de Blasco et De la Rubia (1973), et suivant deux critères, respectivement, celui de la conductivité électrique (CE) en microhms/cm et celui du rapport d'absorption de sodium (SAR).

D'après les valeurs moyennes de la CE et du SAR des résultats d'analyse d'eau, l'eau de d'Ighil Emda est classée en C3 S1; Classe S1 (SAR varie de 0 à 10), la quantité du sodium est qualifiée de faible, cette eau ne posera pas de problèmes sauf éventuellement aux arbres fruitiers; Classe de salinité C3 (CE varie de 0,75 à 2,25 mmhos/cm), la salinité est qualifiée de forte rarement très forte, elle n'est autorisée que sur des sols bien drainés et sur cultures tolérantes. Il est à noter que les normes proposées par cette classification sont reconnues comme très sévères, car plusieurs essais ont montré l'utilisation des eaux salées qualifiées de dangereuses, tout en obtenant des résultats satisfaisants. Toutes fois une attention particulière sera accordée au traitement des eaux industrielles afin de préserver une meilleure qualité de l'eau sans risque de contamination.

III.4.1 Limites admissibles

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

- La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25° C et exprimée en mMho/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau III. 2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique (mMho/cm)	Qualité de l'eau
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

Source: ONID

C1 : convient pour toutes les cultures ;

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes ;

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes ;

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé ;

- **SAR :**

Le taux de sodium adsorbé est un paramètre permettant d'estimer le degré de saturation du complexe d'échange cationique (CEC) en ions Sodium. En anglais, le "Sodium Adsorption Ratio" ou SAR, d'une eau constitue un critère d'appréciation de son pouvoir alcalinisant. Sa formule chimique est la suivante :

$$S.A.R. = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(Ca^{2+} + Mg^{2+})}} \quad (III.1)$$

Tableau III. 3: Composition chimique de l'eau du barrage.

élément	Na+	Ca++	Mg++
mg/l	29	60	23

Source :ANRH

SAR = 4,5

Tableau III.4 : Classification des eaux en fonction du SAR

Classe	SAR	Risque
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

Source: ONID

S1 :L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

S2 : Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol .ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

S3 : Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

S4 : Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement mpropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

C1-S1 : eau de bonne qualité. Précautions avec les plantes sensibles ;

C1-S2, C2-S1 : qualité moyenne à bonne à utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers) ;

C2-S2, C1-S3 : qualité moyenne à médiocre à utiliser avec précaution. Nécessité de drainage avec doses de lessivage et/ou apports de gypse ;

C1-S4 : qualité médiocre à mauvaise. Exclure les plantes sensibles et les sols lourds ;

C2-S3, C3-S2 : utilisable avec beaucoup de précautions dans les sols légers et bien drainés avec doses de lessivage et/ou apports de gypse ;

C2-S4, C4-S2 : qualité mauvaise. A n'utiliser, avec beaucoup de précautions, que dans les sols légers et bien drainés et pour des plantes résistantes ;

C3-S3 : risques élevés. Lessivage et apports de gypse indispensables ;

C3-S4 : qualité très mauvaise. A n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles ;

C4-S4: eau déconseillée pour l'irrigation.

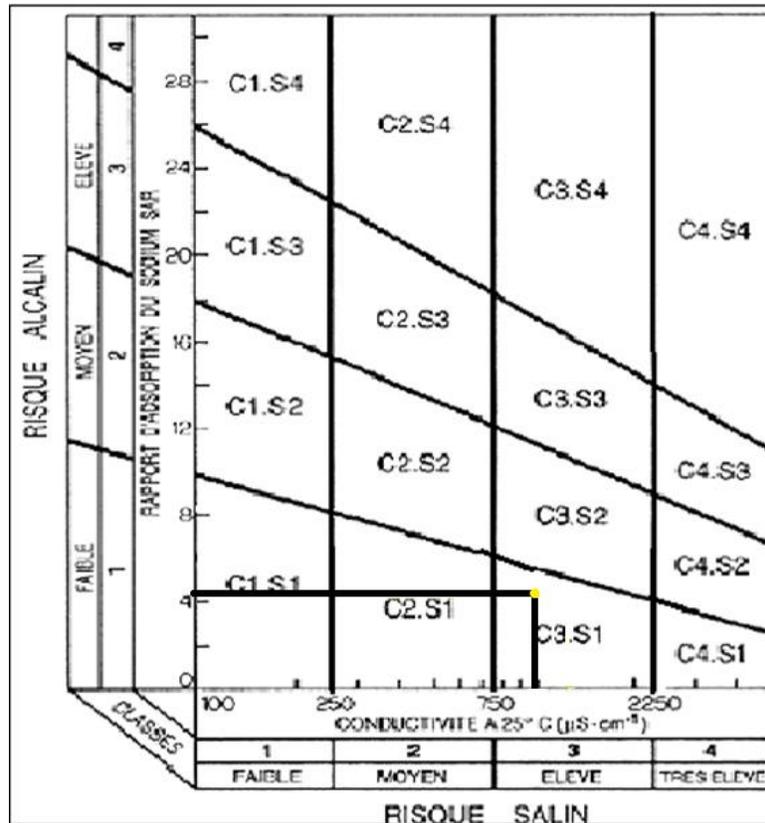


Figure III. 2: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation

III.5 agronomie:

Choix des cultures :

Ce choix dépend de plusieurs facteurs, à savoir :

-Climat : l'agro-climatologie a un grand intérêt concernant les plantes, joue le rôle sur leur choix, leur genre et leur espèce.

Ce facteur permet de déterminer le calendrier cultural, de faire des prévisions en ce qui concerne les besoins en eau (système d'irrigation), d'évaluer des rendements probables et des estimations, des dates et des récoltes.

-Sol : le sol est important dans la vie d'une plante parce qu'une fois installée, la plante n'est pas mobile, elle devra accepter son environnement durant toute son existence, Le

milieu où elle puise son alimentation sera déterminant, Les caractéristiques du sol ont une grande importance pour le choix des cultures comme le pH, la texture ... etc.

-Qualité des eaux d'irrigation : L'irrigation par des eaux fortement minéralisée ou alcalinisée à une action directe sur le rendement des cultures pour cela il faut choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle et dans notre cas on n'a aucun problèmes ni d'alcalinisation ni de salinité.

-Aptitude culturelle :

Le climat de la région est un climat semi aride à hiver froids. L'humidité relative de l'air est de 50 à 85 %. La température moyenne est de 6 à 25°C. La pluviométrie moyenne est de 397.87.mm / an.

le PH est légèrement basique, il est de 7,5 à 8.le taux de matière organique est faible 1,7 à 2 ‰. Donc ce sol peut convenir pour toutes sortes de cultures après un apport d'engrais. L'analyse de l'eau d'irrigation nous montre qu'on a une eau de salinité moyenne, faiblement alcaline et la toxicité ne peut pas se poser dans le futur.

A partir des conditions déjà citées, on peut choisir les cultures qu'on peut planter dans notre parcelle :

- Olivier
- Pomme de terre
- Orge vert
- Blé
- Pomme
- Tomate
- Mais
- Carotte
- Haricot
- Ail
- Choux

III.5.1 Assolement :

L'assolement est une technique agricole qui consiste pour un agriculteur à diviser ses terres en parcelles. Associée à une rotation des cultures, cette technique permet d'obtenir de meilleurs rendements car les sols ne sont pas appauvris

On peut citer encore les objectifs de l'agriculture, qui visent principalement la satisfaction des besoins de consommation de la population locale. En fin on souligne que l'assolement est fait en fonction :

- Des facteurs écologiques (climat, sol ...).
- Des facteurs humains (mains d'œuvre et sa qualification).
- Des facteurs techniques (organisation du travail, matériel).
- Des facteurs économiques (prix de produits, débouchés ...).

III.5.2 rotation choisies :

La rotation est l'ordre de succession des cultures sur une même parcelle. Elle correspond à une répartition des cultures dans le temps Elle permet aux plantes :

Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leurs exigences et la zone de développement des racines d'exploiter au mieux les ressources minérales.

Propriétés des sols : certaines plantes tendent à détériorer la structure du sol, d'autres plantes sécrètent des toxines racinaires, mais il existe par contre des cultures améliorantes.

La rotation constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites.

III.6 Conclusion :

L'eau répond à la classification C3-S1, c'est-à-dire qu'elle présente un risque élevé de salinité ($CE = 0,83$ mmhos/cm) et un risque alcalin faible ($SAR = 4,5$). Donc, elle est conventionnellement bonne pour l'irrigation sans apport d'éléments chimiques améliorants donc on a un bon choix pour les cultures .

Chapitre IV :ETUDE HYDROLOGIQUE

Chapitre IV :ETUDE HYDROLOGIQUE

IV.1 Introduction :

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, elle permet de déterminer les pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que :

- ✓ Le calcul des besoins des cultures projetées dans le périmètre.
- ✓ Le dimensionnement du réseau de distribution.

IV.2 Choix de la station pluviométrique :

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations sur une période de référence de 35 ans, relevée dans la station de Fermato codée (150610).

Tableau IV.1 : Coordonnées de la station pluviométrique de Fermato

Code	Source	Coordonnées			Années	N
		X(km)	Y(km)	Z(m)		
150610	A.N.R.H	742	328	1030	1976-2010	35

La série pluviométrique de la station de Fermato est donnée dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Pluie moyenne mensuelle observé de la station de FERMATO.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
1976	31	45	43,8	44,4	26,2	8,4	5,7	16,2	3,4	17,8	0	3	244,9
1977	0	11,5	17	10	1	5	19,5	29,7	36,5	5	0	1	136,2
1978	0	17,2	6,9	1,4	24,4	23,4	42,2	77,1	8,9	22,7	3	1,4	228,6
1979	23,2	0	40,7	79,3	15,6	40,6	162,5	17,1	20,8	0	0	0	399,8
1980	10,9	15,2	24,5	97,9	23,5	22	45,1	27,7	16,1	25,6	0	26,7	335,2
1981	30,8	23,3	10,4	63,5	96	54,3	57,9	80,9	68,9	30,7	0	13,8	530,5
1982	62,2	53,1	59,9	51	5,5	9,9	14,4	26,4	19	6,4	11,9	25	344,7
1983	0,3	25,3	13,7	29,3	78,9	84	0	51,4	19,7	8	2,5	6,1	319,2
1984	7,5	112,7	11,5	116,3	54,7	25,8	94,4	32,2	42,1	0,9	24,6	0,3	523
1985	39	48,9	30,5	39,3	38,2	35	70,3	23,1	32,4	31,8	9,5	12,6	410,6
1986	6,4	40,9	52,3	42,6	30,1	92,1	28,4	15,7	38,4	0	19	4,6	370,5
1987	8,3	22,8	49,2	39,4	24,3	6	45,2	40,1	49,1	28,6	8,5	1,1	322,6

1988	26,7	2,7	30	136,5	29,1	42,6	33,2	72,1	31,4	41,3	23,8	19,7	489,1
1989	39,5	8,8	10,3	14,1	35	0	22,9	66,3	51,4	35,4	7,9	14,8	306,4
1990	31,7	3,9	96,8	83,1	15,2	54	93,6	41,5	120,2	3,7	25,4	5	574,1
1991	37,3	77,6	30,6	19,2	51	30,8	29,3	104,5	71,6	22	46,6	3,5	524
1992	56,8	14,8	30,2	111,1	47,6	54,3	36	18,9	45,8	4,8	1,2	23,5	445
1993	33,7	11,1	47,2	73,4	30,7	64,7	17,2	36,4	3,7	0	14,9	8	341
1994	62,8	60	7,7	31,2	68,5	38,3	75,2	42,1	2,5	48,4	0,6	1,4	438,7
1995	41,9	34	14,8	35,4	60,8	138,7	28,8	33,9	59,4	36,4	1,8	9,1	495
1996	18,8	15,3	12,7	48,9	35,8	15,1	5	37,4	23,4	17,5	11,5	23,6	265
1997	43,9	33,4	89	65,3	26,6	56,6	16,7	62,9	98,2	25,5	0	8,8	526,9
1998	148,3	23,7	103,4	45,3	65,8	54,4	27,4	12,5	3,9	20	3,1	2,5	510,3
1999	61,1	37,4	24,5	100,7	11,4	8,2	13	17,1	34,5	6	0	6,8	320,7
2000	39,5	35,5	18,6	77,5	95	27,7	9,1	18,1	22,7	0	0	1,8	345,5
2001	55,9	7,1	23,9	9,9	26	39,7	31,7	18,6	20,2	0	29,8	0	262,8
2002	5,2	9,2	130,1	142,1	165,1	43	32,4	82,6	38,7	35,8	16,5	26,1	726,8
2003	14,4	66,1	13,5	137,9	59,4	19,6	50,7	74,9	105,4	9,9	1	56,6	609,4
2004	26	24,9	50,1	122,2	32,6	54,7	20	49,1	1,5	34,3	1,8	6,3	423,5
2005	28,4	8,4	67,9	50,3	66,1	34,1	16,8	24,7	63,1	3,8	4,5	2,3	370,4
2006	49,2	0,3	2,5	55,9	7	22,9	90,1	67,1	14,5	21,4	0	0,9	331,8
2007	29,8	22,8	17	24,8	12,6	14,1	51	19,2	45,2	5,1	22,1	15,1	278,8
2008	21,5	77	32,6	43,8	83,9	42,8	43,8	73,2	2,8	5,7	11,2	0	438,3
2009	62,6	6,8	36,6	34,7	38,4	34,7	52,3	35,2	46,7	30,5	3,6	10,6	392,7
2010	8	45,3	34,5	27,4	9,5	106,5	18,4	37,5	15,9	28,4	0	11,9	343,3
Moy	31,43	26,90	33,81	56,93	40,00	37,98	37,02	37,79	34,14	15,78	8,43	9,68	397,87

Source :A.N.R.H

D'après les résultats du tableau pendant la période 1976 –2010, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

IV.3 Vérification de l'homogénéisation d'a série pluviométrique :

L'homogénéisation des données est une analyse statique de l'information aidant à une période de décision conséquente. Elle consiste en :

La détection des anomalies dans les séries hydrologiques et d'en chercher la cause.

La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées.

L'extension des séries hydrologiques courtes a partir de séries de base homogènes, soit l'estimation d'une ou de plusieurs observation d'un échantillon à partir d'autres observations prises dans des endroits et à des moments différents sous la condition qu'il existe des liens de dépendance assez étroits.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon (test des rangs) :

C'est le plus puissant des test qui repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2 représentent respectivement les tailles de ces deux sous séries tel que $N_2 > N_1$.
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Le tableau détaille le procédé du test d'homogénéité.

Tableau IV.3 :test d'homogénéité de la série pluviométrique de la station de fermatou .

rang	Série	X	y	Tri	X U Y
1	244,9	244,9	524	136,2	X
2	136,2	136,2	445	228,6	X
3	228,6	228,6	341	244,9	X
4	399,8	399,8	438,7	262,8	Y
5	335,2	335,2	495	265	Y
6	530,5	530,5	265	278,8	Y
7	344,7	344,7	526,9	306,4	X
8	319,2	319,2	510,3	319,2	X
9	523	523	320,7	320,7	Y
10	410,6	410,6	345,5	322,6	X
11	370,5	370,5	262,8	331,8	Y
12	322,6	322,6	726,8	335,2	X
13	489,1	489,1	609,4	341	Y

14	306,4	306,4	423,5	343,3	Y
15	574,1	574,1	370,4	344,7	X
16	524		331,8	345,5	Y
17	445		278,8	370,4	Y
18	341		438,3	370,5	X
19	438,7		392,7	392,7	Y
20	495		343,3	399,8	X
21	265			410,6	X
22	526,9			423,5	Y
23	510,3			438,3	Y
24	320,7			438,7	Y
25	345,5			445	Y
26	262,8			489,1	X
27	726,8			495	Y
28	609,4			510,3	Y
29	423,5			523	X
30	370,4			524	Y
31	331,8			526,9	Y
32	278,8			530,5	X
33	438,3			574,1	X
34	392,7			609,4	Y
35	343,3			726,8	Y

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

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

W_y : somme des rangs des Y_i

$$W_{\min} = \frac{(n-1)(n+m+1)}{2} - 1,96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \quad (\text{IV.1})$$

$$W_{\max} = \frac{(n-1)(n+m+1)}{2} + 1,96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \quad (\text{IV.2})$$

n : taille de l'échantillon X

m : taille de l'échantillon Y

$$W_y = 4 + 5 + 6 + 9 + 11 + 13 + 14 + 16 + 17 + 19 + 22 + 23 + 24 + 25 + 27 + 28 \\ + 30 + 31 + 34 + 35$$

Alors :

$$W_y = 393; \quad W_{\min} = 283.2; \quad W_{\max} = 400.8$$

$$\text{Donc} \quad 283.2 < W_y < 400.8$$

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

IV.4 Ajustement statistique des pluies :

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

- ✓ Loi de Gauss ou loi normale
- ✓ Loi de Galton ou loi log-normale

- **Traitement des données :**

La simulation des apports annuels avec le logiciel HYDROLAB nous donne les

Résultats suivantes :

***Station fermato**

Statistiques de base

- Nombre d'observations **35** ;
- Minimum **136**;
- Maximum **726**;
- Moyenne **397**;
- Ecart-type **122** ;
- Médiane **370**;

IV.4.1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles.

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

Variable réduite de gauss:

$$U = \frac{x - \bar{X}}{\delta} \quad (\text{IV.3})$$

- Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; C_v ; $CS=0$).
- Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

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

$$XP\% = X + \delta * Up\% \quad (\text{IV.4})$$

Avec:

XP%: précipitation de probabilité P%.

Up%: variable réduit de Gauss.

δ : Écart type $\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ pour $n > 30$

\bar{X} : Moyenne arithmétique. $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN, dans ce cas, nous avons :

Résultat de l'ajustement a la loi normale (maximum de vraisemblance)

Station formato :

Tableau IV.4 : Ajustement a la loi normale.

T	Q	XT	ECART TYPE	Intervalle de confiance (95%)
50.0	0.9800	648	36.7	576 - 720
20.0	0.9500	598	31.9	535 - 660
10.0	0.9000	554	28.0	499 - 609
5.0	0.8000	500	24.1	453 - 547
2.0	0.5000	397	20.6	357 - 438
1.2500	0.2000	295	24.1	248 - 342

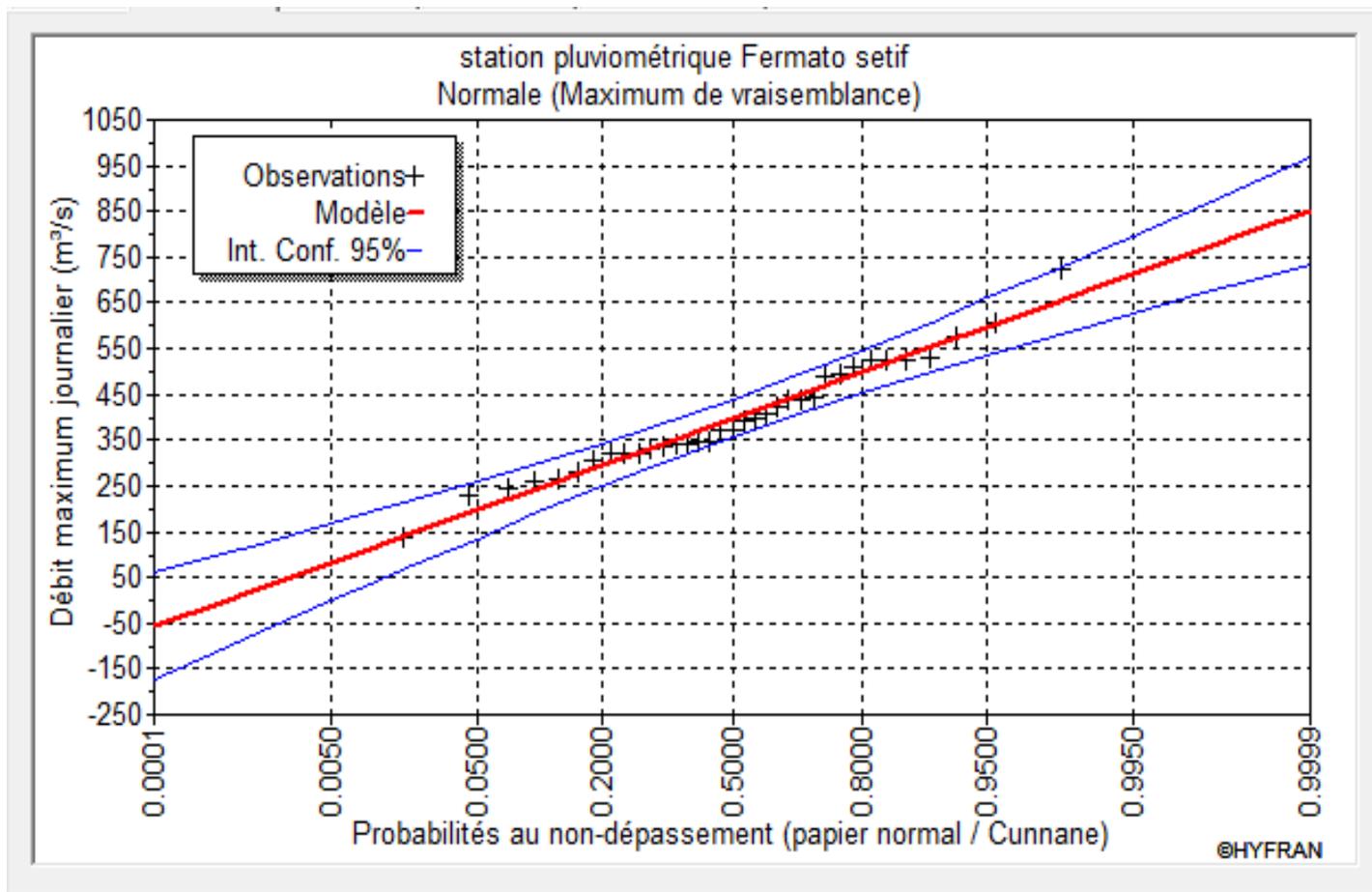


Figure IV.1: Ajustement a la loi normale

IV.4.3 Test de validité d'un ajustement :

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

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

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

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})] \quad (\text{IV.5})$$

f(X) : étant la densité de la probabilité correspondant à la loi théorique .

la variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\lambda = k - 1 - P$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition.

P=2 : pour la loi de Gambel et Gauss.

P=3 : pour la loi de Galton.

On recherche sur la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondant au nombre de degré de liberté, définie ci-dessous par λ .

Si cette probabilité est supérieure à 0,05, l'ajustement est satisfaisant.

Test de validité de l'ajustement à la loi normale :

On suit les étapes suivantes :

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

Avec :
$$\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha) \quad (\text{IV.6})$$

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

D'après le calcul (par le logiciel HYFRAN), on obtenu les résultats suivants :

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 8.66 ; \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11.070$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 8.66 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11.070 \rightarrow \text{Alors, l'ajustement est à considérer.}$$

on remarque que $\chi^2_{\text{calculé}}$ par la loi Normale présente une adéquation .

IV.5 Calcul des précipitations moyennes mensuelles :

On va prendre les résultats de la loi de Gauss pour nos estimations de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, nous apportons donc pour l'année de calcul avec une probabilité de 20% et les précipitations totales correspond $P_{20\%} = 295$ mm et moyenne $P_{50\%} = 397$ mm.

Par l'application de la formule :

$$P_{i, 80\%} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P(20\%)_{\text{Annuelle}}}{P(50\%)_{\text{Annuelle}}} \quad (\text{IV.7})$$

Avec :

i : c'est le mois

Donc :
$$\frac{P(20\%)_{\text{Annuelle}}}{P(50\%)_{\text{Annuelle}}} = 0,74$$

Tableau IV.6 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	annuel
Pmoy(mm)	31,43	26,90	33,81	56,93	40,00	37,98	37,02	37,79	34,14	15,78	8,43	9,68	397,87
P mensuelles 80%(mm/mois)	23,89	20,44	25,70	43,27	30,40	28,86	28,14	28,72	25,95	11,99	6,41	7,36	302,38

IV.6 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous sommes efforcés dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

On a utilisé le test de la loi Log-normale qui a montré un ajustement à considérer concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles la loi log normal a été adopté.

Les calculs manuels des expressions statistiques vont prendre plus temps, mais avec l'utilisation de l'outil informatique, on aboutit facilement aux résultats escomptés à l'aide des logiciels tel quel L'HYFRAN, nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie. L'analyse de cette eau montre que son utilisation pour l'irrigation ne présente aucune contrainte dans le domaine agricole.

Chapitre V : BESOINS EN EAU

Chapitre V : BESOINS EN EAU

V.1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des calculs définis auparavant, telle que les doses et les dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures cultivées au cours de la période de végétation, afin de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

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

V.2 Besoins en eau du périmètre:

Les besoins nets en irrigation, pour chaque intervalle de temps du cycle végétatif de la culture, dépendront de la demande d'eau des cultures ou de l'évapotranspiration maximale de la culture (ETc) et des apports naturels d'eau au sol.

Pour chaque culture envisagée dans les divers modèles d'exploitation et considérant un intervalle de temps mensuel, ont été déterminés les besoins nets d'irrigation annuels à partir du bilan hydrique des retenues d'eau du sol irrigable.

Le bilan hydrique des retenues d'eau du sol irrigable a été calculé comme la différence entre L'évapotranspiration de la culture et la pluie effective.

V.2.1 L'occupation des sols :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturale dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, Agro-pédologique).

L'adaptation des assolements identifiés auparavant aux différents types de modèles dépendra de la taille des exploitations agricoles et leurs potentialités culturales.

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée ;
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation ;
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique ;

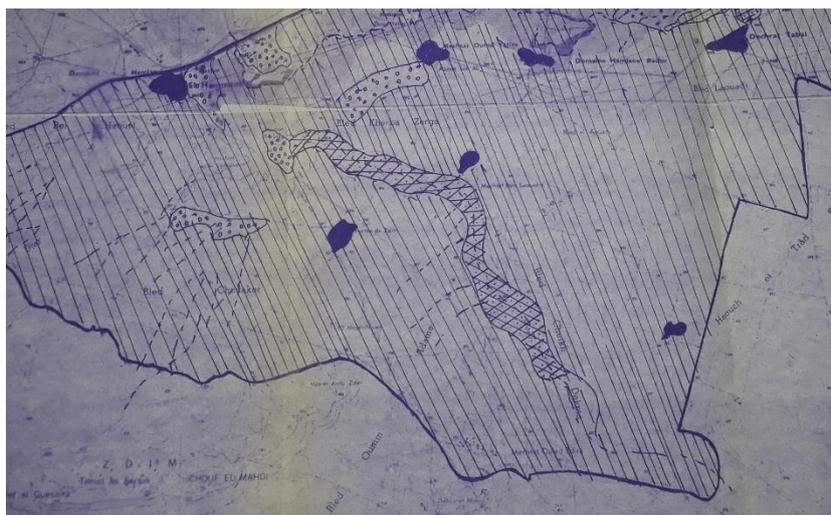


Figure V.1 : occupation des sols



Figure V.2 : carte d’aptitude aux cultures céréalières

V.2.2 Situation actuelle :

Le système agraire des Plaines Sétifiennes peut être défini comme un classique système Agraire extensif privilégiant l’assolement biennal (céréales – jachère) en association avec L’élevage ovin et bovin. La situation actuelle des cultures à la zone à transformer se trouve Résumée au tableau suivant:

Tableau V.1 : Occupation agricole actuelle.

Occupation	Nombre parcelles	Surface agricole (ha)	Répartition (%)
Maraichères	194	997.58	6,33%

Céréale	1.449	14.136,93	89,68%
Improductif	17	38.39	0,24%
Foret	1	3.03	0,02%
Terrain de parcours	14	219.98	1,40%
Autres	89	367.54	2,33%
Total	1.764	15.764,80	100%

Source : ONID

V.2.3 Situation futur :

L’objectif de la mise en irrigation est de transformer a moyen terme l’actuel système agraire biennal, en un système de polyculture tout en réduisant les céréales et encourageant les cultures intensives (maraichères et arboriculture) et les cultures fourragères, afin d’augmenter le taux d’occupation du sol, et dynamiser la croissance économique du secteur agricole qui se traduira par une élévation des revenus des agriculteurs, et une offre importante en travail.

V.2.3 Cultures proposées et calendrier d’occupation des sols :

L’élection des cultures s’est réalisée en base à deux critères économiques :

- La marge nette attendue par un hectare de culture
- La valorisation d’un mètre cube d’eau d’irrigation par un hectare de culture

Tableau V.2: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.

Cultures	
Céréaliculture	blé
	Orge grain
Cultures fourragères	Avoine
	Orge en vert
	Luzerne
Maraichage	Pomme de terre saison
	Pomme de terre arrière-saison
	Tomate
	Oignon vert

	Ail
	concombre
	Carotte
	haricot
	Petit pois
	Choux
Cultures arboricoles à noyaux	Pécher (pleine production)
	Pommier (pleine production)
	Olivier (pleine production)
cultures arboricoles à pépins	Pommier (pleine production)

V.3 L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) :

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un 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.

donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales,

- **La pluie efficace, Peff**, représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde. Le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures. tel que on a :

$$ETM= K_c \times ET_0 \quad (V.1)$$

Avec :

Kc : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

ET₀ : représente l'évapotranspiration définie par **Penman** comme étant la quantité d'eau transpirée par unité de temps par une végétation courte et verdoyante, recouvrant complètement

le sol, de hauteur uniforme et qui ne manque jamais d'eau. Elle se calcule à partir de la formule de Penman-Monteith et des données climatiques de la région.

ETo dépend de :

- Tm : températures moyenne, exprimées en °C.
- HRm : humidités de l'air moyen, exprimées en %.
- Vm : vitesses du vent moyen, exprimées en m/s.
- P : précipitations exprimées en mm.
- N : nombre de jours de précipitation par mois
- Insol. : Durée d'insolation, exprimée en heure.

Eto : évapotranspiration de référence calculée par la méthode de Penmann-Montheih, exprimée en mm/jour.

V.3.1 calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence :

L'évapotranspiration de référence (ETo) était estimée à partir d'un gazon tondu fréquemment à 10 cm et bien alimenté en eau.

Il existe deux méthodes pour estimer l'ETo :

- ✓ Les méthodes directes « instruments et appareils »
- ✓ Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes, il est toujours préférable d'utiliser des formules empiriques suffisamment variées, et adaptées à différents climats.

V.3.2 Formule Modifiée de Penman_Monteith :

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ETO = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \tag{V.2}$$

Avec :

ETo : évapotranspiration de référence [mm jour-1],

Rn : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m-2 jour-1],

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m-2 jour-1],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [$m s^{-1}$],

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

$e_s - e_a$: déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [$kPa ^\circ C^{-1}$],

g : constante psychrométrique [$kPa ^\circ C^{-1}$].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Beni Slimane :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau V.3.

Tableau V.3: Calcul de l'évapotranspiration.

Pays : Algérie				Station : SETIF			
Altitude : 1030m.		latitude : 36.18°N		Longitude : 5.42 °E			
Mois	Temps min °C	Temps max °C	Humidité %	Vent m/s	Insol Heures	Radiation MJ/m ² .jour	ETo- penman mm/mois

Janvier	-3.0	15.5	83	3.9	6.3	10.0	52.07
Février	-2.9	18.2	77	3.8	7.9	13.9	69.34
Mars	-1.9	20.5	76	3.9	7.5	16.6	99.35
Avril	-0.4	24.6	72	4.2	8.6	20.7	135.60
Mai	2.0	30.6	65	4.6	8.5	22.2	194.39
Juin	8.6	35.7	62	3.6	11.1	24.4	219.11
Juillet	12.9	37.7	52	3.8	11.9	27.2	259.05
Août	13.0	37.2	50	4.0	10.1	23.3	247.05
Septembre	9.3	33.4	85	3.8	9.3	19.7	148.95
Octobre	4.6	27.6	73	3.2	7.2	14.0	115.00
Novembre	0.8	21.1	81	3.7	5.7	9.9	69.82
Décembre	-1.5	16.3	85	4.2	4.0	7.4	50.10
Moy	3.5	26.5	72	3.9	8.2	17.6	1659.83

V.4 Pluies efficaces :

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, percolation en profondeur ...

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 la méthode du pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80 % .

Tableau V.4 : Pluies efficaces pour chaque mois

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
P_{mensuelle80%} (mm/mois)	23,89	20,44	25,70	43,27	30,40	28,86	28,14	28,72	25,95	11,99	6,41	7,36
P_{eff} (mm/mois)	19,11	16,36	20,56	34,61	24,32	23,09	22,51	22,98	20,76	9,59	5,13	5,89

V.4 Définition des besoins en eau d’irrigation nette d’une culture :

C’est la quantité d’eau nécessaire à fournir à une culture pour satisfaire les besoins en eau durant tout son cycle végétatif. Cette quantité ne comprend ni les apports naturels, ni les diverses pertes subies pendant les stockages, les transports et la distribution, ni les besoins de lessivage.

V.4.1 Calcul des besoins en eau d’irrigation :

$$B = ETM - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \tag{V.3}$$

Avec :

B : besoin en eau d’irrigation (mm).

ETM : évapotranspiration (mm/mois).

K : coefficient qui dépend des conditions climatologiques

P_{eff} : pluie efficace

RFU_{i-1} : c’est la réserve facilement utilisable par les cultures, dans cette approche elle exprime l’humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \tag{V.4}$$

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente (1.4).

Z : profondeur d’enracinement mm.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (26%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (15%)

P_{eff} : pluie efficace.

Tableau V.5 : Calcul des besoins en eau de blé

blé/avoine

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115						
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,3	30,8	5,45	0,4	27,93	7.37
Décembre	43,27	34,61	50,1	0,5	51,33	10,27	0,7	35,07	0.00
Janvier	30,4	24,32	52,07	0,5	51,33	17,11	0,85	44,26	9.67
Février	28,86	23,09	69,34	0,6	61,6	17,11	0,95	65,88	25.68
Mars	28,14	22,51	99,35	0,6	61,6	20,53	1,05	104,32	64.7
Avril	28,72	22,98	135,6	0,6	61,6	20,53	1,05	142,38	98.87
Mai	25,95	20,76	194,39	0,6	61,6	20,53	0,8	155,51	114.22
Juin	11,99	9,59	219,11	0,6	61,6	20,53	0,75	164,33	134,21
Juillet	6,41	5,13	259,05						

Tableau V.6: Calcul des besoins en eau de l’orge grain.

Orge grain									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00						
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,30	30,8	5.45	0,50	34,915	14,36
Décembre	43,27	34,61	50,10	0,50	51,33	10,27	0,70	35,07	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	0,50	51,33	17,11	0,85	44,2595	9,67
Février	28,86	23,09	69,34	0,60	61,6	17,11	0,95	65,873	25,67

Mars	28,14	22,51	99,35	0,60	61,6	20,53	0,85	84,4475	44,83
Avril	28,72	22,98	135,60	0,60	61,6	20,53	0,75	101,7	58,19
Mai	25,95	20,76	194,39	0,60	61,6	20,53	0,75	145,7925	104,50
Juin	11,99	9,59	219,11						
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.7 : Calcul des besoins en eau de pomme de terre (S).

Pomme de terre (S)									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00	0.4	41,07	0,00	0,50	77,5	61,14
Novembre	25,7	20,56	69,82	0.6	61,6	13,69	0,70	48,874	28,31
Décembre	43,27	34,61	50,10	0.6	61,6	20,53	1,00	50,1	1,80
Janvier	30,4	24,32	52,07	0.6	61,6	20,53	0,75	38,3025	0,00
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,60						
Mai	25,95	20,76	194,39						
Juin	11,99	9,59	219,11						
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.8 : Calcul des besoins en eau de la carotte.

carotte									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	0,30	30,8	0,00	0,42	62,559	43,45
Octobre	20,44	16,36	115,00	0,40	41,07	10,27	0,70	80,5	64,14
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,50	51,33	13,69	0,81	56,5542	25,72
Décembre	43,27	34,61	50,10	0,60	61,6	17,11	0,77	38,577	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	0,70	71,87	20,53	0,57	29,6799	0,00
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,60						
Mai	25,95	20,76	194,39						
Juin	11,99	9,59	219,11						
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.9 : Calcul des besoins en eau de l' Oignon/ail.

Oignon/ail									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00	0,40	41,07	0,00	0,50	57,50	41,14
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,40	41,07	13,69	0,75	52,37	31,81
Décembre	43,27	34,61	50,10	0,40	41,07	13,69	0,95	47,60	0,00

Janvier	30,4	24,32	52,07	0,40	41,07	13,69	0,95	49,47	11,46
Février	28,86	23,09	69,34	0,40	41,07	13,69	0,75	52,005	15,23
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,60						
Mai	25,95	20,76	194,39						
Juin	11,99	9,59	219,11						
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.10 : Calcul des besoins en eau de le Haricot.

Haricot									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	0,7	71.87	0	0,9	134,055	114,945
Octobre	20,44	16,36	115,00	0,7	71.87	23,96	0.85	97,75	81,39
Novembre	25,7	20,56	69,82						
Décembre	43,27	34,61	50,10						
Janvier	30,4	24,32	52,07						
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,60						
Mai	25,95	20,76	194,39						
Juin	11,99	9,59	219,11	0,5	51,33	6,69	0,5	109,56	99,97

Juillet	6,41	5,13	259,05	0,5	51,33	17,11	0,65	168,38	156,56
Août	7,36	5,89	247,05	0,7	71,87	17,11	0,95	234,7	211,7

Tableau V.11 : Calcul des besoins en eau de maïs

Mais									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00						
Novembre	25,7	20,56	69,82						
Décembre	43,27	34,61	50,10						
Janvier	30,4	24,32	52,07						
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,60	0,60	61,60	0,00	0,45	61,02	38,04
Mai	25,95	20,76	194,39	0,80	82,13	20,53	0,55	106,91	86,15
Juin	11,99	9,59	219,11	1,00	102,67	27,3	1,15	251,98	221,86
Juillet	6,41	5,13	259,05	1,00	102,67	0,00	0,90	233,15	200,72
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.12 : Calcul des besoins en eau de orge en vert

Orge en vert									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)

Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00						
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,30	30,80	5,45	0,3	20,95	0,39
Décembre	43,27	34,61	50,10	0,50	51,33	10,26	0,3	15,03	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	0,50	51,33	17,11	0,5	26,04	0,00
Février	28,86	23,09	69,34	0,60	61,60	17,11	0,5	34,67	0,00
Mars	28,14	22,51	99,35	0,60	61,60	20,53	1	99,35	59,73
Avril	28,72	22,98	135,60	0,60	61,60	20,53	1,15	155,94	112,43
Mai	25,95	20,76	194,39	0,70	71,87	20,53	1	194,39	153,10
Juin	11,99	9,59	219,11						
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

Tableau V.13 : Calcul des besoins en eau de choux

Choux									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	0,3	29,7	0	0,5	74,48	55,37
Octobre	20,44	16,36	115	0,4	39,6	9,9	0,7	80,50	64,14
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,5	49,5	13,2	0,95	66,33	35,87
Décembre	43,27	34,61	50,1	0,6	59,4	16,5	0,8	40,08	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07						
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35						
Avril	28,72	22,98	135,6						
Mai	25,95	20,76	194,39						
Juin	11,99	9,59	219,11						

Tableau V.14 : Calcul des besoins en eau de luzerne

luzerne									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	0,4	41,07	0	0,5	74,48	55,36
Octobre	20,44	16,36	115	0,4	41,07	13,69	0,65	74,75	58,39
Novembre	25,7	20,56	69,82	0,7	71,87	13,69	0,7	48,87	14,624
Décembre	43,27	34,61	50,1	0,9	92,4	23,96	0,8	40,08	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	1	102,67	30,8	0,9	46,86	0,00
Février	28,86	23,09	69,34	1,2	123,2	34,22	0,95	65,87	11,983
Mars	28,14	22,51	99,35	1,2	123,2	41,07	1,05	104,32	47,58
Avril	28,72	22,98	135,6	1,2	123,2	41,07	1,05	142,38	78,33
Mai	25,95	20,76	194,39	1,2	123,2	41,07	1,15	223,55	161,72
Juin	11,99	9,59	219,11	1,2	123,2	41,07	1,2	262,93	212,28
Juillet	6,41	5,13	259,05	1,2	123,2	41,07	1,05	272,00	225,81

Tableau V.15 : Calcul des besoins en eau de olivier

Olivier									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	1,50	154,00	0,00	0,85	126,61	56,17
Octobre	20,44	16,36	115,00	1,50	154,00	51,33	0,85	97,75	81,39
Novembre	25,7	20,56	69,82	1,50	154,00	51,33	0,75	52,37	0,00
Décembre	43,27	34,61	50,10	1,50	154,00	51,33	0,65	32,57	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	1,50	154,00	51,33	0,65	33,85	0,00

Février	28,86	23,09	69,34	1,50	154,00	51,33	0,65	45,07	0,00
Mars	28,14	22,51	99,35	1,50	154,00	51,33	0,65	64,58	0,00
Avril	28,72	22,98	135,60	1,50	154,00	51,33	0,65	88,14	13,83
Mai	25,95	20,76	194,39	1,50	154,00	51,33	0,65	126,35	54,26
Juin	11,99	9,59	219,11	1,50	154,00	51,33	0,8	175,29	114,37
Juillet	6,41	5,13	259,05	1,50	154,00	51,33	0,85	220,19	163,73
Août	7,36	5,89	247,05	1,50	154,00	51,33	0,85	209,99	152,77

Tableau V.16 : Calcul des besoins en eau de Pommier

Pommier									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95	1,50	154,00	0,00	0,7	104,27	85,16
Octobre	20,44	16,36	115,00	1,50	154,00	51,33	0,7	80,5	64,14
Novembre	25,7	20,56	69,82	1,50	154,00	51,33	0,7	48,87	0,00
Décembre	43,27	34,61	50,10	1,50	154,00	51,33	0,7	35,07	0,00
Janvier	30,4	24,32	52,07	1,50	154,00	51,33	0,7	36,45	0,00
Février	28,86	23,09	69,34	1,50	154,00	51,33	0,7	48,54	0,00
Mars	28,14	22,51	99,35	1,50	154,00	51,33	0,8	79,48	5,64
Avril	28,72	22,98	135,60	1,50	154,00	51,33	0,85	115,26	40,95
Mai	25,95	20,76	194,39	1,50	154,00	0,00	0,85	165,23	93,14
Juin	11,99	9,59	219,11	1,50	154,00	0,00	0,7	153,38	143,79
Juillet	6,41	5,13	259,05	1,50	154,00	0,00	0,7	181,34	176,21

Août	7,36	5,89	247,05	1,50	154,00	0,00	0,7	172,94	167,05
-------------	------	------	--------	------	--------	------	-----	--------	--------

Tableau V.17 : Calcul des besoins en eau de la tomate

tomate									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_ REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	23,89	19,11	148,95						
Octobre	20,44	16,36	115,00						
Novembre	25,7	20,56	69,82						
Décembre	43,27	34,61	50,10						
Janvier	30,4	24,32	52,07						
Février	28,86	23,09	69,34						
Mars	28,14	22,51	99,35	0,70	71,87	7,70	0,50	49,68	27,17
Avril	28,72	22,98	135,60	0,90	92,40	23,96	0,85	115,26	84,58
Mai	25,95	20,76	194,39	1,20	123,20	30,8	1,15	223,55	178,83
Juin	11,99	9,59	219,11	1,20	123,20	0,00	0,90	197,20	156,81
Juillet	6,41	5,13	259,05						
Août	7,36	5,89	247,05						

V.5 Calcul des besoins en eau des assolements

Tableau V.18: Besoin en eau de l'assolement 1.

Mois	Blé	Olivier	Orge grain	Mais	Pomme de terre (S)	carotte	Haricot	Pommier	Bes/max	Somme
Septembre		56,17				43,45	114,945	85,16	114,945	299,725

Octobre		81,39			61,14	64,14	81,39	64,14	81,39	393,34
Novembre	7,37	0	14,36		28,31	25,72		0	31,81	107,57
Décembre	0	0	0		1,8	0		0	1,8	3,6
Janvier	9,67	0	9,67		0	0		0	11,46	30,8
Février	25,68	0	25,67					0	25,68	66,58
Mars	64,7	0	44,83					5,64	64,7	153,21
Avril	98,87	13,83	58,19	38,04				40,95	98,87	297,99
Mai	114,22	54,26	104,5	86,15				93,14	221,86	587,98
Juin	134,21	114,37		221,86			99,97	143,79	200,72	693,06
Juillet		163,73		200,72			156,56	176,21	176,21	496,5
Août		152,77					211,7	167,05	167,05	319,82

Tableau V.19: Besoin en eau de l'assolement 2.

Mois	Org ver	Orge grain	Pomme de terre (S)	Oignon/ail	Olivier	Pommier	Bes/max	Somme
Septembre					56,17	85,16	85,16	141,33
Octobre			61,14	41,14	81,39	64,14	81,39	247,81
Novembre	0,39		28,31	31,81	0	0	31,81	60,51
Décembre	0		1,8	0	0	0	1,8	1,8
Janvier	0		0	11,46	0	0	11,46	11,46
Février	0			15,23	0	0	15,23	15,23
Mars	59,73				0	5,64	59,73	65,37
Avril	112,43	38,04			13,83	40,95	112,43	205,25
Mai	153,1	86,15			54,26	93,14	153,1	386,65

Juin		221,86			114,37	143,79	221,86	480,02
Juillet		200,72			163,73	176,21	200,72	540,66
Août					152,77	167,05	167,05	319,82

V.6 des débits à transiter par le réseau collectif

V.6.1 débits spécifiques :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule [2-7] et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$qs = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * 0.75} \text{ l/s/ha} \quad (V.5)$$

Tels que :

qs : débit spécifique

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h

Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation 0,75 .

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juin (Assolement 1), soient donc **693,06 mm/mois**.

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 3.34 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- Prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeante ;
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeant ;

On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (**Mais**) pour le mois de pointe (juin) $B_{pt}=221,86$ mm/mois

$$q_s=1.14/s/ha$$

V.6.2 Evaluation du débit caractéristique :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle qui est déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s * S \quad (V.6)$$

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

S : la superficie nette à irriguer = 1195.2 ha

$$Q_{car} = q_s * S = 1195.2 * 1.14 = 1362.53 \text{ l/s}$$

Tableau V.20: Besoins annuels totaux des cultures en m^3

Culture	Superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts (m^3/ha)	Besoins totaux (m^3)
blé/avoine	240.29	454.72	0.75	6062.93	1456862.251
Orge grain	96	257.22	0.75	3429.60	329241.6
Pomme de terre (S)	184.84	91.25	0.75	1216.67	224888.6667
Carotte	141.39	133.31	0.75	1777.47	251316.012
Mais	176.14	546.77	0.75	7290.27	1284107.571
Haricot	78.23	664.57	0.75	8860.93	693190.8147

Olivier	152.08	636.52	0.75	8486.93	1290692.821
Pommier	86.93	7756.08	0.75	103414.40	8989813.792
Besoin total					14520114

V.7 Conclusion :

L'évaluation quantitative des besoins en eau d'irrigation, nécessite de prendre en compte l'information météorologique pédologique et culturale. L'étude des besoins en eau permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoin en eau.

Cette étude à pour but principal de déterminer les besoins des cultures ainsi le volume nécessaire pour le mois de pointe apporter pour les différentes cultures à l'aide du logiciel CROPWT

Chapitre VI : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Chapitre VI : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

VI.1 Introduction :

Le périmètre des plaines sétifiennes a une superficie totale de 15764,8 hectares, est divisé en 13 secteurs tel que le **secteur 7** de surface de 1195,2 ha concerne notre étude, Actuellement ce périmètre est cultivé en espèces céréalières, fourragés et arboricoles.

Le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs, techniques, économiques et sociologiques.

VI.2 Le tracé du schéma :

Le périmètre d'irrigation a une longueur d'environ 40 km dans le sens est - ouest et une Largeur d'environ 7 km dans le sens nord - sud. La zone transformable a une forme de Cuvette, dont le point bas se trouve dans la partie centrale, coïncidant avec l'oued Bou Sellam, qui débouche dans le barrage d'Ain Zada. Alors, les cotes les plus élevées se situent aux limites périphériques (cotes entre 930 et 950 m à la zone orientale et 950 – 1.000 m à la Zone occidentale), alors que dans la zone centrale plus basse le point culminant de la Cuvette se situe autour de la cote 900 m, dans la limite méridionale de la zone transformable Est descend jusqu'à la cote 850 m sur la rive supérieure du barrage d'Ain Zada.

La conduite de transport descendra du futur barrage de Mahouane en parallèle à l'Oued Bou Sellam, comme a été implantée la RN-75 et La vallée drainée par l'oued est relativement large ainsi que la conduite pourra s'établir sans difficultés majeures.

La conduite devra s'implanter par le fond de la vallée par la rive droite entre le foret de la rivière et le pied des versants des Montagnes, par la bande cultivée.

A partir du point à lequel la vallée prend l'orientation nord-sud on continuera par la route, on élargissant la terre-plein , ensuite dans la zone la plus sinueuse on suivra l'alignement le plus droit par les terrains situés sur le côté occidental de la route, jusqu'à l'arriver une autre fois du lit fluvial.

Le réseau secondaire est indépendant pour chaque secteur et approvisionnera tous les îlots D'irrigations installées en parallèle aux chemins ruraux déjà existants. A l'intérieur des îlots sera Installée la borne d'irrigation, où sera réalisée la distribution des prises parcellaires telles Que chacune d'elles équipée d'une vanne de sectionnement et du débitmètre, avec lequel on Comptabilisera l'eau consommée et on limitera son usage selon la concession annuelle

Établie. L'ensemble de la borne d'irrigation et les dérivations parcellaires seront regroupés dans Une armoire unique par îlot et à partir de cette armoire, depuis la vanne postérieure au Compteur parcellaire, on réalisera la distribution des branchements (réseau tertiaire), une par Parcelle jusqu'à la parcelle. Exceptionnellement, lorsque l'îlot est constitué par des Nombreuses parcelles, quelques-unes assez éloignées de la borne d'irrigation, la distribution Des prises parcellaires a été dédoublé faisant directement la distribution des parcelles les Plus proches à la borne, tandis que la distribution de celles qui sont plus éloignées sont Réalisées dans une autre armoire de distribution plus proche à celles-ci, au moyen d'une Conduite de connexion entre la sortie de la borne de connexion et la deuxième armoire; de Toute manière, la borne d'irrigation c'est-à-dire la connexion au réseau de distribution, est Unique par îlot, en accord avec l'organisation adoptée d'irrigation à la demande concertée.

VI.3 Les secteurs d'irrigation :

On a dit que le périmètre a été divisé en 13 secteurs. Les critères utilisés pour établir cette Division sont :

La cote (différence maximale de cote à l'intérieur de chaque secteur de 50 m),

La proximité entre les parcelles et la superficie (maximum 1750 ha), en tâchant que les Limites des périmètres coïncident avec les voies de communication ou les oueds les plus Importants afin de minimiser le nombre de croisements des réseaux de distribution par Rapport à ces barrières. Les caractéristiques des différents secteurs sont exprimées à la Table suivante :

Tableau VI.1 : Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, cote minimale et cote moyenne par secteur d'irrigation source (ONID).

Secteur	Superficie (ha)	Cote de la tête du secteur (m)	Cote max (m)	Cote min (m)	Cote moyenne (m)
1	1.609,6	942,2	954,5	914,2	937,6
2	1.677,4	924,9	936,9	894	916,4
3	1.753,7	935,2	949,1	910	923
4	1.189,4	950	950	918	929,4
5	1.122,7	925,4	950	916	928,5
6	1.966,0	911,5	920	906	910,7

7	1.195,2	890,4	906	889,3	896,7
8	1.303,2	880	910,7	870	887,1
9	964,6	887,5	917,7	887,5	899,2
10	693,4	902,9	920,3	860,6	892,5
11	828,4	902,6	948,1	877,9	922,7
12	460,7	910	942,9	903,1	924,7
13	1.000,5	931,9	949,9	888,9	927,4

Source : ONID

VI.4 Réseau de distribution projeté :

Tel que nous avons indiqué antérieurement, la distribution d'eau dans la nouvelle Organisation hydro-agricole des plaines Sétifiennes, contemple la division du périmètre Irrigable en 13 secteurs d'irrigation où seront implantés les réseaux de distribution Correspondants qui font l'objet du présent projet.

En accord avec ce disposé au Cahier des Prescriptions Techniques régissant le Développement du présent projet, le traçage définitif du réseau de distribution jusqu'aux Bornes d'irrigation

VI.4.1 Points spéciaux d'une conduite :

Avant de décrire le réseau de distribution, les points spéciaux qui peuvent y avoir en une conduite sont analysés et sont résolus dans le présent projet.

Alors **Les points spéciaux** d'une conduite sont:

- ✓ Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de Purge d'air.
- ✓ Les points bas, où, dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour vidanger l'eau.
- ✓ Les dérivations vers les branches.
- ✓ Les sectionnements intermédiaires.

VI.4.2 Bornes d'irrigation :

Les bornes d'irrigation sont les éléments de connexion entre le réseau de distribution et le réseau tertiaire de chaque îlot.

Elles sont constituées par deux corps :

- ✓ Le premier intégré par La vanne d'isolement suivie d'une régulatrice de pression (pour limiter la pression de travail du réseau tertiaire en accord avec les caractéristiques de chaque îlot) ;
- ✓ Le deuxième correspondant à la batterie de raccordements parcellaires, avec leurs débitmètres.

Les deux corps sont situés à une seule enceinte à laquelle ne peut accéder que le personnel d'entretien.

VI.5 Calcul hydraulique des bornes :

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est donné par la formule suivante :

$$Q_b = q_s \times S \quad (\text{VI.1})$$

Tel que :

Q_b : Débit de chaque ilot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'ilot en h

VI.5.1 Choix du diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau VI. 2 : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150mm
$Q > 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 200 mm

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau suivant :

Tableau VI.3 : Calcul des débits des ilots et choix des diamètres des bornes

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique	Débit spécifique	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
1	1	12.33	1.14	14.06	14.06	100
2	1	19.13	1.14	21.81	21.81	100
3	1	34.03	1.14	38.79	38.79	200
5	1	23.72	1.14	27.04	27.04	150
4	1	25.91	1.14	29.54	29.54	150
6	1	13.57	1.14	15.47	15.47	100
7	1	24.79	1.14	28.26	28.26	150
9	1	32.22	1.14	36.73	36.73	200
8	1	28.93	1.14	32.98	32.98	150
11	1	25.36	1.14	28.91	28.91	150
10	1	24.45	1.14	27.87	27.87	150
12	1	7.3	1.14	8.32	34.82	200
	2	2.85	1.14	3.25		
	3	20.39	1.14	23.24		
13	1	27	1.14	30.78	30.78	200
14	1	28.82	1.14	32.85	32.85	200
15	1	22.37	1.14	25.50	25.50	150
16	1	17.81	1.14	20.30	20.30	100
17	1	7.79	1.14	8.88	8.88	65
18	1	14.45	1.14	16.47	16.47	100
19	1	11.98	1.14	13.66	13.66	100
20	1	18.65	1.14	21.26	21.26	100
21	1	20.12	1.14	22.94	22.94	150
22	1	23.49	1.14	26.78	26.78	150
23	1	22.25	1.14	25.37	25.37	150
24	1	21.87	1.14	24.93	24.93	150

25	1	16.11	1.14	18.37	18.37	100
26	1	1.26	1.14	1.44	7.79	65
	2	2.48	1.14	2.83		
	3	3.09	1.14	3.52		
27	1	30.09	1.14	34.30	34.30	200
28	1	23.83	1.14	27.17	27.17	150
29	1	8.1	1.14	9.23	9.23	65
31	1	16.93	1.14	19.30	19.30	100
30	1	27.24	1.14	31.05	31.05	150
32	1	6.89	1.14	7.85	7.85	65
33	1	13.17	1.14	15.01	15.01	100
34	1	9.4	1.14	10.72	10.72	65
35	1	11.29	1.14	12.87	12.87	100
36	1	9.86	1.14	11.24	11.24	100
37	1	13.1	1.14	14.93	14.93	100
38	1	11.02	1.14	12.56	12.56	100
39	1	16.52	1.14	18.83	18.83	100
40	1	12.76	1.14	14.55	14.55	100
41	1	20.19	1.14	23.02	23.02	150
42	1	26.23	1.14	29.90	29.90	150
43	1	19.03	1.14	21.69	21.69	100
44	1	21.47	1.14	24.48	24.48	150
45	1	22.11	1.14	25.21	25.21	150
46	1	16.98	1.14	19.36	19.36	100
47	1	25.03	1.14	28.53	28.53	150
48	1	29.68	1.14	33.84	33.84	200
49	1	36.22	1.14	41.29	41.29	200
50	1	14.13	1.14	16.11	16.11	100
51	1	34.42	1.14	39.24	39.24	200
52	1	12.36	1.14	14.09	14.09	100
53	1	22.98	1.14	26.20	26.20	150
54	1	13.68	1.14	15.60	15.60	100

55	1	20.27	1.14	23.11	23.11	150
56	1	31.77	1.14	36.22	36.22	200
60	1	18.83	1.14	21.47	21.47	100
61	1	17.56	1.14	20.02	20.02	100

VI.6 Dimensionnement du réservoir de distribution :

Pour le dimensionnement du réservoir, nous avons pris en considération les données suivantes :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f \quad (\text{VI.2})$$

Q est le besoin maximum journalier = 1362.53 l/s = 4896 m³/h

T_f : 2h

$$V = 4896 \cdot 2 = 9792 \text{ m}^3.$$

Le bassin ou le réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé situé à une cote de 900m.

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

- Hauteur est 6m.
- Longueur est 50 m.
- Largeur est 35 m.

VI.7 Dimensionnement du réseau de distribution :

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites qui doit répondre aux normes hydrauliques suivantes :

- **La vitesse admissible :**

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2.5 m/s. Dans notre étude, on prend la vitesse admissible dans la conduite est 1.5m/s.

- **Le calcul du diamètre :**

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 100 \quad (\text{VI.3})$$

Avec :

- **Q** : débit, exprimé en m³/s ;
- **D**: diamètre exprimé en mm ;.
- **V** : vitesse économique de l'ordre de 1.5 m/s ;

• **Calcul des pertes de charges :**

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

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \quad (\text{VI.4})$$

Avec :

h_{pu} : perte de charge unitaire en m/ml.

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

$$J=L \times Q^M/D^N \quad (\text{VI.5})$$

Tableau VI. 4 : Les paramètres de perte de charge.

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

VI.8 Choix du matériau des conduites :

Dans Le choix du matériau on doit prendre ses critères en considération :

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

- Le type de sol.

VI.8.1 Caractéristiques des canalisations :

a) Conduites en acier :

Utilisées pour les débits élevés, résistent aux fortes pressions (supérieures à 10 bars), assemblées bout à bout par soudure et caractérisées par une bonne étanchéité mais sensibles à la corrosion ;

b) Conduites en fonte :

Elles résistent aux chocs et à la pression (25 bar) mais lourdes, elle nécessite un engin de levage ; caractérisées par une grande étanchéité, une durée de vie assez longue, un bon coefficient d'écoulement hydraulique mais un coût de revient assez élevé ;

c) Conduite en PEHD

Les tubes PEHD présentent les mêmes avantages que les tubes PEBD et peuvent en plus supporter une contrainte minimale exigée de 10 MPa à 20° C durant plus de 50 ans.

VI.8.2 Choix du matériau :

Dans le cas de notre étude, on choisira un matériau selon le diamètre de la conduite :

- Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm.
- PEHD pour les conduites de diamètre inférieurs à 400 mm.

Tableau VI.5: Résultat de calcul le réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
res-sf7	520	0.520	1195.2	1362.53	1.363	1075.7	1100	1.43	0.67	892.2	974.3	82.1	8.2
sf7-B6	534	0.534	1195.2	1362.53	1.363	1075.7	1100	1.43	0.68	897.6	973.6	76.0	7.6
B6-N1	63	0.063	1181.63	1347.06	1.347	1069.6	1100	1.42	0.08	889.3	973.6	84.3	8.4
N1-N13	88	0.088	237.44	270.68	0.271	479.5	500	1.38	0.28	901.4	973.3	71.9	7.2
N13-N14	505	0.505	162.87	185.67	0.186	397.1	400	1.48	2.37	900	971.2	71.2	7.1
N14-B4	295	0.295	49.63	56.58	0.057	219.2	250	1.15	1.54	896	971.7	75.7	7.6
B4-B5	175	0.175	23.72	27.04	0.027	151.5	160	1.35	2.12	896	969.1	73.1	7.3
b8-b3	460	0.460	65.49	74.66	0.075	251.8	315	0.96	1.28	887.99	967.8	79.8	8.0
b3-b1	763	0.763	31.46	35.86	0.036	174.5	200	1.14	5.17	887.1	963.9	76.8	7.7
b1-b2	271	0.271	19.13	21.81	0.022	136.1	160	1.09	2.19	884.3	966.9	82.6	8.3
n14-b60	602	0.602	18.83	21.47	0.021	135.0	160	1.07	4.73	895.2	962.1	66.9	6.7
n13-b7	248	0.248	74.57	85.01	0.085	268.7	315	1.09	0.88	902.8	966.0	63.2	6.3
b7-b9	561	0.561	49.78	56.75	0.057	219.5	250	1.16	2.96	889.6	963.0	73.4	7.3

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
b7-b61	651	0.651	49.78	56.75	0.057	219.5	250	1.16	3.43	888.7	962.6	73.9	7.4
N1-b10	258	0.258	944.19	1076.38	1.076	956.1	1000	1.37	0.34	902	962.2	60.2	6.0
b10-b11	521	0.521	919.74	1048.50	1.049	943.6	1000	1.34	0.66	902.1	961.9	59.8	6.0
b11-n2	455	0.455	894.38	1019.59	1.020	930.5	1000	1.30	0.54	902.1	961.4	59.3	5.9
n2-b12	740	0.740	30.54	34.82	0.035	172.0	200	1.11	4.74	893.5	957.2	63.7	6.4
n2-b13	221	0.221	863.84	984.78	0.985	914.5	1000	1.25	0.25	900	956.9	56.9	5.7
b13-b15	32	0.032	836.84	954.00	0.954	900.1	1000	1.22	0.03	902	974.3	72.3	7.2
b15-n3	248	0.248	814.47	928.50	0.928	888.0	1000	1.18	0.25	902.1	974.1	72.0	7.2
n3-b23	701	0.701	44.12	50.30	0.050	206.7	250	1.03	2.94	898	971.4	73.4	7.3
b23-b24	313	0.313	21.87	24.93	0.025	145.5	160	1.24	3.26	897.2	968.1	70.9	7.1
n3-b16	217	0.217	770.35	878.20	0.878	863.6	1000	1.12	0.19	901.8	971.2	69.4	6.9
b16-b14	30	0.030	752.54	857.90	0.858	853.6	1000	1.09	0.03	901.3	971.1	69.8	7.0
b14-n4	268	0.268	723.72	825.04	0.825	837.1	1000	1.05	0.21	904.2	957.0	52.8	5.3
n4-b27	623	0.623	54.6	62.24	0.062	229.9	250	1.27	3.91	904.4	956.5	52.1	5.2
b27-b58	35	0.035	24.51	27.94	0.028	154.0	160	1.39	0.46	904.2	956.0	51.8	5.2
b58-b29	332	0.332	8.1	9.23	0.009	88.6	90	1.45	9.45	905.3	947.0	41.7	4.2

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
n4-b17	119	0.119	669.12	762.80	0.763	804.9	1000	0.97	0.08	904	947.0	43.0	4.3
b17-n5	38	0.038	661.33	753.92	0.754	800.2	1000	0.96	0.03	904	947.0	43.0	4.3
n5-b26	128	0.128	6.83	7.79	0.008	81.3	90	1.22	5.06	904.3	942.0	37.7	3.8
n5-b19	245	0.245	654.5	746.13	0.746	796.0	800	1.49	0.26	901.6	946.8	45.2	4.5
b19-b28	131	0.131	642.52	732.47	0.732	788.7	800	1.46	0.26	902	946.5	44.5	4.4
b28-n7	173	0.173	618.69	705.31	0.705	773.9	800	1.40	0.31	902.1	946.2	44.1	4.4
n7-b30	243	0.243	168.37	191.94	0.192	403.7	500	0.98	0.40	903.3	945.8	42.5	4.2
b30-n15	258	0.258	141.13	160.89	0.161	369.6	400	1.28	0.92	904.5	944.9	40.4	4.0
n15-b31	205	0.205	66.4	75.70	0.076	253.5	315	0.97	0.58	904.4	944.3	39.9	4.0
b31-b40	419	0.419	49.47	56.40	0.056	218.8	250	1.15	2.18	904.6	942.1	37.5	3.7
b40-b39	188	0.188	36.71	41.85	0.042	188.5	200	1.33	1.71	904.6	940.4	35.8	3.6
b40-b41	188	0.188	36.71	41.85	0.042	188.5	200	1.33	1.71	904.9	938.7	33.8	3.4
n15-n16	311	0.311	74.73	85.19	0.085	269.0	315	1.09	1.11	905.7	940.9	35.2	3.5
n16-b38	531	0.531	33.98	38.74	0.039	181.4	200	1.23	4.16	906.7	936.7	30.0	3.0
b38-b36	112	0.112	22.96	26.17	0.026	149.1	160	1.30	1.27	906.7	939.6	32.9	3.3
b36-b37	94	0.094	13.1	14.93	0.015	112.6	125	1.22	1.28	906.8	938.3	31.5	3.2

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m ³ /S)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
n16-b32	99	0.099	40.75	46.46	0.046	198.6	200	1.48	1.10	905.7	937.2	31.5	3.2
b32-b35	277	0.277	33.86	38.60	0.039	181.1	200	1.23	2.15	907.5	935.1	27.6	2.8
b35-b33	126	0.126	22.57	25.73	0.026	147.8	160	1.28	1.39	906.8	933.7	26.9	2.7
b35-b34	126	0.126	22.57	25.73	0.026	147.8	160	1.28	0.79	905.6	938.8	33.2	3.3
n7-b25	72	0.072	450.32	513.36	0.513	660.3	700	1.33	0.60	901.7	938.2	36.5	3.6
b25-b20	307	0.307	434.21	495.00	0.495	648.4	700	1.29	0.06	900.6	938.7	38.1	3.8
b20-b42	33	0.033	415.56	473.74	0.474	634.3	700	1.23	0.34	900.6	938.4	37.8	3.8
b42-n8	204	0.204	389.33	443.84	0.444	613.9	700	1.15	0.90	898.8	937.5	38.7	3.9
n8-b21	605	0.605	34.57	39.41	0.039	182.9	200	1.26	0.96	897.7	936.5	38.8	3.9
b21-b18	119	0.119	14.45	16.47	0.016	118.3	125	1.34	1.17	897.9	935.4	37.5	3.7
n8-b43	71	0.071	354.76	404.43	0.404	586.1	600	1.43	0.21	898.9	935.2	36.3	3.6
b43-b22	76	0.076	335.73	382.73	0.383	570.1	600	1.35	0.40	897.1	934.8	37.7	3.8
b22-b44	163	0.163	312.24	355.95	0.356	549.8	600	1.26	0.22	897	934.5	37.5	3.8
b44-n9	103	0.103	290.77	331.48	0.331	530.6	600	1.17	1.56	895.7	933.0	37.3	3.7
n9-b46	847	0.847	67.33	76.76	0.077	255.3	315	0.99	0.14	891.3	932.8	41.5	4.2
b46-b49	49	0.049	50.35	57.40	0.057	220.8	250	1.17	1.77	891.5	931.1	39.6	4.0

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale (m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
b49-b50	329	0.329	14.13	16.11	0.016	117.0	125	1.31	4.56	889.5	926.5	37.0	3.7
n9-b47	290	0.290	223.44	254.72	0.255	465.1	500	1.30	0.17	891.3	926.3	35.0	3.5
b47-b45	62	0.062	198.41	226.19	0.226	438.3	500	1.15	0.70	893.3	925.6	32.3	3.2
b45-n12	313	0.313	176.3	200.98	0.201	413.1	500	1.02	0.75	891.2	924.9	33.7	3.4
n12-b54	419	0.419	46.1	52.55	0.053	211.3	250	1.07	0.47	892	924.4	32.4	3.2
b54-b51	104	0.104	34.42	39.24	0.039	182.5	200	1.25	2.77	890	921.6	31.6	3.2
n12-n13	345	0.345	123.74	141.06	0.141	346.1	400	1.12	0.30	893.8	921.4	27.6	2.8
n13-b52	106	0.106	94.06	107.23	0.107	301.8	400	0.85	0.18	893.9	921.2	27.3	2.7
b52-b53	106	0.106	81.7	93.14	0.093	281.2	315	1.20	1.07	892.9	920.1	27.2	2.7
b53-b55	252	0.252	58.72	66.94	0.067	238.4	250	1.36	1.30	893.9	918.8	24.9	2.5
b55-b56	180	0.180	38.45	43.83	0.044	192.9	200	1.40	4.59	893.6	914.2	20.6	2.1
n13-b48	463	0.463	29.68	33.84	0.034	169.5	200	1.08	0.00	893.9	914.2	20.3	2.0

VI.9 Conclusion :

Dans Ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du secteur 7 du périmètre des plaines setifiennes .

Dans le cadre de la réalisation du projet au premier lieu le périmètre est découpé en 61 îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de 1.195,2 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieurs à 6.5 bars, ce qui nécessite l'installation de brise charge au niveau de ces points sensibles.

Chapitre VII : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATIONS

Chapitre VII : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATIONS

VII.1 Introduction :

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes tirent le maximum de profit.

VII.2 Choix des techniques d'irrigation

Le choix de la technique d'irrigation est basé essentiellement sur l'abondance de la ressource en eau et les conditions naturelles rencontrées à savoir

- La pente du terrain à irriguer ;
- Le débit dont on dispose ;
- Nature du sol (perméabilité) ;
- Nature des cultures ;
- Facteurs économiques ;
- Rentabilité de l'opération.

Les différentes techniques d'arrosage rencontrées dans le monde peuvent être ramenées à (3) grands types :

- Irrigation gravitaire.
- Irrigation par aspersion.
- Irrigation localisée

VII.3 L'irrigation de surface :

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

VII.3.1 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.

Avantages

- 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.

Inconvénients

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

VII.3.2 L'irrigation par submersion :

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

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

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

Avantages

- Destruction des adventices ;
- Protège contre le gel.

Inconvénients

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité ;
- Nécessite l'assainissement ;
- Manque d'aération.

VII.3.3 L'arrosage par infiltration (à la raie) :

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

VII.4 l'irrigation par aspersion :

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

Les avantages

- ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer ;
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres ;
- 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 ;

Les inconvénients

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile ;
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y a danger pour le feuillage.

VII.5 l'irrigation localisée (goutte à goutte) :

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

Les avantages :

- Economise fortement l'eau ;
- Précision de l'apport en eau ;

- Réduction des pertes par évaporation ;
- S'adapte bien a tout type du sol et du relief ;
- Une économie de mains d'œuvre (système fixe) ;
- Insensibilité aux vents forts ;
- Se prêtent facilement a l'automatisation des engrais peuvent être apporté directement à la racine ce qui permet d'éviter son gaspillage.
- Ne gêne pas les cultures
- Economise la main d'œuvre, réduit le cout d'entretien

Les inconvénients :

- Coût d'investissement élevé ;
- Contrôle difficile des goutteurs ;
- Risque d'obstruction des goutteurs ;
- Risque de salinisation ;
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée.

VII.6 Choix de la technique d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable , il est nécessaire de connaitre toutes les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour le zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

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

Contraintes	Irrigation de surface Par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
• Evaporation	+	+ +	+ +
• Vent (1.9 m/s)	+ + +	+	+ + +
• Texture(argileux- limoneuse)	+ +	+ +	+ + +
• Perméabilité (bonne)	+ + +	+ + +	+ + +
• Pente	+ + +	+ + +	+ + +
• Qualité d'eau (bonne)	+ + +	+ + + + +	+ + + +
• Cultures			
• Maraîchage	+ + +	+++	+ + +
• céréales	x	+ + +	x
• arbres	+ + +	x	+ + +
• Contraintes économique			
• économie d'eau	X	+ +	+ + +

Remarque :

x: inadéquat ou déconseillé ; +: Adapté avec réserve; + + : Adapté ; + + + : Très adapté

VII.7 Conclusion :

Le choix du système d'irrigation reste toujours un critère de la réussite de l'investissement, un système d'irrigation mal choisi peut entraîner des pertes économiques très graves. C'est pour ça qu'on doit le prendre en considération. Le choix de l'irrigation localisée est très coûteux, mais leur utilisation fait économiser l'eau pour les régions où elle manque, et c'est encore un réseau qui persiste plusieurs années si on le maintient régulièrement.

Pour un investissement de long terme, l'irrigation localisée demeure un bon voire le meilleur, choix pour avoir une grande productivité et pour que l'investissement soit rentable.

Chapitre VIII :
DIMENSIONNEMENT D'UN
RESEAU D'IRRIGATION

Chapitre VIII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

VIII.1 Introduction :

L'irrigation est l'apport d'eau aux cultures mises en place, pour assurer leur développement. Avec l'irrigation, l'agriculteur dispose d'un puissant moyen pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir la maîtriser afin de satisfaire les objectifs techniques (rendement) et économiques (à coût optimal) visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

VIII.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :

VIII.2.1 Données générales :

Choix de la culture : nous avons choisi l'irrigation de blé, cette céréaliculture présente des avantages agronomiques et économiques importants.

Choix des parcelles et de l'ilot : les parcelles choisies pour l'arrosage par aspersion sont dans l'ilot n°26, sous la parcelle n°3, qui présente une superficie de 3.09 ha.

La parcelle est de forme rectangulaire présente des dimensions de 254x130m, elle est alimentée par la borne B26 qui dispose d'une pression de 3.8 bar.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 26 jours par mois.

Besoins en de pointe : 134.21mm/mois pour le mois de pointe.

Perméabilité du sol : le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à:

$K = 7 \text{ mm/h}$.

Dose pratique :RFU : elle est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \quad \dots(\text{VIII.1})$$

Y: degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da: densité apparente : égale à 1.4 ;

Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm pour le blé)

Hcc: humidité à la capacité au champ (26%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (15%).

RFU= $(26-15)/100*0.6*1000*1.4^{2/3}=61.6$ mm

VIII.2.2 Dimensionnement théorique :

a) Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol $K=7$ mm/h; On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcule par la formule suivante :

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \quad (\text{VIII.2})$$

D'où : $d = \frac{7 \cdot 1,04}{1,5} = 4,85 \text{ m m}$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (Annexe 4), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

b) Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \quad (\text{VIII.3})$$

Avec : d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas $P=3$ bars, hauteur d'eau =30m.

$$L=3 \cdot 4.8^{0.5} \cdot 30^{0.25} = 15.38\text{m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (annexe 4), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars,

La portée calculée est de 16.0m

c) Écartements entre les rampes et arroseurs

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

-El entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

-Ea entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 4.6 m/s=16.56Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$El=1.02 \cdot 16=16.32m$$

$$Ea=0.5 \cdot 16=8m$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

$$E_l=18m, E_a=12m.$$

La surface mouillée (m^2) = 216 m^2 .

d) Débit de l'asperseur

Le débit d'un asperseur se calcule, par la relation suivante :

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}.$$

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 0.00042 m^3 / s \quad (\text{VIII.4})$$

$$q = 1.5 m^3 / h$$

Avec q débit de l'asperseur (m^3/s).

e) Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à la portée, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$P = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \quad (\text{VIII.5})$$

Q : est le débit de l'asperseur choisi, $q=4.2 \cdot 10^{-4} m^3/s = 1.5 m^3/h$

$$p = \frac{1,50}{18 \cdot 12} = 6,9 \text{ mm/h}$$

D'où

Donc la condition est vérifiée.

a) Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}} \quad (\text{VIII.6})$$

$$Teau = (61,6 \cdot 26) / 134,21 = 11,93 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'eau de 11 jours.

Donc on irrigue 2 fois par mois

b) La dose réelle :

$$Dr = Teau \cdot \text{la dose journalière} = 11 \cdot (134,21 / 30) = 49,21 \text{ mm.}$$

$$Dr = 49,21 \text{ mm}$$

c) Calcul de la dose brute :

$$Db = \text{La dose réelle} / 0,75 = 49,21 / 0,75 = 65,61 \text{ mm}$$

Avec l'efficience de l'irrigation est 0.75

d) Temps d'arrosage :

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcule d'après la relation suivante :

$$T_{EAU} = \frac{\text{dose brute}}{k}; \quad (\text{VIII.7})$$

$$T = 65,61 / 7 = 9,372 \text{ h}$$

Donc $T_a = 9\text{h}$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur.

e) volume d'un asperseur par chaque mois :

$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose Rfu} \times \text{El} \times \text{Ea}$

$$V = 2 * 26 * 0.0616 * 18 * 12 = 691.8912 \text{ m}^3$$

f) volume a épandre sur tout la parcelle par mois :

$$V_t = \text{Besoin mensuelle en eau} * S;$$

$$V_t = 134. \frac{21}{1000} * 254 * 130 = 4431.642 \text{ m}^3$$

g) Calcul du débit d'équipement (Qeq) :

$$Q_{eq} = \frac{S(\text{ha}).B(\text{mm}).10}{T_a.n.N_j} = \frac{3.09 * 134.21 * 10}{9 * 2 * 26}$$

$$Q_{eq} = 8.86 \text{ m}^3/\text{h}$$

h) Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

$$S_u = \frac{S}{T_{eau} \cdot n}$$

La surface unitaire arrosée :

$$S_u = \frac{3.09}{11 * 2} = 0.14 \text{ ha}$$

n) Nombre d'asperseur requis (Nasp) :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur

$$N = \frac{V_t}{V} = \frac{4431.642}{691.8912} = 6.4$$

donc on prend 6 asperseurs

VIII.3 Dimensionnement hydrauliques des rampes :

a) Longueur de la rampe

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion.

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :

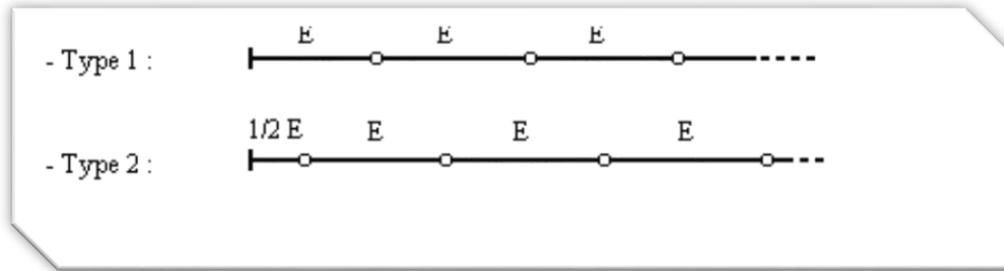


Figure VIII-1 : Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe

La longueur de la rampe est donc :

Pour le type 1 : $L = n.E$

Pour le type 2 : $L = (n-0,5)E$

d'où :

$$L_{ram} = \text{largeur de terrain} / 2 - E_a / 2 = 130 / 2 - 12 / 2 = 59 \text{ m}$$

La longueur de la porte rampe :

$$L_{pr} = \text{longueur de terrain} - \frac{E_a}{2} = \frac{254}{2} - \frac{12}{2} = 121 \text{ m}$$

b) Nbre asperseur/rampe (N) :

$$N = \text{largeur} / E_a = L_r / E_a + 1 = 59 / 12 + 1 = 6 \text{ asperseurs}$$

c) Nombre de rampes (Nr) :

$$N_r = N_{asp} / (\text{nbr asp/ rampe}) = \frac{N_{asp}}{N} = \frac{6}{6} = 1 \text{ rampe}$$

On travaille avec une rampe.

Dimensionnement de canalisation :

a) Calcul du débit de la rampe (Qr) :

$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/ rampe.}$

Le débit de la rampe :

$$Q_r = 1.50 * 6 = 9 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nombre de position des rampes :

$$N_{\text{pos ram}} = \frac{L_r}{E_1} = \frac{254}{18} \approx 14$$

L_r : longueur du terrain = 254 m, E_1 : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de poste égale à 14 poste

Nous avons les données suivantes :

Longueur de la rampe $L = 59$ m.

Nombre d'asperseur par rampe 6 asperseurs

Nombre de rampes = 1 rampe

Débit de la rampe = 9 m³/h

a) Calcul du Diamètre de la rampe

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi \cdot V}} \quad (\text{VIII.8})$$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

On suppose que $V = 1.5$ m/s et on calcule D_R :

$$D_R = \sqrt{4 * \frac{0.0025}{\pi * 1.5}} = 0.046 \text{ m} = 46 \text{ mm}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants:

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Le diamètre normalisé = 50mm

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D_R^2} = 1.27 \text{ m/s ce qui dans la gamme.}$$

a) Dimensionnement de la porte-rampe

On recalcule avec le porte-rampe :

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} * n_{asp} / rampe * N_{rampe} = 1.5 * 6 * 1 \quad Q = 0.0025 m^3/s$$

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; \quad V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que $v = 1.5 m/s$ et on calcule D_{pr} :

$$D_{pr} = \sqrt{4 * \frac{0.0025}{\pi * 1.5}} = 46 mm$$

On prend le diamètre normalisé ($D_{pr} = 50 mm$), cependant, les pertes de charges dépassent les normes de Christiansen.

On prend donc un diamètre de la porte rampe de 63mm

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = 4 * \frac{0.0025}{\pi * 0.063^2} = \frac{0.8 m}{s} \text{ ce qui conforme}$$

Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \quad (\text{VIII.9})$$

Ou ΔH = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Débit de la conduite en m^3/s

C_H : coefficient équivalant à 130.

Pour la rampe on a : $L = 59m$, $D = 0.050m$, $Q = 0.0025 m^3/s$

$$\Delta H_{rampe} = \left(\frac{3.592}{130} \right)^{1.852} \frac{0.0025^{1.852} * L}{0.05^{4.87}} = 2.487 m$$

Pour la porte rampe $L = 121m$, $D = 63mm$ donc :

$$\Delta H_{porte-rampe} = 1.67 m$$

Les pertes de charges totales linéaires pour les rampes sont 2.48m et 1.67m pour la porte rampe

Donc la perte de charge total pour la rampe est :

$$\Delta H_{total ram} = \Delta H_{lin ram} * 1.1 = 2.487 * 1.1 = 2.7357 m.$$

et les perte de charge totale pour la porte rampe est :

$$\Delta H_{\text{total pr}} = \Delta H_{\text{lin pr}} * 1.1 = 1.67 * 1.1 = 1.837\text{m.}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII.1: Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	121	59
Diamètre (mm)	63	50
Débit (m ³ /s)	0.0025	0.0025
Vitesse (m/s)	0.8	1,27
Perte de charge totale (m)	1.837	2.7357

$\Delta H_t = 2.7357 + 1.837 = 4.5727\text{m}$ de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

VIII.4 Calcul de la pression en tête du réseau :

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad (\text{VIII.10})$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H2 : perte de charge totale de la rampe

H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 30 + 4.5727 + 0 = 34.5727\text{m.}$$

P=3,46 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 3.8 bars.

VIII.5 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

Dans cette partie on va dimensionner le réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), qui nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983].

Données générales

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle n°02 alimentée par la borne n°34 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.3bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 1ha et présente une forme relativement rectangulaire.

Culture : olivier ; **Besoin de pointe** : 163,73 mm (Mois Juillet).

Caractéristique du goutteur :

Débit nominal :4 l/h

Pression nominal :10 mce

Espacement des goutteurs :2m

Le nombre de goutteurs par arbre :2

VIII.5.1 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :**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 ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \quad (\text{VIII.11})$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad (\text{VIII.12})$$

La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \quad (\text{VIII.13})$$

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

$K_r=0.80$ selon Freeman et Garzoli

$K_r =0.70$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{ji}=B_j*K_r \quad (\text{VII-14})$$

$$B_{ji}=5.46*0.8=4.37 \text{ mm/j}$$

Dose nette (Dose pratique) :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h [Ollier & Poirée, 1981].

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = d_a*(H_{cc}-H_{pf}).Y.Z.P\% =RFU*P\% \quad (\text{VII-14})$$

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

H_{pf} : humidité au point de flétrissement (15%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n.S_{pd}.S_h}{S_a.S_r} \quad (\text{VIII.15})$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre =2

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée =1m

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre =4

S_a : espacement des arbres sur les rangs=4

$$P = 25\%$$

Donc :

$$RFU = (26-15)/100. 1200.2/3.1,4=123.2\text{mm} ; \quad RFU=123.2\text{mm}.$$

Et $D_p = RFU \cdot P\% = 123.2 \cdot 0.25 = 30.8 \text{ mm}$

a) Fréquence des arrosages (Fr) :

$$Fr = \frac{\text{dose_nette}}{B_{jm}} = \frac{30.8}{4.37} = 7.05$$

Donc on prend une fréquence de 7 jours.

b) Dose réelle (Dr) :

$$Dr = B_{jm} \cdot Fr = 4.37 \cdot 7 = 30.59 \text{ mm}$$

c) La dose brute réelle (Db) :

$$D_{brute} = \frac{\text{dose_réelle}}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{30.59}{0.9 \cdot 0.9} = 37.77 \text{ mm}$$

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

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

d) Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_b \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot q_g} \quad (\text{VIII.16})$$

S_r et S_d espacement entre rang et distributeur, n et Q_g nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{37.77 \cdot 2 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 37.77 \text{ heures}$$

e) Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{37.77}{7} = 5.40 \text{ heures/jour}$$

f) Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{5.4} = 3.7$$

On prend 4 postes.

g) **Surface du poste :**

$$S_p = \frac{\text{Surfacetotale}}{\text{Nombredeposte}} = \frac{1}{3} = 0.33 \text{ ha}$$

VIII.6 Calculs hydrauliques:

VIII.6.1 Conditions hydrauliques de base :

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad (\text{VIII.17})$$

La variation maximale de la pression

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

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H}{H(n)} \quad (\text{VIII.18})$$

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

$x=0.5$ pour les goutteurs (circuit court) et $H(n) = 10 \text{ mce}$ (1 bar)

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

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

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m

Pour le porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m

VIII.6.2 Dimensionnement des canalisations du réseau

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

➤ **Les rampes**

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

➤ **Porte-lampes**

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

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

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VIII.19})$$

$$\varnothing pr(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VIII.20})$$

Avec :

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

On pose :

La longueur de la rampe : 80m

La longueur de la porte rampe : 120 m

La longueur de la conduite tertiaire : 58 m

1. Pour les rampes : L= 80 m

- . Qr : Débit de rampe.
- . Qg: Débit du goutteur
- . Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe
- . Nr : Nombre des rampes
- Qpr: Débit de porte rampe

Le nombre d'arbres par rampe

N arbres = $L_r/E_r=80/4=20$ arbres => 20 arbres

Nombre des goutteurs par rampe

$N=N_{\text{arbres}} * n =20*2 =40$ goutteurs

Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g = Q_r = 40 * 4 = 160 \text{ l/h} = 4.44 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing_r(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 10.87 \text{ mm}$$

D_rampe = 10.87 mm, on prend DN = **16 mm**

2-Pour le porte rampe : L=120**Le nombre des rampes**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 120 / 4 = 30 \text{ rampes.}$$

Débit du porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 160 * 30 = 4800 \text{ l/h}$$

Nombre de porte rampe

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe)}$$

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 4800 * 1 = 4800 \text{ l/h} = 0.0013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing_{pr}(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 47.94 \text{ mm}$$

Donc on prend $\varnothing_{pr} = 63 \text{ mm}$

VIII.6.2.1 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 12 mm

Perte de charge selon hazen-williams

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.84}} * Q^{1.852} \quad \text{(VIII.21)}$$

Où : L : la longueur de la conduite ; = 80 m

Q : débit (m³/s) = 160 l/h ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) = 16 mm

C_w = 140 PEBD,

$$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.388 \text{ m} < 1.2 \text{ m}$$

Pour porte rampe on a :

L : la longueur de la conduite ; = 120 m

Q : débit (m³/s) = 4800 l/h ; D : diamètre intérieur de la canalisation (m) = 63 mm

$C_w = 140$ PEBD,

$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.397 \text{ m} < 0.6 \text{ m}$

Tableau VIII.2 : Calcul de diamètre de la rampe

Culture	Surface (m ²)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	ΔH_r (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	ΔH_{cal} (m)
Olivier	1000	80	40	160	1.2	10.87	16	0.22	0.39

Tableau VIII.3 Calcul de diamètre de la porte rampe

Culture	Surface m ²	Lpr (m)	N Rampe	Qpr (l/h)	$\Delta H_{p.r}$ (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	Hcal (m)
Olivier	1000	120	30	4800	0.6	47.94	63	0.42	0.40

On applique le même procédé que les rampes, et on trouve

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

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

VIII.6.2.2 Calcul des diamètres de la conduite tertiaire

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

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

avec : Q : débit de la conduite considérée (m³/s); V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VIII.4 : Calcul de diamètre des conduites tertiaires

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	1000	58	0.0013	1.05	39.7	63	0.42	0.20

VIII.6.3 Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

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

Tableau VIII.5 : Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe
Longueur(m)	80	120
Diamètre(m)	16	63
Débit (m ³ /s)	0.000044	0.0013
Pertes de charge(m)	0.39	0.40

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable ;

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

$$P(m) = 10 + 0.39 + 0.40 + 0.20 = \mathbf{10.99 \text{ m.}}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.1 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

VIII.7 Conclusion

Au cours de ce chapitre , nous avons procédé au dimensionnement de deux systèmes d'irrigation : aspersion et goutte à goutte .

Chapitre IX : ETUDE ECONOMIQUE

Chapitre IX : ETUDE ECONOMIQUE

IX.1 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.

Cette partie du mémoire est très importante, car elle permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet.

L'évaluation consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant, et enfin, on trouve le coût total du projet.

IX.2 Coût Des Conduites de distribution :

Les prix unitaires (bordereau des prix) des conduites de différents diamètres qui ont été utilisés pour les calculs hydrauliques et l'optimisation du réseau sont récapitulés au **tableau**

Aussi, les prix des conduites sont dans le tableau suivant :

Factures pro forma des équipements hydrauliques :

Tableau IX.1 : Devis estimatif et quantitatif des conduites

conduites	unites de	Quantité	pu	mont
1 100	m/l	1118.35	39804	44514803.40
1000	m/l	2370.16	35300	83666648.00
800	m/l	549.01	27000	14823270.00
700	m/l	616.56	22513.76	13881083.87
600	m/l	413.55	14816.89	6127524.86
500	m/l	995.95	12120	12070914.00
400	m/l	1212.49	9200	11154908.00
315	m/l	2175.51	5800	12617958.00
250	m/l	3969.57	3700	14687409.00
200	m/l	3345.97362	2500	8364934.05
160	m/l	1759.31	1361.17	2394719.99
125	m/l	541.58	1132.24	613198.54
90	m/l	459.84	623.3	286618.27

Total(HT) 1				225203989.98
TVA (17%)				38284678.30
Total(TTC1)				263488668.28

IX.3 Calcul du volume de terrassement :

- **Largeur du fond de la tranchée :**

La largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

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

$$B = d + (0.5-1.2) \text{ (m)} \quad \text{(IX.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

on prend $B=d+0.6$ (m)

- **profondeur de la tranchée :**

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

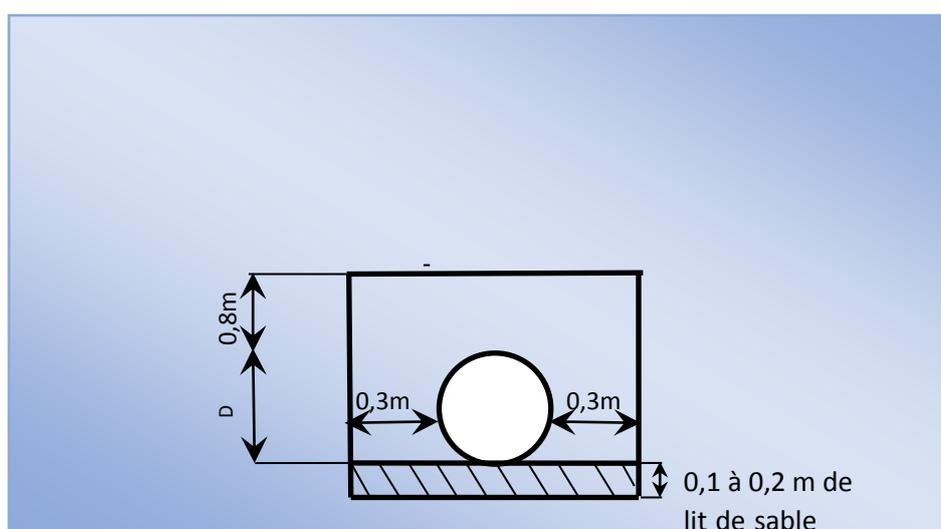


Figure IX.1: Schéma d'une tranchée.

$$H_{tr} = e + d + h \quad (\text{m}) \quad (\text{IX..2})$$

Avec :

H_{tr} : Profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

- **Section de la tranchée:**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \quad (\text{IX.3})$$

H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m)

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

- **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \quad (\text{IX.4})$$

V_d : Volume du déblai (m³)

S_{tr} : La section de la tranchée (m²).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

H_{tr} : La hauteur de la tranchée (m).

IX.3.1 Frais des travaux sur réseau d'irrigation

Les frais de terrassement sont est égal à :

a-Pour les déblais :

$$F_{deb} = V_{deb} \times K_{deb} \quad (\text{IX..5})$$

K_{deb} : Prix de 1 m³ de déblai=200 DA

V_{deb} : Volume total de déblai

b-Calcul du volume du lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranchée, c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_{sable} = e \times b \times L \text{ (m}^3\text{)}$$

c-Pour les remblais:

$$F_{rem} = V_{rem} \times K_{rem} \quad \text{(IX..6)}$$

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

V_{rem} : Volume total du remblai

IX.3.1.1 Calcul du volume de déblai et remblai :

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

$$B = D + (2 \times 0,3) \quad \text{(IX..7)}$$

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L \times H \times B \quad \text{(IX..8)}$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right) \times L \quad \text{(IX..9)}$$

Calcul des différents volumes :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IX.2 : Calcul des différents volumes.

Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	Surface	V déblai	Vsable (m ³)	Vconduites (m ³)	Vremblai (m ³)
					(m ³)			
90	459.84	0.69	1.04	0.72	329.98	47.59	2.93	279.46
125	541.58	0.725	1.075	0.78	422.09	58.90	6.65	356.55
160	1759.31	0.76	1.11	0.84	1484.15	200.56	35.37	1248.22
200	3345.97	0.8	1.15	0.92	3078.29	401.52	105.12	2571.66
250	3969.57	0.85	1.2	1.02	4048.96	506.12	194.86	3347.99
315	2175.51	0.915	1.265	1.16	2518.10	298.59	169.54	2049.97
400	1212.49	1	1.35	1.35	1636.86	181.87	152.37	1302.62
500	995.95	1.1	1.45	1.60	1588.54	164.33	195.55	1228.65
600	413.55	1.2	1.55	1.86	769.20	74.44	116.93	577.84
700	616.56	1.3	1.65	2.15	1322.52	120.23	237.28	965.01
800	549.01	1.4	1.75	2.45	1345.07	115.29	275.96	953.82
1000	2370.16	1.6	1.95	3.12	7394.90	568.84	1861.52	4964.54
1100	1118.35	1.7	2.05	3.49	3897.45	285.18	1062.80	2549.47
La somme					29836.13	3023.46	4416.87	22395.80

Tableau IX.3 : Coût des travaux de terrassement.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m ³	29836.13	200	5967226.13
Lit de sable	m ³	3023.46	800	2418768.102
Remblai	m ³	22395.80	100	2 239 579.91
Total 1 (HT)				10625574.14

TVA 1 (17%)				1 806 347.60
Montant TTC 2				12 431 921.75

IX.4 Devis estimatif du projet :

Devis du réseau de distribution **Montant TTC1 = 263 488 668.28 DA.**

Devis de terrassement : **Montant TTC2 = 12 431 921.75 DA.**

Devis estimatif total :

$D_t = TTC1 + TTC2 = 263\,488\,668.28 + 12\,431\,921.75 = 275\,920\,590.03$ DA

IX.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons déterminé le devis du réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux. Le calcul de ces volumes nous permettra de faire une bonne organisation des différentes tâche. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout du projet qui est de 275 920 590.03 DA.

Après l'estimation qui on a fait on conclu que le coût global par rapport a la surface totale et presque 230 857.3 DA

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Nous venons de réaliser à la lumière de cette étude, l'aménagement Hydro-agricole du Secteur 7 de périmètre des plaines Sétifiennes qui alimenté par le barrage de Mahouane.

L'étude du climat (précipitation- température) ; montre que notre région à une période moins pluvieuse qui débute de juillet jusque aout. Donc on aura un climat semi aride à deux saisons, la saison humide et la saison sèche qui est la période ou l'irrigation est nécessaire.

Le système d'irrigation retenu est constitué de conduites enterrées en fonte et en PEHD, équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 2 à 3 bars, et nous avons insisté sur la nécessité d'introduction des techniques modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte, car l'augmentation des rendements des spéculations agricoles ne peut se faire qu'à travers des systèmes d'irrigation efficaces, en effet, dans la région d'étude l'agriculture est fortement extensive faute d'un système d'irrigation performant Nous avons aussi pris en considération la technique appliquée qui est le goutte à goutte qui s'avère très rentable du point de vue efficacité pour subvenir aux besoins des cultures. L'aspect économique demeure aussi un point essentiel car minimiser le tracé de ce réseau permet de faire des économies sur le coût du projet, pour cette raison, nous avons choisi le tracé le plus favorable à notre réseau.

Le dimensionnement des organes du réseau localisé se fait en connaissant les débits spécifiques qui sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués à partir de la répartition culturale sur le périmètre. On a pu aussi déterminer le volume des travaux ainsi que leurs coûts faire une bonne organisation des différentes tâches.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

ANDRE, H., (1976). Hydrométrie pratique des cours d'eau. Paris : Eyrolles, p 259.

BULLTIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33

BECHKIT Med Amine : Etude hydrogéologique de la plaine d'oued el nil. (2004-2005).mémoire de 'ingéniorat en géologie' (Université de Constantine).

CLEMENT.R et GALAND.A, Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution sous pressions (ED.EYROLLES, paris, 1979).p62

DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980 : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

MESSAHEL MEKKI, 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime –d'irrigation) Edition O.P.U.Alger .p89

PERRIER A (1975) Étude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles. I. Evaporation et bilan d'énergie de surfaces naturelles. In Annales agronomiques. 26 (1). 1-18.

FAO 1975. Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.

OLLIER CH.ET POIREE M. (1981). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.

QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION (Bulletin FAO d'irrigation et drainage (N29°)).

ANNEXES

ANNEXE 1

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 2

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 3

Coefficients culturaux (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6

Premier chiffre: avec forte humidité (HR min > 70%) et vent faible (U < 5 m/s).

Second chiffre: avec faible humidité (HR min < 20%) et vent fort (> 5 m/s).

Annexe 4



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□	△	□	△	□	△
				disp.	disp.	disp.	disp.	disp.	disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur