

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: Conception des systèmes d'irrigation et drainage

THEME :

Etude du périmètre d'irrigation des plaines Sétifiennes (secteur 12)
à partir du barrage de Mahouane (Wilaya de Sétif).

Présenté par:

M^r BOURICHE ABDELKRIM

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r : RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.A	Président
M ^{me} : AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Membre
M ^r : YAHIAOUI SAMIR	M.A.A	Membre
M ^r : KERID RACHID	M.A.A	Membre
M ^{me} : SAADOUNE SAMRA	M.C.B	Promotrice

juin-2017

❧ REMERCIEMENTS ❧

*Mes Remerciements vont, tout d'abord, à Ma Promotrice
Mme : SAADOUNE, qui a acceptée de diriger mon travail. Elle
S'est montrée Compréhensive et particulièrement Sensible
Aux divers problèmes que j'ai rencontrée, et ceci, malgré
Ses taches d'Enseignement. Qu'elle trouve, ici, l'Expression
Sincère de ma vive gratitude.*

*Je suis également reconnaissant aux membres de Jury qui,
malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et discuter
mon travail ; je les en Remercie vivement.*

*Je Remercie également tout le personnel de l'ONID et surtout
Mme : DHRIFF et Mr MADAD*

*Je Remercie également tout le personnel d'AMENHID et
surtout Mr BENRABAH et Mr MOULOUD*

*Je Remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH
pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en
hydraulique*

*Enfin, je voudrais souligner les contributions efficaces de tous
mes Proches et Amis qui, à des titre divers, m'ont aidé et soutenu
moralelement, tout au long de la préparation de cette thèse. Ce
soutien moral est d'autant plus important que la rédaction
d'une thèse. Je les remercie encore une fois.*

MERCI

∞ DEDICACE ∞

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et d'amour à :

Ma chère maman, pour son amour, ses sacrifices, son soutien et pour tous.

Je t'aime maman.

Mon cher frère pour ses encouragements, son amour, son soutien moral et matériel.

Un spécial dédicace à : Hocine , mahdi , Abdel Hadi

Ma promotrice Mme : SAADOUNE pour ses aides, ses informations et son encouragement.

Mon très cher ami MEHDI

Tous mes amis : Ghano , hichem, Sofiene, raouf, Brahim, younes, islam , Samir ,walid.....

En un mot, à toute ma famille, mes amis de l'ENSH et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

ملخص :

إن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية دراساتي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، الذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أنجع للموارد المائية. وهذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت نجاعتها. نذكر على سبيل المثال السقي بالتنقيط والسقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي، ومن بين المحاسن المميزة لهذه الأنظمة هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

RESUME :

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau, et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

ABSTRACT:

The aim of the present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation of water resources on the other part. This can be achieved through the adoption of modern irrigation systems which their reliability, like localized irrigation which is the most developed with the evolution of science and technology. This system presents many advantages like water saving.

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I. Introduction.....	2
I-1- Situation de la zone d'étude	2
I-2- Géologie	3
I-3- Géomorphologie	4
I-4- Drainage	5
I-5. Climatologie	5
I-5-1 TEMPERATURE	6
I-5-2 HUMIDITE RELATIVE	6
I-5-3 LES VENTS.....	7
I-5-4 LE SIROCCO.....	7
I-5-5 EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE	8
I-5-6 Insolation	9
I-5-7 GELEE	9
I-5-8 NEIGE	9
I-5-9 LES ORAGES	9
I-5-10 LA GRELE	10
I-5-11 LA PLUVIOMETRIE :	10
I-5-12 INDICES CLIMATIQUES	10
I.6 réseau hydrographique	13
I.7 Etude socio-économique	14
CONCLUSION	15

Chapitre II : Ressource en sol

II-INTRODUCTION	16
II-1 LES DIFFERENTES CLASSES DES SOLS	16
II.2 Géologie.....	18
II.2.1 les formations mio-pliocènes	19
II.3. Caractéristiques physico-chimique et biologiques communes aux sols	19
II.3.1. Caractéristiques physiques	19
II.3.1.1. La couleur	19
II.3.1.2- La structure	20
II.3.1.3- La texture	20
II.3.1.4- La perméabilité et l'indice de stabilité (Is)	20
II.3.1.5- Point de flétrissement et capacité de rétention	21
II.3.2- Caractéristiques chimiques	22
II.3.2.1- Le calcaire	22
II.3.2.2- PH et complexe absorbant	23
II.3.2.3- La salure	24

II.4- Caractéristiques biologiques	24
II.4.1- La matière organique	24
II.4.2- Le rapport C/N	25
II.4.3- Eléments fertilisants	25
II.5- Etude foncière	27
II.6- les aptitudes culturales associées	28
Conclusion.....	28

Chapitre III : Ressource en eau

INTRODUCTION	29
III-1- ALIMENTATION EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE	29
III.1.1- RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES	29
III.1.2- RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES	29
III-2- CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BARRAGE	30
III-3- Eau d'irrigation	31
III.3.1- classification des eaux pour l'irrigation	31
III.3.2- La Conductivité électrique (CE)	32
III.3.3- Composition chimique de l'eau d'irrigation	32
CONCLUSION	34

Chapitre IV : Hydrologie

INTRODUCTION	35
IV-1- Etude fréquentielle des pluies et détermination de l'année de calcul.....	35
IV -2- Homogénéité de la série pluviométrique.....	36
IV -3- Etude de l'échantillon et choix du type de loi	38
IV.3.1- Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale	38
IV -3-2 Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normal (loi de Galton)	41
IV -4- Détermination de l'année de calcul.....	44
IV -5. Calcul des pluies efficaces (Peff).....	45
CONCLUSION	45

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Introduction	46
V-1. Description des différents modes d'irrigation.....	46
V -1-1 Irrigation de surface	46
V -1-2- Irrigation par aspersion.....	47
V -1-3 Irrigation localisée	48
V -1-3-1 Caractéristiques de l'irrigation localisée	49
V -1-3-2 Composition d'une installation goutte à goutte.....	50
V.2. Choix de la technique d'arrosage	52
Conclusion.....	54

Chapitre VI : Calcul des besoins en eau des cultures

Introduction.....	55
VI.1 Occupation du périmètre	55
VI.1.1 situation actuelle	55
VI.1.2 Situation futur	56
VI.2 Besoins en eau du périmètre	61
VI.2.1 .L'évapotranspiration	61
VI.2.2. L'évaporation potentielle (ETP)	61
VI.2.3 L'évapotranspiration de référence (ET ₀)	61
VI.2.4 L'évaporation Maximale (ETM)	62
VI.3 Méthodes de Calcul de l'évapotranspiration	62
VI.3.1 Méthodes directes	62
VI.3.2 Méthodes indirectes	63
VI.4 Calcul de l'évapotranspiration	65
VI.5 La réserve facilement utilisable (RFU)	66
VI.6 Calcul des besoins en eau d'irrigation.....	67
VI.6.1 Estimation des besoins en eau des cultures	68
VI.7 Calcul du débit spécifique	76
VI.8 Calcul du débit caractéristique.....	77
VI.9 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre	77
Conclusion	78

Chapitre VII étude du réseau d'adduction et distribution

Introduction	82
VII-1. Le tracé du schéma	82
VII-2. Les secteurs d'irrigation	84
VII-3. Les conduites d'adduction (transport et primaire)	85
VII-3.1. Dimensionnement des canalisations	86
VII-5 Les stations de filtration	90
VII-6 Îlots types	92

VII-7. Modes d'irrigation et équipement des flots types.....	93
VII-8. Bornes d'irrigation	93
VII-8-1. Choix du type de borne	94
VII.8.2. Choix du diamètre de la borne	94
VII.8.3. Calcul des débits des bornes	95
Conclusion.....	100

Chapitre VIII Dimensionnement du réseau d'irrigation

INTRODUCTION.....	101
VIII.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion	101
VIII.1.1-Donnes générales	101
VIII.1.2. Dimensionnement théorique.....	102
VIII.1.3 .Calcul hydraulique	103
VIII.1.3.1. Dimensionnement des canalisations	105
VIII.1.3.2- Calcul de la pression à la tête de la parcelle	109
VIII.2. Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte	109
VIII.2.1. Données générales	109
VIII.2.2- Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	110
VIII.2.3- Calculs hydrauliques	114
VIII.2.3.1- Dimensionnement des canalisations du réseau	116
VIII.2.3.2- Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge	117
VIII.2.3.3- Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge ..	118
VIII.2.3.4- Calcul du diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne	119
VIII.2.3.5- La pression d'eau a la borne de distribution	119
Conclusion.....	120

Chapitre IX : Organisation de chantier

Introduction.....	121
IX.1. Les actions reçues par les conduites	121
IX.2- Exécution des travaux	121
IX-3- Choix des engins de terrassement	122
IX.4- Calcul des volumes de déblais et remblais	124
IX.4.1- Volume du déblaiement	124
IX.4.2- Volume de remblais	124
IX.4.3- Volume de sable	124
IX .5- facture des équipements du réseau de distribution	128
Conclusion.....	128

Conclusion générale.....	129
--------------------------	-----

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

TABLEAU I-1 : données des températures recueillies dans la station de Sétif (°c).....	6
TABLEAU I-2 : les valeurs de l'humidité relative de l'air en %	7
TABLEAU I-3 : Vitesse du vent mensuelle moyenne en (m/s).....	7
TABLEAU I-4 : Nombre de jours de sirocco durant l'année (Sétif)	7
TABLEAU I-5 : Evapotranspiration (ETP) mensuelle et annuelle calculée selon Penman	8
Tableau I-6 : Insolation mensuelles moyennes en heure.....	9
TABLEAU I-7 : Nombre moyen de jours de gelée blanche dans la station de Sétif.....	9
TABLEAU I-8 : Répartition moyenne mensuelle des pluies en mm.....	10
TABLEAU I-9 : Classification de climats selon MARTON	11

Chapitre II : Ressource en sol

TABLEAU II-1 : Zones homogènes de mise en valeur et leur superficie occupé.....	17
TableauII.2 : pourcentage de matière organique souhaitable (source ONID).....	25
TableauII.3 : distribution du foncier à la zone d'étude par classes selon le numéro de parcelles et la superficie en hectares et pourcentage source(ONID).	27

Chapitre III : Ressource en eau

TABLEAU III-1 : Fiche synoptique de barrage de Mahouane	30
Tableau III.2 : les classes des eaux en fonction de la conductivité électrique	32
TableauIII.3 : Composition chimique de l'eau du barrage.....	32

Chapitre IV : Hydrologie

Tableau IV.1: Caractéristiques de la station pluviométrique	35
Tableau IV.2: Série des pluies moyennes mensuelles observées à la zone d'étude.....	35
Tableau IV .3: Test d'homogénéité de la série pluviométrique	37
Tableau IV.4: Ajustement à la loi de Gauss.....	39
Tableau IV .5: la table de Khi carré	41
Tableau IV .6: Ajustement à la loi de Galton.....	42
Tableau IV .7 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)	44
Tableau IV .8: Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.....	45

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Tableau V. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.....	53
---	----

Chapitre VI : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau VI.1 : Occupation agricole actuelle	56
Tableau VI.2 : Gamme de cultures proposées à la zone d'étude	57
Tableau VI.3 : calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux (source ONID).....	58
Tableau VI.4 : les assolements proposés.....	60
Tableau VI.5 : Calcul de l'Evapotranspiration.....	66
Tableau VI.6 Estimation des besoins en eau des cultures de Olivier	68
Tableau VI.7 Estimation des besoins en eau des cultures de l'Orge	68
Tableau VI.8 Estimation des besoins en eau des cultures de petit pois	69
Tableau VI.9 Estimation des besoins en eau des cultures de concombre	69
Tableau VI.10 Estimation des besoins en eau des cultures de Blé.....	70
Tableau VI.11 Estimation des besoins en eau des cultures de oignon/ail	70
Tableau VI.12 Estimation des besoins en eau des cultures de Tomate	71
Tableau VI.13 Estimation des besoins en eau des cultures de pomme de terre	71
Tableau VI.14 Estimation des besoins en eau des cultures de pomme de terre saison	72
Tableau VI.15 Estimation des besoins en eau des cultures de Choux	72
Tableau VI.16 Estimation des besoins en eau des cultures de carotte.....	73
Tableau VI.17 Estimation des besoins en eau des cultures de pêcher	73
Tableau VI.18 Estimation des besoins en eau des cultures de pommier.....	74
Tableau VI.19 Estimation des besoins en eau des cultures de haricot	74
Tableau VI.20 Calcul des besoins en eau.....	75
Tableau VI.21 les besoins en eau du périmètre	77

Chapitre VII étude du réseau d'adduction et distribution

Tableau VII-1 : Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, cote minimale et cote moyenne par secteur d'irrigation source (ONID).	85
Tableau VII-2 : Caractéristiques des conduites du système d'adduction (source ONID).....	87
Tableau VII-3: Nombre de filtres par station de filtration et par secteur (Source ONID).	91
Tableau VII 4 : Estimation le nombre de borne	94
Tableau VII 5 : choix du diamètre de la borne.....	94
Tableau VII 6 : Calcul des débits des ilots et choix des diamètres des bornes	95
Tableau VII 7 : Résultat de calcul le réseau de distribution.....	98

Chapitre VIII Dimensionnement du réseau d'irrigation

Tableau VIII.1 : résultat de calcul pratique d'aspersion	109
Tableau VIII.2 : tableau récapitulatif des pertes de charges.	119

Chapitre IX : Organisation de chantier

Tableau IX.1 : Calcul des volumes des déblais et remblais du réseau de distribution.	126
Tableau IX.2 : le cout des canalisations.....	127

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Fig. I-1- Plan de situation (source ONID).....	3
FIGURE I-2 : graphique de l'ETP Penman. Station de Sétif.....	8
FIGURE I-3 : DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE D'EMBERGER.....	12
FigureI.4 : Climogramme pluviométrique de Gausсен.....	13
Figure I.5 : chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (source ONID).....	14

Chapitre III : Ressource en eau

Figure III-1-Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	34
---	----

Chapitre IV : Hydrologie

Figure. IV -1: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss.....	39
Figure. IV -2: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Galton.....	43

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Figure V -1 : L'irrigation gravitaire.....	47
Figure V -2: irrigation des céréales par pivot.....	48
Figure V -3: Irrigation avec un système localisé.....	49
Figure V.4:Dilueur d'engrais.....	50
Figure V. 5:Filtre à gravier.....	51
Figure V.5: goutteur.....	52

Chapitre VII étude du réseau d'adduction et distribution

Figure VII-1 Schéma du réseau d'adduction Source ONID.....	88
Figure VII-2 : Schéma générale du système de la filtration utilisée dans le périmètre.....	92
Figure VII-3: Photo d'une borne d'irrigation.....	97
Figure VII-4 : Photo des détails des bornes d'exemple.....	97

Chapitre IX : Organisation de chantier

Figure IX.1 : Le Bulldozer.....	122
Figure IX.2: Pelle équipée en rétro.....	123
Figure IX.3 : Le Chargeur.....	123
Figure IX.4 : Disposition de la conduite dans une tranchée.....	125

Liste des planches

Planche 1 : Carte Situation de périmètre des plaines Sétifiennes-Secteur 12- à partir du Barrage de MAHOUANE w. Sétif.

Planche 2 : Levé topographique de périmètre des plaines Sétifiennes-secteur12- w. Sétif.

Planche 3 : Plan de réseau de distribution de périmètre des plaines Sétifiennes-secteur12- W. Sétif.

Planche 4 : Profil en long de la conduite principal à partir de barrage MAHOUANE du périmètre des plaines Sétifiennes-secteur12- W. Sétif

Planche 5 : Projection d'un réseau d'aspersion sur l'ilot 01 parcelle 02 plaines Sétifiennes-secteur 12- W. Sétif.

Planche 5-1 : Projection d'un réseau localisé sur l'ilot 01 parcelle 03 plaines Sétifiennes-secteur 12- W. Sétif.

Introduction générale

L'eau joue un rôle très important dans le secteur agricole, donc c'est un facteur limitant. Le déficit en eau, se répercute sur les cultures en provoquant un rendement faible. Notre pays souffre depuis quelques années d'un déficit hydrique très important et sans cesse croissant, avec l'augmentation de la demande en eau potable et industrielle et les ressources en eau qui diminuent avec la sécheresse accentuée.

Ainsi l'importante croissance économique et alimentaire imposé par la croissance démographique dans notre pays, nous militons à la recherche des stratégies permettant de trouver des solutions efficaces pour augmenter les rendements agricoles par une utilisation rationnelle des ressources en eau du pays, que ce soient qui coulent en surface ou celles renfermées dans les nappes souterraines.

Les aménagements hydro-agricoles peuvent être considérés comme des innovations transformatrices entraînant des degrés de changement plus profonds des systèmes de production agricole, tout en permettant de réaliser les transformations nécessaires pour irriguer la zone délimitée avec l'eau provenant du barrage de **Mahouane** .

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que les deux modes de distribution à la parcelle l'aspersion et ce qu'on appelle la micro irrigation s'avère impérative.

C'est suivant le cadre de cette politique que nous avons essayé d'orienter l'étude de ce périmètre dénommé **HAUTES PLAINES SETIFIENNE**

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la période de sécheresse qui s'est accentuée.

I. Introduction :

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître production. Pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour le couvert végétal. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation,... Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important donc de connaître chacune de ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production.

A cet effet, nous aborderons dans ce chapitre l'étude des paramètres intervenant dans le bilan hydrique afin de déterminer les besoins en eaux des cultures. Les données climatiques de la zone d'étude sont celle des observations effectuées sur les principales stations hydro pluviométriques de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH) et l'Office Nationale de la Météorologie (ONM).

I-1) Situation de la zone d'étude :

Le périmètre de Sétif se trouve à l'est de l'Algérie à 300 km environ à l'Est du capital Alger. Zone de haut plateau entre les 800 et 1000m de hauteur, la région est connue géographiquement comme les plaines Sétifiennes.

Notre zone d'étude est limitée :

- au nord par les villes de Khelil (N-O), Mahdia (N), Ain Arnet (N) et Sétif (N-E) et plus loin, par les montagnes de la petite kabylie.
- A l'Est limite par RN 75.
- au sud par les crêtes de montagnes de Hodna.
- à l'Ouest par la ligne imaginaire liant de Bir kasd ali et Ain tesra.

Les 28.228 hectares étudiés sont étendus entre les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj. Les limites de la zone d'étude se 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 Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)



Fig. I-1- Plan de situation (source ONID)

I-2) Géologie :

Les formations rencontrées dans la zone d'étude sont surtout des formations quaternaires (quaternaire ancien, moyen et récent), cependant en rencontre aussi quelques formations du mi- pliocènes.

a. Le plateau Sétifien : Le plateau Sétifien est un plateau élevé, limité au nord par la chaîne des Bibans, au sud par les montagnes du Hodna. L'altitude moyenne est comprise entre 900 et 1000 mètres, il représente un fond ancien d'un golf marin, autre fois profond, 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.

b. La chaîne des Bibans : Elle est constituée par une série continue de sédiments de Crétacé et de l'Eocène, plus tard fortement bouleversée par les mouvements tectoniques, cette série est très souvent située d'une façon discordante par rapport aux sédiments jeunes.

c. La chaîne de Boutaleb au sud : Elle constitue la limite sud du plateau Sétifien, c'est en réalité un grand anticlinal orienté Est-ouest, le noyau de cet anticlinal est constitué de sédiments basiques « ses mailles » sont formés d'une série complète de crétacé terminée par le Cénomaniens durant le sénonien, il y a transgression au Nord-Ouest. Le pied de l'anticlinal de Boutaleb est entouré par une zone de dépôts continentaux de l'Oligocène et de sédiments marins du Miocène inférieur.

d. La région d'étude : La région d'étude est limitée sur son pourtour par les affleurements des calcaires du crétacé et des calcaires à silex et marnes bitumineuses noires de l'éocène.

I-3) Géomorphologie :

Le relief de la région étudiée se caractérise surtout par les plaines, le bassin de Bou Sellam représente, généralement comme une entité agricole au relief légèrement ondulé et aux pentes douces, l'oued Guellal, coulant de l'Est et l'oued Tixer venant de la partie Ouest ainsi que l'oued F'taissa drainant la partie sud sont les cours d'eau principaux.

L'altitude de ces plaines est comprise entre 800 et 1300 mètres, légèrement inclinées vers le sud, la pente augmente progressivement du sud vers le nord, l'érosion est intense dans la partie nord de la zone les glacis sont le siège d'un écoulement en nappe au moment des fortes pluies.

A. QUATERNAIRE :

➤ Quaternaire ancien : le mouloyen ; Le cadre géomorphologique est les glacis et eseulement 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.

B. MIO-PLIOCEN :

Correspond essentiellement à sable, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats du Mio-pliocène continental. C'est une puissante accumulation de cailloutis et de limons rougeâtres argilo sableux ou marno-calcaires qui correspond à des épandages fluviaux dans un bassin dépend.

I-4) Drainage :

A. **Réseau hydrographique** : La région est caractérisée par un réseau hydrographique dense, plus important dans la région d'Ain Taghrout .Toute l'air forme part du bassin de drainage de l'oued Bou Sellam ,Parmi les principaux oueds on a :oued Bou Sellam,oued Guellal,oued Ben Diab ,oued F'Taissa,oued Tixer,oued Laouinet,oued Djouaher,oued Bir Kasd Ali,oued Sidi Bounab.

B. **Nappe phréatique** : D'autre part, la zone se caractérise par une nappe phréatique superficielle qui imbibe les formations quaternaires, cependant ces dernières années, suite à la sécheresse persistante à une exploitation continue, le niveau de la nappe à baissé considérablement .Cette nappe est surexploitée par pompage, les régions basses comme celle de la terrasse alluviale de Bou Sellam, de Ben Diab et de Guellal, doivent être drainés, la nappe est actuellement menacée par la pollution des rejets industriels de l'usine de production du lait(ONA LAIT)et les rejets urbains,qui en période d'hiver sont rejetés directement dans l'oued Bou Sellam après traitement partiel dans la station d'épuration de Sfiha. En période d'été, les eaux usées sont utilisées pour l'irrigation des zones situées en amont de cette station.

I-5) Climatologie :

La zone d'étude est caractérisée par un climat continental semi-aride avec un hiver froid, des gelées fréquentes et des chutes de neige, l'été au contraire est sec et chaud, avec parfois un vent sec et chaud (siroco).

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître production. Pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour le couvert végétal. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation,...Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux.

Il est important donc de connaître chacune de ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production

A cet effet, nous aborderons dans ce chapitre l'étude des paramètres intervenant dans le bilan hydrique afin de déterminer les besoins en eaux des cultures.

Les données climatiques de la zone d'étude sont celle des observations effectuées sur les principales stations hydro pluviométriques de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH) et l'Office Nationale de la Météorologie (ONM).

I-5-1) TEMPERATURE :

Tableau N°I.1 englobe les températures de l'air d'après les données de l'ONM s'étalant sur une période de 15 ans d'observation.

A Sétif l'hiver est trop froid notamment le mois de janvier une température minimale moyenne $-3,03^{\circ}\text{C}$ et le minimum observée est de $0,4^{\circ}\text{C}$, par contre l'été se caractérise par une température moyenne maximale pendant le mois de juillet qui avoisine les $37,7^{\circ}\text{C}$.

TABLEAU I-1 : données des températures recueillies dans la station de Sétif ($^{\circ}\text{C}$)

Source (ONM)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Tmin	0.4	1.1	3.2	5.5	9.2	13.5	16.9	16.7	13.9	9.1	4.5	1.3	7.9
Tmax	9.2	11.0	14.0	18.1	22.4	27.7	32.5	31.9	27.0	20.4	14.0	10.1	19.9
Tmoy	4.8	6.0	8.6	11.8	15.8	20.6	24.7	24.3	20.4	14.7	14.7	5.7	13.9

(Source ONM)

Avec Tmin : moyenne de tous les minimas observés pour chaque mois.

Tmax : moyenne de tous les maximas observés pour chaque mois.

Tmoy : moyenne mensuelle.

I-5-2) HUMIDITE RELATIVE :

L'humidité relative ou état hydrométrique (exprime en %) est le rapport de la tension de vapeur à la tension maximale, la moyenne mensuelle de l'humidité relative est de 70% à Sétif.

TABLEAU I-2 : les valeurs de l'humidité relative de l'air en %

mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
humidité	83	77	76	72	65	62	52	50	85	73	81	85

(Source ONM)

I-5-3) LES VENTS :

Le vent est des éléments les plus caractéristiques du climat. Au cours de l'année, les vents dominants sont de direction Nord-ouest à Nord-est. Les vents de direction Nord-est sont frais et chaud, et peuvent favoriser des maladies cryptogamiques, la moyenne annuelle de la force du vent est de 3,9m/s.

La fréquence de la direction du vent est présentée dans le tableau suivant

TABLEAU I-3 : Vitesse du vent mensuelle moyenne en (m/s)

mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Vent (m/s)	3.9	3.8	3.9	4.2	4.6	3.6	3.8	4.0	3.8	3.2	3.7	4.2

(Source ONM)

I-5-4) LE SIROCCO :

Le sirocco est fréquent dans la zone d'étude, 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-4 : Nombre de jours de sirocco durant l'année (Sétif)

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
JOURS	0	0	1	2	1	2	3	2	2	2	1	0

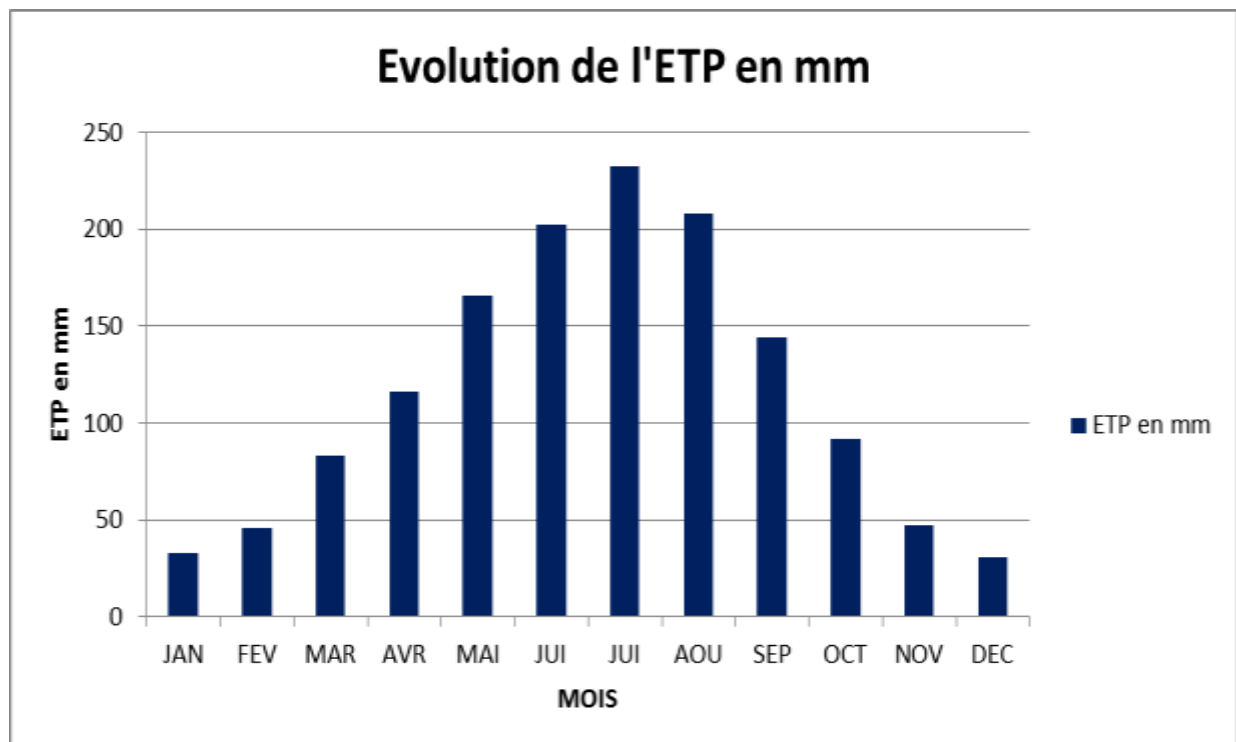
(Source ONM)

I-5-5) EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE :

L'évapotranspiration potentielle a été calculée d'après la formule de Penman modifiée pour la station de Sétif. Cette équation est basée sur la conservation de l'énergie en tenant compte de l'effet des quatre paramètres classiques : la température moyenne, l'ensoleillement, le vent et l'humidité relative.

TABLEAU I-5 : Evapotranspiration (ETP) mensuelle et annuelle calculée selon**Penman****Données des stations de Sétif.****(Source ONID)**

JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
32.5	45.7	83.1	116.4	165.5	202.4	232.5	208.1	144.3	91.4	47.5	30.8	1400.2

(Source ONID)**FIGURE I-2 : graphique de l'ETP Penman. Station de Sétif**

I-5-6) Insolation :

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau suivant

Tableau I-6 : Insolation mensuelles moyennes en heure

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
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 ONM)

I-5-7) GELEE :

Le risque de gelée se produit lorsque le minimum moyen de température se situe au-dessus de 10°C. Le phénomène est observé au mois de novembre pour atteindre le maximum pendant la période allant de décembre à février. Il disparaît en fin de mars.

La gelée blanche est un phénomène correspondant à un dépôt de cristaux de glace sur une surface refroidie par rayonnement nocturne. Dans les plaines Sétifiennes, ce phénomène est fréquent.

TABLEAU I-7 : Nombre moyen de jours de gelée blanche dans la station de Sétif

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Année
N.M.J.G	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 ONM)

I-5-8) 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 an. L'enneigement est important, Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les nappes, principalement, celle de la terrasse alluviale.

I-5-9) LES ORAGES :

En moyenne on observe 40 jours d'orages par an, durant la période 1981, 1993, on a démembré en moyenne 37 jours d'orage par an. Ces orages se produisent généralement d'avril à octobre.

I-5-10) LA GRELE :

La grêle un est phénomène qui se produit fréquemment d'avril à mai. On observe en moyenne quatre averses de grêle dans l'année.

I-5-11) LA PLUVIOMETRIE :

Le régime pluviométrie est irréguliers en quantité et en intensité, les vents froids d'hiver et de printemps provenant du nord et nord-ouest influent sur les périodes de pluviométrie et exercent une action sur la réserve hydrique du sol.

TABLEAU I-8 : Répartition moyenne mensuelle des pluies en mm**Station de Sétif****(Source ONM)**

S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	Total
27.4	29.7	26.2	39.4	33.2	35.7	43.8	44.3	45.6	21.8	8.40	9.9	365.50

I-5-12) INDICES CLIMATIQUES :

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dont le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels: pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux de E.MARTONE (1926), et E.EMBERGER.

a) Indice d'aridité de MARTON :

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

$$Ia = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots(I.1)$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : température moyenne annuelle en (°c).

Ia : indice climatique.

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

TABLEAU I-9 : 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

Pour :

$$P= 365.5 \text{ mm} \quad T= 13.9 \text{ } ^\circ\text{C} \quad I= 365.5/ (13.9+10)$$

Donc :

$$Ia= 15.29$$

b) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique

$$Q= \frac{1000 P}{\frac{M + m}{2}(M + m)} \dots\dots\dots(I.2)$$

OÙ

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle en mm.

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

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

Pour :

$$P= 365.5 \text{ mm} \quad M= 32.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad m= 0.4^\circ\text{C}$$

D'où :

$$M = 32.5 + 273 = 305.5 \text{ K}^\circ$$

$$m = 0.4 + 273 = 273.4 \text{ K}^\circ$$

$$Q = 39.33$$

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, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : Semi-aride
- Sous étage : Hiver frais

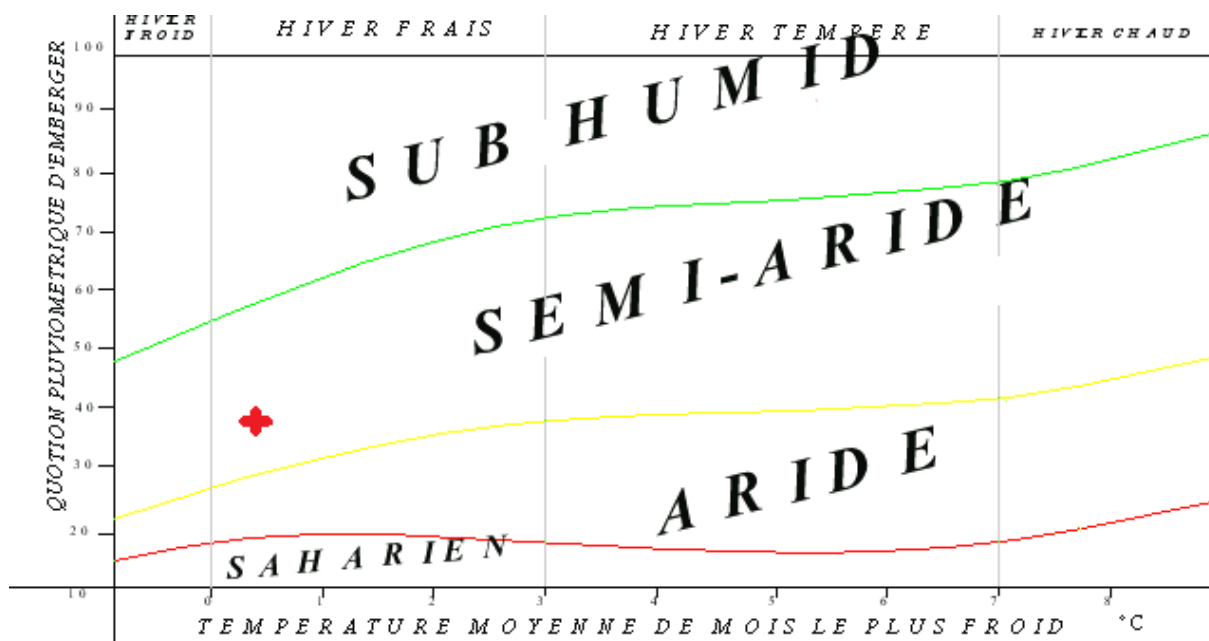


FIGURE I-3 : DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE D'EMBERGER

c) Climogramme pluviométrique de GAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mise au point par F.BAGNOULS et H.GAUSSSEN. Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie sur un même graphique.

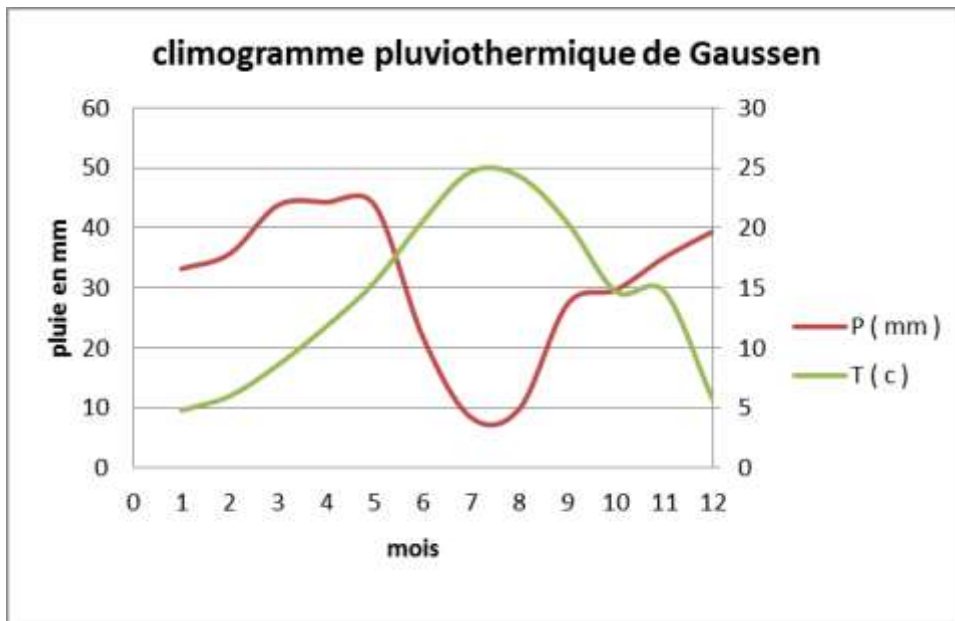


Figure I.4 : Climogramme pluviométrique de Gausson

Description du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison.

La saison humide est de 5 mois allant du mois de Novembre jusqu'au mois de Mai.

La saison sèche est plus marquée, s'étale sur 5 mois, allant du mois de Juin à Octobre.

I.6) réseau hydrographique :

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued.

Les principaux oueds qui traversent la région étudiée et par zones sont les suivants :

1- Zone de Mezloug :

- Oued Bou Sellam

2- Zone intermédiaire :

- Oued Bou Sellam
- Oued Tixter

3- Zone d'Ain Taghrout:

- Oued Ain Tarhrout

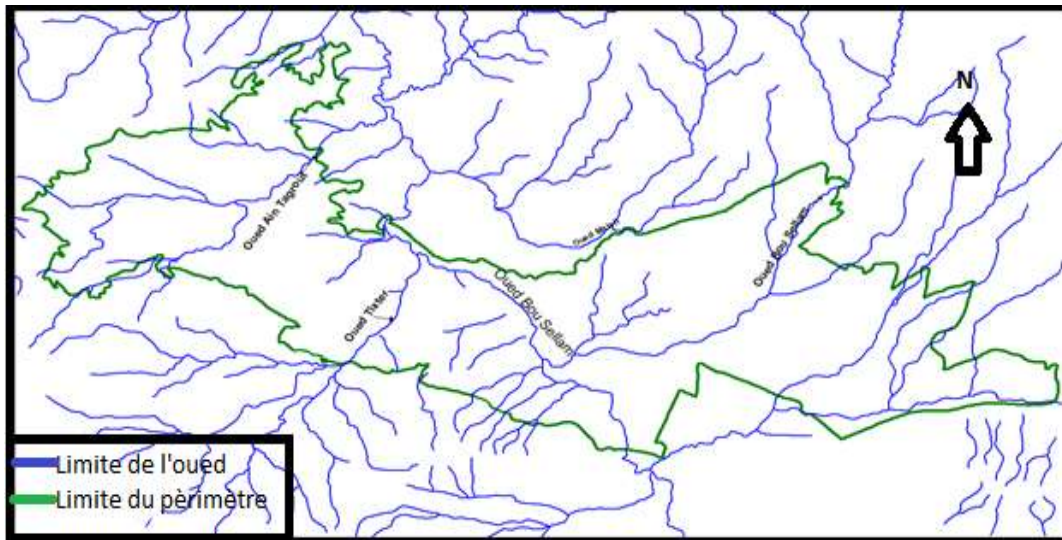


Figure I.5 : chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (source ONID)

Echelle :1/500000

I.7) Etude socio-économique :

La population de la wilaya de Sétif est estimée en 2004 à 1 494 449 Hab, et en 2008 à 1 496 million. Elle est répartie sur 60 communes avec des densités de population très variables. Cette densité présente une forte étendue. Les valeurs extrêmes peuvent aller jusqu'à 2 140 hab / km².

La densité moyenne pour la wilaya est de 228 hab. / km². En ce qui concerne les communes concernées par le projet on peut relever les caractéristiques suivantes :

La commune de Mezlug a une population de 15 360 habitants avec une densité de 113 hab./ km²

La commune de Guellal a une population de 22 321 habitants avec une densité de 178 hab. / km²

La commune de Guedjel a une population de 32 329 habitants avec une densité de 140 hab. / km²

CONCLUSION

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

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat semi-aride avec un régime pluviométrique variable en volume et répartition dans le temps. L'année est caractérisée par des hivers pluvieux, des printemps humides et des étés secs. Aussi le phénomène de geler est fréquent, les chutes de neige sont importants surtout en hiver.

L'examen des températures moyennes permet de conclure que le climat de la région à un caractère de continentalité avec un écart de température de 21 à 22°C entre l'été (Août) et l'hiver (Janvier).

L'humidité relative de l'air est modérée pendant toute l'année avec des valeurs d'environ 70%.

La vitesse moyenne annuelle du vent oscille autour de 3.9m/s.

II-INTRODUCTION :

L'étude des ressources en sol a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation, ou de localiser les zones aptes à la mise en valeur en irrigation, ainsi les caractéristiques hydrodynamiques de ces sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosage et l'emplacement des réseaux d'irrigation et de drainage.

II-1) LES DIFFERENTES CLASSES DES SOLS :

L'étude pédologique de la zone d'étude et l'établissement de la carte des sols permettent de distinguer quatre classes de sol

- Sols peu évolués
- Sols calcimagnésiques
- Sols halomorphes
- Sol hydromorphe

Les sols calcimagnésiques occupent la plus grande superficie du sol naturel, car on se retrouve dans la voie calcimorphe. Ces sols occupent une superficie de 21.657,79 ha ce qui représente 87% environ de la superficie du sol naturel (26.487,16 ha).

En second lieu, et à plus bas degré de représentation que les sols de la classe des sols calcimagnésiques, sont remarquables les sols de la classe des sols peu évolués. Ces sols se 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 a été effectuée selon :

- Leur aptitude aux cultures en irrigué
- Les problèmes qui posent en valeur
- La nature des travaux et l'aménagement indispensable ou recommandés.

D'après l'importance des aptitudes culturales des sols à l'irrigation, les sols de la zone étudiée ont été repartis en cinq catégories de zones homogènes. Dans le tableau N°II.1, sont détaillées les superficies occupées par chacune de ces catégories dans la superficie d'étude.

TABLEAU II-1 : Zones homogènes de mise en valeur et leur superficie occupé

Zone homogène	Superficie (ha)	Superficie (%)
I	960.59	3.40
II	10 059.69	35.64
III	10 093.28	35.76
IV	5 373.60	19.04
V	1 .36741	6.16
Total	28 228.52	100.00

source ONID

Pour chacune on a proposé une priorité de mise en valeur, compte tenu des aptitudes culturales des sols aux cultures irriguées, des problèmes de mise en valeur et des travaux complémentaires d'aménagements.

▪ **Catégorie I :**

Zone à irriguer en priorité. Ce sont des sols dont la profondeur est supérieure à 80cm, à structure généralement favorable, qui ne se pose pas des problèmes de mise en valeur, leurs aptitudes en irrigation sont bonnes pour les cultures industrielles, céréalières et fourragères, bonnes pour les cultures maraîchères et les cultures arbustives.

Superficie 960.59.

▪ **Catégorie II :**

Cette zone occupe une superficie de 10.059 ha. Ce sont des sols moyennement profonds, mais qui demandent des travaux tels que les labours profonds ou sous-solage avant toute irrigation. Structure généralement favorable, leurs aptitudes culturales sont généralement bonnes à moyennes pour les cultures industrielles et maraîchères et moyennes pour les cultures céréalières et fourragères. Quelques unités conviennent moyennement aux cultures arboricoles. Les travaux d'aménagements se rapportent aux amendements organiques et minéraux, à un labour profond et à la lutte contre les inondations pluviales.

▪ **Catégorie III :**

Ce sont des sols moyennement profonds à profonds mais qui doivent être aménagés avant toute mise en valeur : labours profonds ou sous-solage apport d'aménagements organiques, Assainissement de surface et lutte contre les inondations sont indispensables. Ces sols généralement reposant sur une croûte ou encroûtement, calcaire et parfois un niveau marneux

entre 50 à 80 cm de profondeur. Leurs aptitudes culturales sont généralement bonnes à moyennes pour les cultures industrielles et moyennes pour les cultures maraîchères, pour les cultures céréalières et fourragères dans la majorité des cas, ils sont généralement inaptes pour les cultures arboricoles. Superficie 10 093.28 ha.

- **Catégorie IV :**

Il s'agit d'une zone non irrigable, caractérisé par la présence d'une croûte ou encroûtement calcaire, ou un niveau marneux toujours à très faible profondeur (0-30cm). Aussi les sols halomorphes (salure élevée) et sols hydro morphes à Gley profond et caractère halomorphe.

Leur mise en valeur ne peut se faire que pour les cultures en sec. Ils sont, généralement inaptes pour les cultures arboricoles. Superficie 5 373.28 ha.

- **Catégorie V:**

Il s'agit des zones exclues : agglomération, infrastructures, topographie accidentée, lit d'oued. Superficie 1 741.36 ha.

II.2) Géologie:

Le projet d'irrigation des plaines Sétifiennes projeté au passage de la culture en sec a la culture irriguée dans un milieu relativement sec (climat semi-aride) en utilisant les ressources disponibles. Ceci nécessite au préalable une étude des sols d'une façon approfondie et une meilleure approche dans la caractérisation de ces sols pour un aménagement rentable. Dans ces conditions, il serait possible d'avoir une meilleure conservation des sols et en même temps d'augmenter la production agricole pour subvenir aux besoins de la population.

Le périmètre d'étude est divisé en 13 secteurs, dans cette étude agro-pédologique et dans les chapitres suivant on fera l'étude sur le secteur 12 situé à Ain Taghrout.

Pour comprendre non seulement la genèse mais la constitution et les propriétés actuelles des sols, il convient de situer quelles sont les conditions du milieu dans lequel ces sols sont développés.

Les plaines Sétifiennes sont principalement des formations quaternaires, et quelques formations calcaires.

Cependant on rencontre aussi des formations du mio-pliocène à l'Ouest de la zone d'étude.

II.2.1) les formations mio-pliocènes :

Mio-pliocène continental : sables, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats.

C'est une puissante accumulation de cailloutis de limons rougeâtres argilo-sableux ou marno-calcaires qui correspond a des épandages fluviaux dans un bassin dépendant de la dépression Sétifienne.

La zone d'étude présente une répartition des sols assez complexe, surtout pour les sols calcimagnésiques. C'est pour cela que dans une première étape, les grandes unités pédologiques ont été déterminées.

La classification des sols utilisée est celle de la CPCS, 1967, conjointement avec celle de Ruellan, 1975, sur les sols méditerranéens calcaires.

Les critères de classification utilisés sont surtout la profondeur, la teneur en calcaire total et actif (forme d'accumulation de calcaire), hydromorphie, halomorphie

II.3) Caractéristiques physico-chimique et biologiques communes aux sols :

II.3.1) Caractéristiques physiques :

II.3.1.1) La couleur :

La zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique semi-aride. Dans ces milieux, la couleur des sols est en relation étroite avec le type de climat. La plupart des horizons des sols ont des couleurs claires (>3.5/3.5), ce qui est le cas des sols calcimagnésiques qui représentent plus que la moitié de la superficie.

La brunification des sols (valeur = 7.5 YR) existe dans la zone d'étude : elle est l'expression de certains aspects du régime hydrique des sols. Ilya absence de drainage naturel et de lixiviation qui sont liées a l'aridification du climat et a une baisse de perméabilité. L'assombrissement des horizons varie entre 3/3 et 5/6. Par contre en profondeur Ilya éclaircissement des couleurs qui s'accroît quand le calcaire augmente. Là ou l'horizon Bca (horizon d'accumulation de calcaire) prend de l'importance, l'éclaircissement est maximum (jaune a jaune brunâtre).

L'éclaircissement des horizons de la plupart des sols résulte d'une pratique ancienne qui s'est caractérisée par un défrichement intense et un pâturage de longue date qui a favorisé ce processus.

II.3.1.2) La structure :

La structure permet de préciser l'organisation des divers types de sols et les limites de 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 propriétés comme la perméabilité, la porosité et la cohésion sont étroitement liées à la structure.

Lors de la prospection pédologique, les horizons décrits ont généralement des structures fragiles, polyédrique moyenne à fine, friable à tendance particulière. Elle devient massive à sous structure polyédrique et prismatico-lamellaire avec des niveaux de compaction assez élevés.

Ces structures défavorables apparaissent à des niveaux peu profonds dans la plupart des sols.

Quand l'horizon présente une structure favorable, de type polyédrique avec des agrégats assez stable, c'est les formations calcaires qui apparaissent à un niveau peu profond et forme un écran plus ou moins imperméable à toute infiltration des eaux, surtout dans les sols à dalle et croute calcaire.

II.3.1.3) La texture :

La texture du sol permet de préciser les proportions relatives de diverses tailles des particules d'un sol donné. Il 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.

Les analyses granulométriques ont montrées que les sols possèdent des textures fines à très fines en surface et en profondeur, pour atteindre des taux élevés (>40%).c'est dans les sols peu évolués que le taux d'argile le plus élevé a été obtenu. Cependant, un nombre significatif d'échantillons possède des textures équilibrées.

Dans les sols à texture fine à très fine, la perméabilité est relativement élevée.

II.3.1.4) La perméabilité et l'indice de stabilité (Is) :

- **la perméabilité :**

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques du sol tels que la porosité, le plombage de la surface, la compacité du sol, la distribution de la taille des pores et la tortuosité (géométrie des pores).

Les analyses au laboratoire des échantillons prélevés ont montrées que les sols ont une bonne perméabilité en surface et en profondeur malgré la présence de structures défavorables. Les

valeurs obtenues sont comprises généralement entre 5.5 et 15.9 cm/h dans les horizons de surface ce qui correspond à des niveaux perméables à très perméables. En profondeur, à peu près les mêmes valeurs sont obtenues. Certains sols ont des valeurs correspondantes plutôt à des niveaux assez perméables.

- **L'indice de stabilité (Is) :**

La stabilité structurale exprime la résistance des agrégats ou du milieu, en général à toute action visant à modifier la forme, la dimension ou la destruction des agrégats. L'agent principal de ces changements structuraux est l'eau.

D'après le diagramme de l'indice de stabilité structural, on constate que les horizons de surface ont une stabilité structurale surtout moyenne, la tendance vers la stabilité structurale bonne est obtenue dans les sols bruns non lessivés qui contiennent un taux de matière organique assez élevé en surface, alors qu'en profondeur, les horizons ont plutôt une bonne stabilité, cependant un grand nombre d'échantillons possède une stabilité moyenne.

II.3.1.5) Point de flétrissement et capacité de rétention :

- **point de flétrissement :**

Le point de flétrissement est la quantité d'eau qui correspond à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbée par les racines. Dans ces conditions, les forces de succion de la plante égalent la force de rétention capillaire.

Il n'y aura plus d'eau disponible pour la plante, donc la plante va commencer à se faner. Le maintien prolongé de la plante à ce point de flétrissement provoque des accidents importants de la végétation.

Les valeurs trouvées du point de flétrissement pour les différents types de sols sont les suivants :

- 13 à 26 % pour les sols peu évolués
- 13.5 à 20 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés
- 14 à 23 % pour les sols calcimagnésiques différenciés (à dalle, encroutement et croûte calcaires)
- 12 à 21 % dans les horizons de surface et 13 à 17 % dans les horizons profonds pour les sols bruns non lessivés.

- **Capacité de rétention :**

La caractéristique du sol de pouvoir retenir l'eau constitue sa capacité de rétention, elle est exprimée en % de la terre sèche. Celle-ci varie suivant les sols en sens inverse de la grosseur des constituants granulaire, c'est-à-dire :

- pF3 : correspond à la capacité de rétention des sols à texture fine.
- pF2.5 : correspond à la capacité de rétention des sols à texture légère et sols sableux.

Les résultats analytiques de la capacité de rétention, a pF3 car la majorité des sols ont des textures fines donnent les valeurs suivantes :

- 17 à 30 % pour les sols peu évolués
- 15 à 24 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés
- 13 à 18 % pour les sols calcimagnésiques différenciés
- 17 à 23 % dans les horizons de surface et 19 à 27 % dans les horizons profonds pour les sols à texture légère

II.3.2) Caractéristiques chimiques :

II.3.2.1) Le calcaire :

Le calcaire actif joue le rôle de frein à l'égard des processus d'altération, peu de fer étant libéré. L'humification est ralentie par l'action du carbonate de calcium qui stabilise les composés humiques sous une forme peu évoluées et les protègent contre la biodégradation.

D'autre part, il intervient aussi d'une façon directe sur la vitesse d'infiltration de l'eau et sur les processus d'évaporation.

Toutes les classes de sols rencontrés sont calcaires avec le plus souvent des taux importants de calcaire total qui constituent une réserve et de calcaire actif dont le taux important provoquera des phénomènes de chlorose et de blocage des éléments nutritifs notamment le phosphore. Cependant, la sensibilité à la chlorose ne dépend pas seulement de la teneur en calcaire actif mais aussi de la structure et de l'aération.

Les résultats analytiques ont donné des taux de calcaire total supérieur à 15 % :

Dans les horizons de surface, on enregistre des valeurs oscillant entre 20-30 % et qui augmente en profondeur pour atteindre des valeurs supérieures à 25 %. Dans les horizons

d'accumulation de calcaire, le taux obtenu se situe entre 4-6 % de calcaire total. Dans les sols peu évolués, les teneurs sont relativement faibles.

II.3.2.2) PH et complexe absorbant :

- **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 entre 7.5 et 8, ce qui correspond à des horizons faiblement à moyennement alcalin. Alors qu'en profondeur, les valeurs les plus fréquentes reviennent entre 7.8 et 8.20. En définitive, on enregistre, à peu près les mêmes valeurs en surface et en profondeur. Ceci revient à la présence de calcaire total et actif en quantité importante dans les sols. Cette alcalinité provient surtout de l'aridification du climat ; l'absence de lessivage et une pluviométrie peu abondante.

- **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 les valeurs assez intéressantes, entre 16 et 32 meq/100g, ce qui correspond à des sols moyennement riches en éléments nutritifs. Dans les horizons de surface, elle reste supérieure à 18 meq/100g. Cependant, les valeurs les plus fréquentes obtenues se situent entre 16 et 25 meq/100g.

- **le calcium** : les résultats analytiques du calcium (Ca^{++}) obtenus se situent entre 16 et 28 meq/100g. ces valeurs correspondent à des sols saturés en calcium. Cependant, les valeurs supérieures à 30 meq/100g sont enregistrées dans certains sols peu évolués et calcimagnésiques, il y a une saturation en ion calcium. L'analyse de l'élément calcium se trouve en quantité le plus souvent supérieure ou égale à celle de la capacité d'échange cationique. Toute interprétation dans ce domaine est à prendre avec précaution.
- **Le magnésium** : la présence du magnésium sur le complexe absorbant en quantité élevée est responsable de l'alcalinisation des sols dans les plaines sétifiennes qui augmente le PH. Les résultats analytiques révèlent des quantités inférieures à 2.5 meq/100g, le plus souvent inférieure à 2 meq/100g. dans les sols peu évolués, on enregistre des valeurs comprises entre 5.7 et 13 meq/100g,

.Le magnésium étant retenu moins facilement par le pouvoir absorbant et il est plus rapidement lessivé.

II.3.2.3) La salure :

Dans les régions semi arides, les sols calcaires sont également souvent salés. Les valeurs de la conductivité électrique (CEC) sont en général inférieures à 2 mmhos/cm. Cependant, un nombre significatif d'échantillons comme ceux des sols bruns méditerranéens, peu évolués enregistrent des valeurs de la CE entre 2 et 4 mmhos/cm, ce qui correspond a des sols sains a légèrement salins. Les sols dont la teneur est comprise entre 4 et 7 mmhos/cm appartiennent a la classe des sols hydro morphes, bruns méditerranéens et bruns calcaires.

La contamination des sols par des sels est due aux conditions climatiques, caractérisée par une évapotranspiration potentielle (ETP) élevée, des précipitations faibles et a la présence fréquente de dépôts géologiques salifères.

Dans les sols convenablement drainés, l'ion chlore est entraîné plus facilement par les eaux de pluie et d'irrigation.

II.4) Caractéristiques biologiques :

II.4.1) 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. Ces derniers influencent pour une large part les propriétés physiques (structure, porosité, teneur en eau ...), chimique (capacité d'échange, éléments nutritifs...) et biologiques (activité biologique) du sol.

A défaut d'analyses sur ces constituants physiques (teneur en acide fulvique, acide humique et humine etc..), les dosages de carbone et de l'azote permettent de dégager les premières indications : le rapport C/N traduit la capacité minéralisatrice plus cet indice est élevé, moins cette capacité est bonne.

Les résultats analytiques de la matière organique ont donnés des taux qui oscillent entre 1.03 et 3.2 % dans les horizons de surfaces, ce qui correspond à des niveaux pauvres a moyennement pourvus (d'après les normes INRA, France). Cependant, les sols bruns méditerranéens ont des horizons de surface bien pourvus en matière organique (T>3%). En profondeur, la teneur diminue mais reste supérieure a 1%. Il est à remarquer que certains sols comme les sols hydro morphes, peu évolués et bruns non lessivés donnent des valeurs des

horizons profonds supérieurs à celle de surfaces : dans ces milieux, il y a une incorporation profonde de la matière organique.

La matière organique souhaitable devra correspondre 10 à 15% du taux d'argile. Cette mesure est surtout valable pour les horizons de surface.

Matière organique souhaitable = f (texture du sol)

Tableau II.2 : pourcentage de matière organique souhaitable (source ONID)

En sec	% de MO souhaitable
Taux d'argile < 1%	1.5-2
10 < Taux d'argile < 30%	2-2.5
Taux d'argile > 30%	2.5-4

En comparant les valeurs données par les résultats analytiques avec ceux du tableau ci-dessus, il faut lors de l'introduction de l'irrigation, des apports massifs de matière organique pour un meilleur emmagasinement de l'eau et permettre de compenser la forte minéralisation due au climat. Entre autre, elle permet d'améliorer les propriétés physiques des sols et enclenche de ce fait le processus de lutte contre l'érosion hydrique.

II.4.2) Le rapport C/N :

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

D'une manière générale, les valeurs de C/N sont comprises entre 8 et 1 dans les horizons de surface et de profondeur. Ces données traduisent un niveau normal (humus stable). Cependant, parmi les sols bruns calcaires à encroutement, croute et dalle calcaire et les sols peu évolués, on relève un rapport C/N < 7 dans l'horizon de surface donnant lieu à un niveau de fertilité faible.

II.4.3) Eléments fertilisants :

- **L'azote** : il représente la réserve totale en azote du sol qui par les processus de minéralisation est mis à la disposition des plantes. En milieu alcalin, riche en calcium, la nitrification l'emporte : c'est donc l'azote nitrique qui est à la base de la nutrition azotée.

Toutes les valeurs obtenues par les résultats analytiques sont comprises entre 0.05 et 0.15%, ce qui correspond à un niveau faible à moyen. Certains sols peu évolués donnent des valeurs intéressantes supérieures à 0.15% pouvant atteindre 0.4%.

Le niveau faible à moyen obtenu dans la plupart des sols nécessite des apports, des amendements organiques et engrais azotées à haute dose (thème qu'on abordera dans le chapitre mise en valeur).

- **Le phosphore :** le phosphore assimilable existe sous forme organique (en petite partie) et sous forme minérale (grande partie). La partie qui se retrouve combiné a la matière organique se minéralise de la même façon que celle de l'azote c'est-à-dire par les processus microbiens. Le phosphore minéral se trouve sous forme d'ions PO_4H_2 (monovalent) et divalent (HPO_4).

Les quantités de phosphore total fournies par les résultats analytiques sont comprises entre 1.3 et 6% pour tous les sols alors que le phosphore assimilable se trouve en proportion variable, fonction du type de sol. En général, sa valeur se situe entre 25 et 95 ppm qui correspondent à un niveau très pauvre (d'après les normes INRA France). Cependant, un nombre significatif de profils des sols calcimagnésiques et peu évolués présentent des valeurs comprises entre 128-500 ppm, ce qui donne un niveau moyennement riche à riche. C'est dans les horizons de surface qu'obtiennent les valeurs maximums de phosphore assimilable.

- **La potasse :** le potassium a un rôle déterminant sur l'équilibre et la santé des plantes ; il augmente la résistance contre les maladies cryptogamiques et la gelée. Donc, c'est un élément important du point de vue quantitatif et qualitatif. Son absorption dépend de plusieurs facteurs : d'abord de sa concentration dans la solution du sol et des équilibres qui s'établissent avec les cations comme K/Mg qui peuvent déclencher de véritables antagonismes entre le potassium et le calcaire ou le magnésium. Elle dépend aussi de la nature minéralogique des argiles.

Le taux souhaitable du potassium assimilable dans un sol est sous la dépendance de la nature d'argile et la capacité d'échange totale. La quantité de potassium assimilable par les plantes de la solution est renouvelée par la libération du potassium (K) non échangeable présente dans le sol. Cette libération devient lente a pH supérieur a 7, c'est le cas des sols calcaires ou le renouvellement du K dans la solution du sol est très lente, surtout quand le drainage et l'aération du sol sont déficients.

Les valeurs du potassium assimilable se situent entre 12 et 60 mg/100g dans les horizons de surface et qui diminue avec la profondeur pour atteindre des valeurs comprises entre 11 et 30 mg/100g. La valeur du potassium échangeable est inférieure à 2 meq/100g, le plus souvent comprise entre 0,7 et 1,7 meq/100g dans les horizons de surface et 0,20 et 0,90 meq/100g en profondeur. En général, le sol est moyennement riche à riche en potassium échangeable.

II.5) Etude foncière :

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre du projet nous a permis d'établir la structure foncière de la zone d'étude. Le tableau ci-dessous représente la distribution du foncier à la zone d'étude par le secteur public et privé.

Tableau II.3) : distribution du foncier à la zone d'étude par classes selon le numéro de parcelles et la superficie en hectares et pourcentage source(ONID).

Classes	Nombre de parcelles	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	61	12.052 ,07	42,69
EAI	99	939,25	3,33
Privée	2.474	9.985,13	35,37
Publique	252	3.596,19	12,74
Inconnu	222	1.655,88	5,87
Total	3.657	28.228,52	100

Les parcelles classées comme «inconnues» sont celles où on n'a pas trouvé le propriétaire sur terrain et il n'y a pas d'information disponible au niveau du cadastre.

Sur la taille des parcelles on a constaté que les parcelles les plus grandes se trouvent entre les EAC (19,79 ha/parcelle en moyenne) et les plus petites entre les privées (4,04 ha/parcelle). Les exploitations publiques ont une superficie moyenne de 14,27 ha/parcelle. Les EAI ont une superficie moyenne de 9,49 ha/parcelle.

Par unités foncières, les EAC sont composées en moyenne par 2 parcelles et la même chose pour les propriétaires privées. La différence se trouve en la superficie des parcelles.

Les EAI sont composées par 1,5 parcelle en moyenne. Les terrains publics se composent de 7 parcelles.

II.6) les aptitudes culturales associées :

les propriétés :

— Sont des sols profonds à dominance limoneux-argileuse, perméable bien aérés.

Aptitudes :

- Les cultures maraichères : pomme de terre, carotte, ail, tomate, oignon, haricot, chou
Concombre, petits pois.
- Les cultures céréalières : Blé, Orge.
- Les cultures fourragères : Avoine
- L'arboriculture fruitière : Pêcher, Pommier, Olivier

Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait l'analyse agro pédologique de notre secteur d'étude.

L'analyse approfondie des sols et l'analyse physico-chimique montrent que les sols calcimagnésiques sont les plus répondus dans le secteur.

Les sols les plus représentatifs, sont les sols bruns calcaires différenciés surtout a encroutement calcaire et dalle calcaire qui correspondent a des horizons d'accumulation de calcaire, la plus part des sols présentent les caractéristiques suivantes :

- Texture limono-argileuse
- Stabilité structurale moyenne
- Une moyenne capacité de rétention.

INTRODUCTION :

Avant d'entamer une étude hydro-agricole, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

III-1) ALIMENTATION EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE :**III.1.1) RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES :**

Les ressources en eau profonde sont réelles, plus importantes à la région de Mezloug. Le Hammam d'Ouled Yelles dans le lit de Bou Sellam possède un débit irrégulier et ses températures varient de 41° à 49°c. Il s'agit d'une eau chlore-sulfate sodique et calcique. Il est probablement en relation avec la flexuration tardive du flanc nord des djebels Z'dimm et Youssef.

Le volume des ressources en eau souterraine n'est pas suffisant pour des objets d'irrigation importants d'où la nécessité du transfert d'eau à partir du barrage de Ighil Emda sur le barrage de Mahouane. L'eau souterraine est extraite des nombreux puits creusés.

Il est à signaler que le nombre de puits creusés et fourrages à augmenter d'une manière importante suite à la sécheresse qu'a enregistrée la région d'étude. Les collectivités de Sétif (Mezloug et Guellal) sont alimentées en eau provenant de la nappe souterraine soit par des tuyaux tubés, soit par des galeries d'infiltration. D'après les études faites dans la région.

Les eaux souterraines se trouvent dans les alluvions peu épaisses et faiblement consolidées et dans les dépôts lacustres allant du pliocène à l'ère actuelle. Les puits creusés dans les plaines Sétifiennes pénètrent dans des profondeurs inférieures à 100 mètres. Cependant, quelques fourrages ont dépassés cette profondeur dans les formations plus anciennes (170 m à 200m). Leur rendement est relativement élevé.

III.1.2) RESSOURCES EN EAU SUPERFICIELLES :

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, le barrage de Mahouane est la seule source d'eau pour le périmètre des plaines Sétifiennes. Il est situé à 14km 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 121h m³ par an, avec un apport testimonial du bassin versant du propre barrage de Mahouane estimé en 2.6hm³ environ par an.

Des 121hm³ annuels nommés dans le tableau ci-dessus, dont 88.9hm³ approximativement seront destinés à l'irrigation du périmètre et les 83 hm³ restant seront destinés à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Sétif.

III-2) CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BARRAGE :

Le barrage de Mahouane est un barrage de type digue en enrochement avec noyau étanche en argile avec une cote de crête de 1 149 m NGA. Le réservoir à une capacité utile d'exploitation de 147.4hm³ une cote minimale d'exploitation de 1083 m, cette cote a été établie pour garantir l'alimentation de la ville de Sétif pendant un temps minimum de 6 mois.

TABLEAU III-1 : Fiche synoptique de barrage de Mahouane

RESERVOIR		
Volume de tranché	Hm ³	0.5
Capacité utile d'exploitation	Hm ³	147.4
Cote du fond de la vallée au droit du barrage	NGA	1073
Cote minimale d'exploitation	NGA	1083
Cote de la limite d'utilisation (UT)	NGA	1088.6
Superficie du plan d'eau à LU	HA	39
Cote de la retenue normale	NGA	1146.30
Superficie du plan d'eau à RN	HA	534
Cote des plus hautes eaux (PHE)	NGA	1146.7
Superficie du plan d'eau à PHE	HA	538
Capacité totale	HM ³	147.9

III-3) Eau d'irrigation :

La qualité chimique de l'eau du barrage d'Ighil Emda a été étudiée sur des échantillons 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 Alcaline soit (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 mmhos/cm et celui du rapport d'absorption de Sodium (SAR).

D'après les valeurs moyennes de la CE et SAR des résultats d'analyse d'eau, l'eau d'Eghil Emda est classée en C3S1 ; 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 moyenne , 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 reconnue comme très sévères, car plusieurs essais ont montre l'utilisation des eaux salées qualifiées de dangereuses, tout en obtenant des résultats satisfaisants.

Toute fois une attention particulière sera accorde au traitement des eaux industrielles afin de préserver une meilleure qualité de l'eau de contamination.

III.3.1) classification des eaux pour l'irrigation :

L'eau d'irrigation qu'elle provienne de rivières ou qu'elle soit pompée dans les nappes, n'est jamais pure : elle contient des sels dissous qui suivant leur concentration, peuvent affecter le sol et les cultures. Il importe alors d'adapter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différents suivant la nature des sels en cause.

La classification des eaux d'irrigation est basée sur deux paramètres :

- La Conductivité électrique CE.
- le rapport d'absorption du Sodium SAR.

A. Classification mondiale (FAO) :

La classification donnée en fonction de la concentration des sels :

- | | |
|-----------|-------------------------|
| • 1g/l | bonne pour l'irrigation |
| • 1-3g/l | faiblement salée |
| • 3-5g/l | moyennement salée |
| • 5-10g/l | fortement salée |
| • >10g/l | extrêmement salée |

B. Classification américaine :

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE à 25°C et le S.A.R)

III.3.2) La Conductivité électrique (CE) :

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

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

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

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible (salinité)
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

III.3.3) Composition chimique de l'eau d'irrigation :

D'après les analyses faites au laboratoire de l'ANRH, la composition chimique moyenne de l'eau est donnée dans le tableau suivant :

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

Elément	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	NO3 mgN/l	SO4 mg/l	CE Mmhos/cm	Alcalinité totale mg/CaCO3	PH
Barrage	70	26	17	0.3	167	0.760	130	7.9

- **Le coefficient d'absorption du sodium (S.A.R) :**

La S.A.R est calculé par la formule suivante :

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

Avec : Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} en meq/l

- S1 : S.A.R < 10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, elle 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 : $10 < \text{S.A.R} < 18$

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 : $18 < \text{S.A.R} < 26$

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 matière 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.

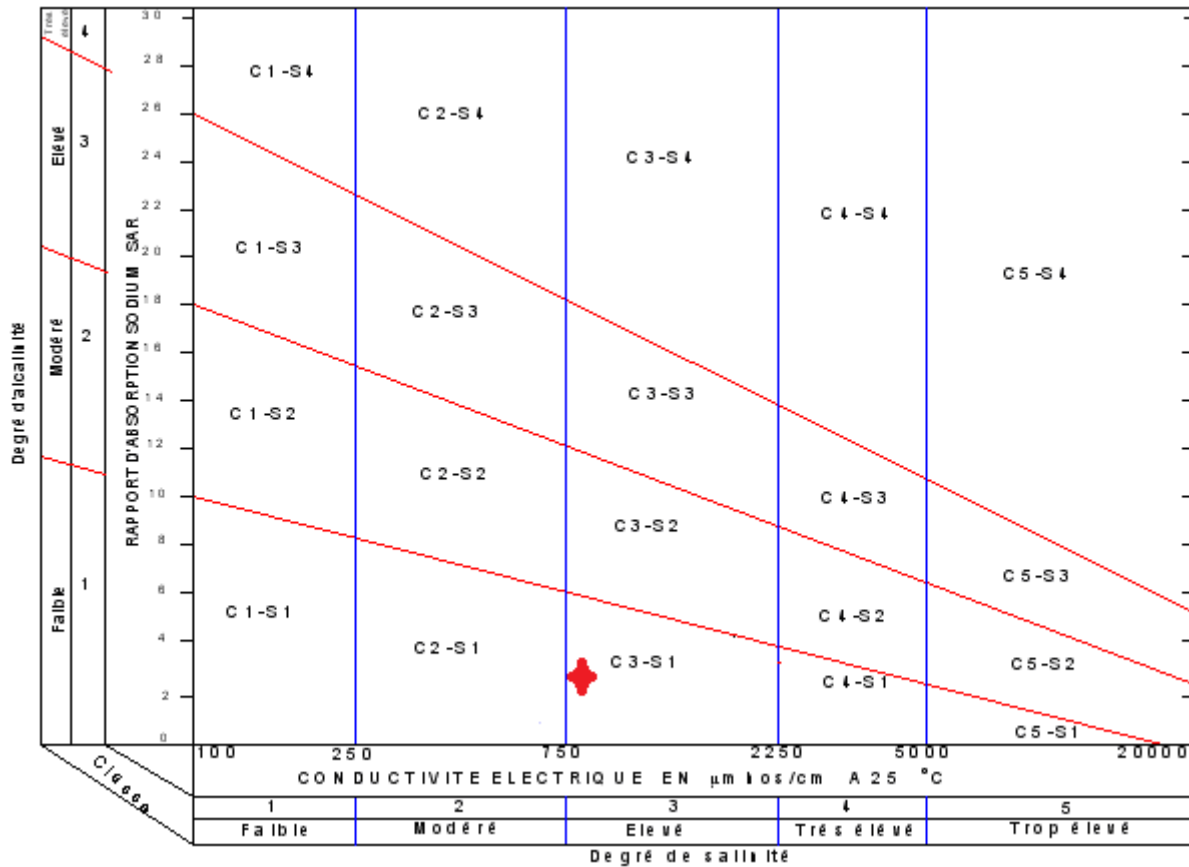
- S4 : $\text{S.A.R} > 26$

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

Le calcul du S.A.R donne le résultat suivant :

$$\text{S.A.R} = \frac{17}{\sqrt{\frac{70+26}{2}}} = 2.45$$

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



D'après les valeurs moyennes de la CE et du S.A.R des résultats d'analyse, l'eau du barrage de Mehouane est classée en **C3 S1**.

CONCLUSION :

En tenant compte de la conductivité de l'eau du barrage servant à l'irrigation du périmètre et qui est de 0.76 mmhos/cm, et du coefficient d'adsorption du sodium, l'eau appartient à la classe C3S1.

Les eaux du barrage de Mehouane ont un pH normal compatible pour l'irrigation, l'eau contenant une faible quantité de sodium, alcalinité moyenne et une salinité modérée, elle peut être utilisée pour l'irrigation.

L'irrigation du périmètre à partir du barrage de Mehouane est donc sans contraintes.

INTRODUCTION

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet tels que

- Etude fréquentielle des pluies et détermination de l'année de calcul.
- Etude d'homogénéité de la série pluviométrique.

IV-1- Etude fréquentielle des pluies et détermination de l'année de calcul

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station de FERMATO codée(150610) par l'ANRH qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude :

Tableau IV.1: Caractéristiques de la station pluviométrique

Station Pluviométrique	Code de la station	Coordonnée (Km)			Période d'observation.	Durée d'observation
		X	Y	Altitude (Z)		
FERMATO	150610	742	328.6	1030	1969-2010	41 ans

La série des précipitations moyennes mensuelles (1969-2010) de la station pluviométrique de FERMATO est donnée dans le tableau suivant **Source** : (ANRH d'Alger) :

Tableau IV.2: Série des pluies moyennes mensuelles observées à la zone d'étude

Année/mois	sept	Oct	nov	déc	Jan	fév	mars	avr	mai	juin	juillet	aout	Total
1969-1970	61,9	170,4	20,3	90,5	41,2	18	65,8	25,6	29,6	5,4	5	0	533,7
1970-1971	2,8	19	0	21,7	86,1	19,5	65,8	29,1	37,5	8,5	13,5	2	305,5
1971-1972	20,6	18,4	45,4	25,8	133,2	15,5	32,8	65,9	42	26,5	2	1	429,1
1972-1973	41,1	32,8	12,6	66,8	49,9	34,8	93,9	22,4	2	50	0	4,5	410,8
1973-1974	34	17,6	3,1	20	2	47,1	52,6	24,5	26	14,4	3,2	0	244,5
1974-1975	9,1	52,4	20	9	12	62,9	37	22,5	36,7	6,2	10	25	302,8
1975-1976	29,4	2	47,7	46,2	10	69,3	56,7	79,7	91,3	15	16,8	28,2	492,3
1976-1977	31	45	43,8	44,4	26,2	8,4	5,7	16,2	3,4	17,8	0	3	244,9
1977-1978	0	11,5	17	10	1	5	19,5	29,7	36,5	5	0	1	136,2
1978-1979	0	17,2	6,9	1,4	24,4	23,4	42,2	77,1	8,9	22,7	3	1,4	228,6
1979-1980	23,2	0	40,7	79,3	15,6	40,6	162,5	17,1	20,8	0	0	0	399,8
1980-1981	10,9	15,2	24,5	97,9	23,5	22	45,1	27,7	16,1	25,6	0	26,7	335,2
1981-1982	30,8	23,3	10,4	63,5	96	54,3	57,9	80,9	68,9	30,7	0	13,8	530,5
1982-1983	62,2	53,1	59,9	51	5,5	9,9	14,4	26,4	19	6,4	11,9	25	344,7
1983-1984	0,3	25,3	13,7	29,3	78,9	84	0	51,4	19,7	8	2,5	6,1	319,2
1984-1985	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
1985-1986	39	48,9	30,5	39,3	38,2	35	70,3	23,1	32,4	31,8	9,5	12,6	410,6
1986-1987	6,4	40,9	52,3	42,6	30,1	92,1	28,4	15,7	38,4	0	19	4,6	370,5
1987-1988	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
1988-1989	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
1989-1990	39,5	8,8	10,3	14,1	35	0	22,9	66,3	51,4	35,4	7,9	14,8	306,4
1990-1991	31,7	3,9	96,8	83,1	15,2	54	93,6	41,5	120,2	3,7	25,4	5	574,1
1991-1992	37,3	77,6	30,6	19,2	51	30,8	29,3	104,5	71,6	22	46,6	3,5	524
1992-1993	56,8	14,8	30,2	111,1	47,6	54,3	36	18,9	45,8	4,8	1,2	23,5	445
1993-1994	33,7	11,1	47,2	73,4	30,7	64,7	17,2	36,4	3,7	0	14,9	8	341
1994-1995	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
1995-1996	41,9	34	14,8	35,4	60,8	138,7	28,8	33,9	59,4	36,4	1,8	9,1	495
1996-1997	18,8	15,3	12,7	48,9	35,8	15,1	5	37,4	23,4	17,5	11,5	23,6	265
1997-1998	43,9	33,4	89	65,3	26,6	56,6	16,7	62,9	98,2	25,5	0	8,8	526,9
1998-1999	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
1999-2000	61,1	37,4	24,5	100,7	11,4	8,2	13	17,1	34,5	6	0	6,8	320,7
2000-2001	39,5	35,5	18,6	77,5	95	27,7	9,1	18,1	22,7	0	0	1,8	345,5
2001-2002	55,9	7,1	23,9	9,9	26	39,7	31,7	18,6	20,2	0	29,8	0	262,8
2002-2003	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
2003-2004	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
2004-2005	26	24,9	50,1	122,2	32,6	54,7	20	49,1	1,5	34,3	1,8	6,3	423,5
2005-2006	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
2006-2007	49,2	0,3	2,5	55,9	7	22,9	90,1	67,1	14,5	21,4	0	0,9	331,8
2007-2008	29,8	22,8	17	24,8	12,6	14,1	51	19,2	45,2	5,1	22,1	15,1	278,8
2008-2009	21,5	77	32,6	43,8	83,9	42,8	43,8	73,2	2,8	5,7	11,2	0	438,3
2009-2010	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
2010-2011	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	32,42	32,25	34,14	56,79	43,47	39,79	42,97	41,74	36,74	17,6	8,5	9,87	396,286

IV -2- Homogénéité de la série pluviométrique

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

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2
- Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle
- Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

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

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous séries.

$$W_{\min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (IV.1)$$

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{\min}] \dots\dots\dots (IV.2)$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Après les calculs on a : $W_x = 366$, $W_{\min} = 309,39$ $W_{\max} = 446,62$

Donc : $309,39 < W_x < 446,62$

D'après les calculs, on voit que la condition de Wilcoxon $W_{\min} < W_x < W_{\max}$ est vérifiée, donc la série des précipitations moyenne annuelles est homogène.

Tableau IV .3: Test d'homogénéité de la série pluviométrique

Rang	Série d'origine	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	X union Y
1	533,7	533,7	341	726,8	Y
2	305,5	305,5	438,7	609,4	Y
3	429,1	429,1	495	574,1	X
4	410,8	410,8	265	533,7	X
5	244,5	244,5	526,9	530,5	X
6	302,8	302,8	510,3	526,9	Y
7	492,3	492,3	320,7	524	X
8	244,9	244,9	345,5	523	X
9	136,2	136,2	262,8	510,3	Y
10	228,6	228,6	726,8	495	Y
11	399,8	399,8	609,4	492,3	X
12	335,2	335,2	423,5	489,1	X
13	530,5	530,5	370,4	445	X
14	344,7	344,7	331,8	438,7	Y
15	319,2	319,2	278,8	438,3	Y
16	523	523	438,3	429,1	X
17	410,6	410,6	392,7	423,5	Y
18	370,5	370,5	341	410,8	X
19	322,6	322,6		410,6	X
20	489,1	489,1		399,8	X
21	306,4	306,4		392,7	Y
22	574,1	574,1		370,5	X
23	524	524		370,4	Y
24	445	445		345,5	Y
25	341			344,7	X
26	438,7			343,3	Y
27	495			341	Y
28	265			335,2	X
29	526,9			331,8	Y
30	510,3			322,6	X
31	320,7			320,7	Y
32	345,5			319,2	X
33	262,8			306,4	X
34	726,8			305,5	X
35	609,4			302,8	X
36	423,5			278,8	Y
37	370,4			265	Y
38	331,8			262,8	Y
39	278,8			244,9	X
40	438,3			244,5	X
41	392,7			228,6	X

IV -3- Etude de l'échantillon et choix du type de loi

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

IV.3.1- Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:
 Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
 Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
 Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$ (IV.3)

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

Le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$ (IV.4)

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

$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$ (IV.5)

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

$U_{P\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau IV.4: Ajustement à la loi de Gauss

T=1 /q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	671	35.5	602	641
50	0.98	639	32.5	575	703
20	0.95	591	28.2	535	646
10	0.9	548	24.8	499	596
5	0.8	495	21.3	454	537
2	0.5	396	18.3	360	432
1.25	0.2	296	21.3	254	338

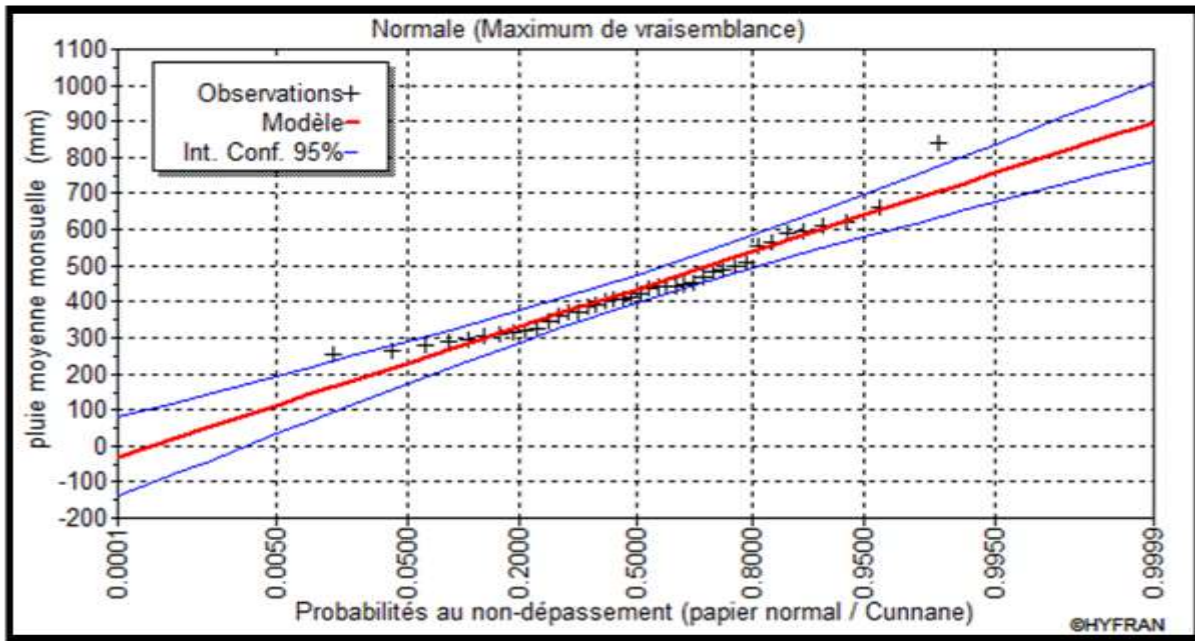


Figure. IV -1: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

a- Test de validité de l’ajustement à la loi choisie:

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

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel 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 :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(IV.6)$$

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots(IV.7)$$

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

Avec :

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

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

b- Test de Khi carré pour la loi Normale:

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

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

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

Tableau IV .5: la table de Khi carré

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6,67 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,070$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 6,67 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11,070$$

Donc l'ajustement est à considérer

IV -3-2- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normal (loi de Galton)

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

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

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

$$\text{Ln} (X_{p\%}) = \overline{\text{Ln} (X)} + \delta_{\text{Ln}} * U_p \dots\dots\dots (IV.8)$$

Avec:

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

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

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

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln} (X_i) - \overline{\text{Ln} (X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots\dots\dots (IV.9)$$

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

$U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN

Tableau IV .6: Ajustement à la loi de Galton

T=1 /q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	793	67	662	924
50	0.98	725	63.1	602	849
20	0.95	637	48.1	543	732
10	0.9	568	37.7	494	642
5	0.8	494	28.2	439	549
2	0.5	378	18.5	257	322
1.25	0.2	290	16.5	342	415

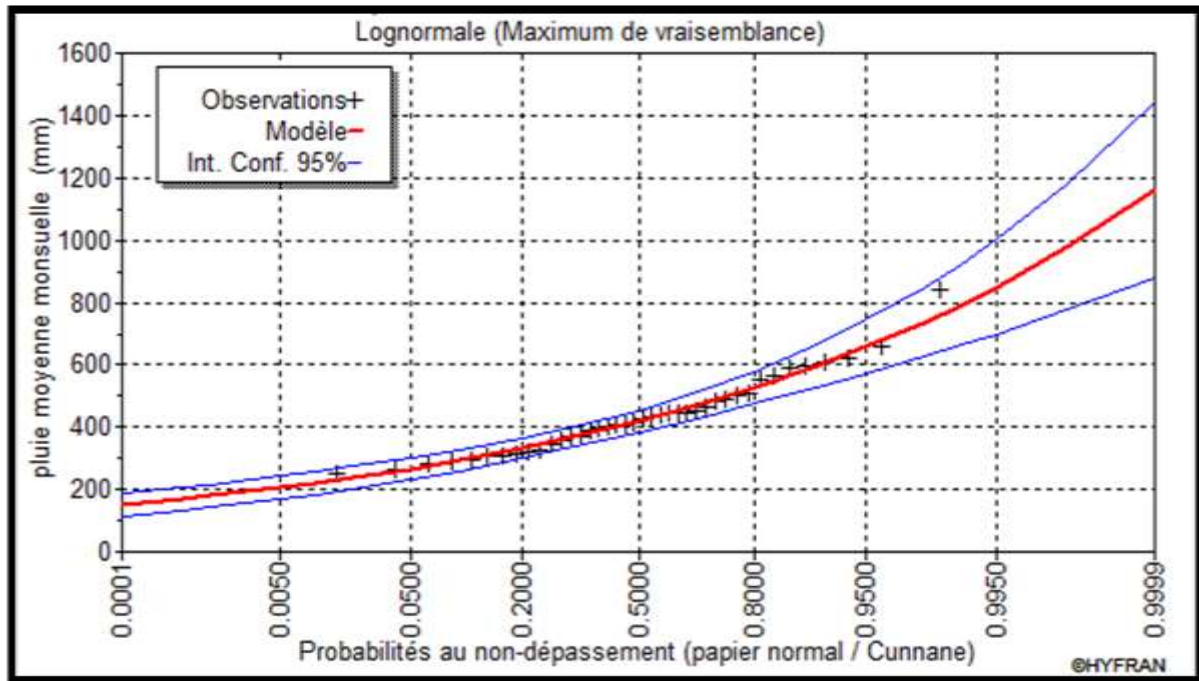


Figure. IV -2: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Galton

a- Test de Khi carré pour la loi de Galton:

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

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4,86 \quad \gamma = 5$$

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

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 11,070$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 4,86 < \chi^2_{\text{théorique}} = 11,070$$

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

IV -4- Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région .L'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}} \dots\dots\dots(\text{IV.11})$$

$$P_{\text{théorique de 50\%}} = 378\text{mm} \quad \text{d'où : } P_{80\%}/P_{50\%} = 1,3$$

$$P_{\text{théorique de 80\%}} = 494 \text{ mm} \quad \text{d'où : } P_{20\%}/P_{50\%} = 0,77$$

$$P_{\text{théorique de 20\%}} = 290 \text{ mm}$$

Donc le calcul sera obtenu par la loi suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (20\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}} \dots\dots\dots(\text{IV.12})$$

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

Tableau IV .7 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

Mois	Sept	Oct	nov	déc.	Jan	Fév	Mars	avri	Mai	Juin	juil	aout
Pmoy mm/mois	32.42	32.25	34.14	56.79	43.47	39.79	42.97	41.74	36.74	17.60	8.50	9.82
Psec80% mm/mois	24.96	24.83	26.29	43.73	33.47	30.64	33.09	32.14	28.29	13.55	6.55	7.56

IV -5- Calcul des pluies efficaces (Peff)

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

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas:

- 1) Pluie efficace (Peff) = 0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm
 2) Pluie efficace (Peff) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.
 Pour notre cas on a des mois que la pluie ne dépasse pas 5 mm donc : (Peff) = 0.

Tableau IV .8: Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm

Mois	Sept	Oct	nov	déc.	Jan	Fév	Mars	avri	Mai	Juin	juil	aout
Psec80%	24.96	24.83	26.29	43.73	33.47	30.64	33.09	32.14	28.29	13.55	6.55	7.56
Peff	19,97	19,86	21,03	34,98	26,78	24,51	26,47	25,71	22,63	10,84	5,24	6,05

CONCLUSION

Le chapitre IV est destiné à définir les choix impératifs techniques avant la mise en place d'un réseau d'irrigation, En priorité, la connaissance parfaite du bilan hydrique, nécessaire à déterminer le volume réel des besoins en eau d'irrigation à l'aide de plusieurs formules empiriques. Ensuite, l'étude s'est effectuée sur la base d'une longue période de précipitations enregistrées durant une quarantaine d'années dans la région de Sétif et ce, dans le but de dégager le taux de pluviométrie moyen sévissant dans la zone d'Etude. En premier, nous avons présenté la station météorologique de FERMATOU SETIF avec la mise en évidence de toutes les données de cette série de pluviométrie, suivie d'un test d'homogénéisation afin de faire un comparatif pour y confronter les résultats qui m'ont servies de base de calcul.

Cette vérification est définie sur plusieurs tableaux représentatifs des années de pluviométrie, les tests et tous les calculs y afférents. En définitive, le test de validité a révélé que les deux lois utilisées étaient adéquates à l'ajustement de notre série pluviométrique, et que notre choix s'est porté graphiquement sur la loi log-normale (Galton). Ainsi, le test de validation de l'ajustement après l'étude de l'échantillon et le choix de la loi d'ajustement à mettre en œuvre, prouve que cette loi est donc utile à nous avoir orienter pour déterminer l'année de calcul et la connaissance parfaite des années de fortes et de faibles précipitations, nécessaires au calcul des besoins en eau. En tous cas, ce travail reconstitue l'année de probabilité à fréquence de 80% du taux réel et effectif de la pluviométrie, ce qui nous a permis aussi de calculer l'E.T.P (Evapotranspiration Potentiel) suivant les années de sécheresse et les besoins en eaux probables aux cultures pratiquées selon des critères de choix (la série de pluviométrie et les formules empiriques de calcul) opérées sur plusieurs étapes (Vérification de l'homogénéisation, ajustement de la série de lois et vérification de la validité de ces lois).

Introduction

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

- Les facteurs techniques incluent :
Le type de culture, le type de sol, la topographie et la qualité de l'eau.
- Les facteurs socio-économiques incluent :
La structure des exploitations, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien et les disponibilités en main d'œuvre.

Cependant, en règle générale, le choix définitif de la méthode d'irrigation au niveau de l'exploitation sera fait par chaque exploitant en tenant compte des facteurs technico-économiques.

V-1) Description des différents modes d'irrigation

Les principaux modes d'irrigation existant sont :

1. Irrigation de surface.
2. Irrigation par aspersion.
3. Irrigation localisée (goutte à goutte).

V -1-1) Irrigation de surface

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau disponible en tête de parcelle est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface, ne nécessitant aucun aménagement adéquat du sol.

On classe généralement les différentes techniques d'irrigation de surface en trois groupes Principaux : irrigations par submersion, irrigations par ruissellement, irrigations par rigoles D'infiltration.



Figure V -1 : L'irrigation gravitaire

Avantage

- ✓ Matériel d'irrigation simple ;
- ✓ Cout faible;
- ✓ Pas d'équipement pour la mise sous pression de l'eau ;
- ✓ Protège contre le gel.

Inconvénients

- ✓ Tassement du sol ;
- ✓ Pertes en d'eau importantes ;
- ✓ Nécessite une évacuation de l'eau ;
- ✓ Erosion du sol ;
- ✓ Diminution de la perméabilité du sol.

V -1-2- Irrigation par aspersion

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Les asperseurs sont généralement disposés en carré, dont le côté est choisi dans la série des écartements normalisés.



Figure V -2: irrigation des céréales par pivot

Avantage

- ✓ Possibilité d'automatisation du système.
- ✓ Nécessite moins de main d'œuvre.
- ✓ économie d'eau.
- ✓ Pas d'aménagement préalable.

Inconvénients

- ✓ Le cout relativement élevé en particulier les premiers investissements.
- ✓ Tassement du sol.
- ✓ Une évaporation intense si les goutte d'eau sont fines.
- ✓ Non homogénéité de l'arrosage en cas de vent.

V -1-3) Irrigation localisée

On appelle irrigation localisée les systèmes qui consistent à répartir l'eau d'irrigation sur la parcelle par un réseau de conduites fixes sous une faible pression et aussi à localiser l'apport d'eau au voisinage des plantes cultivées. Dans ce cas, seule une fraction du volume du sol exploitable par les racines sera humidifiée. Les débits apportés à chaque zone humidifiée sont faibles (quelques litres à quelques dizaines de litres par heure, selon les systèmes), L'irrigation s'effectue à faible dose et forte périodicité (souvent journalière).

La micro irrigation, nom donnée à l'irrigation localisée sur le plan international. Elle consiste à apporter sur une partie du sol seulement (les zone utilisé par la plante au voisinage des racines) par petits doses fréquentes (système goutte à goutte, min diffuseur) un faible Débit.



Figure V -3): Irrigation avec un système localisé

V -1-3-1) Caractéristiques de l'irrigation localisée

L'installation à la parcelle est entièrement fixé, n'arrose qu'une fraction du sol donc on limite la surface mouillée, de ce fait ont limité les perte par évaporation, on utilise de faibles débits (2à 12 l/h) avec une faible pression (souvent 1 bar) ,on met en œuvre des équipements légers , les transferts d'eau sont faciles , donc l'alimentation hydrique des plantes plus réguliers , il s'en suit une meilleurs efficience de l'eau d'irrigation , Elle conviens bien à l'irrigation fertilisante.

Avantage

Les avantages de cette technique sont :

- ✓ Economie d'eau importante qui peut atteindre plus de 50 % par rapport à l'irrigation à la raie, car les doses étant faibles, les pertes par percolation se trouvent limités.
- ✓ Pression de fonctionnement très faible.
- ✓ La pression nominale de fonctionnement des distributions est en générales de 10 m c e.
- ✓ Réduction des mauvaises herbes :
- ✓ La localisation de l'eau limite le développement des adventices (mauvaise herbe).
- ✓ Réduction du tassement du sol et maintien d'une structure favorable.

D'autres possibilités favorables :

- ✓ Possibilité d'automatiser le réseau.
- ✓ Possibilité de l'utiliser pour la Fert irrigation.

Inconvénients

Les inconvénients majeurs de cette technique sont résumés comme suit :

- ✓ Leur coût très élevé en investissements, qui peuvent être amortis après quelques années d'exploitation.
- ✓ l'obstruction des goutteurs dans le cas d'irrigation avec une eau chargée.
- ✓ Leur emploi est réservé aux cultures pérennes et maraîchères, et ne s'adaptent pas aux cultures en plein champ.

V -1-3-2) Composition d'une installation goutte à goutte

a- Point de fourniture d'eau

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un forage ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre.

b- Unité de tête

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes. Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

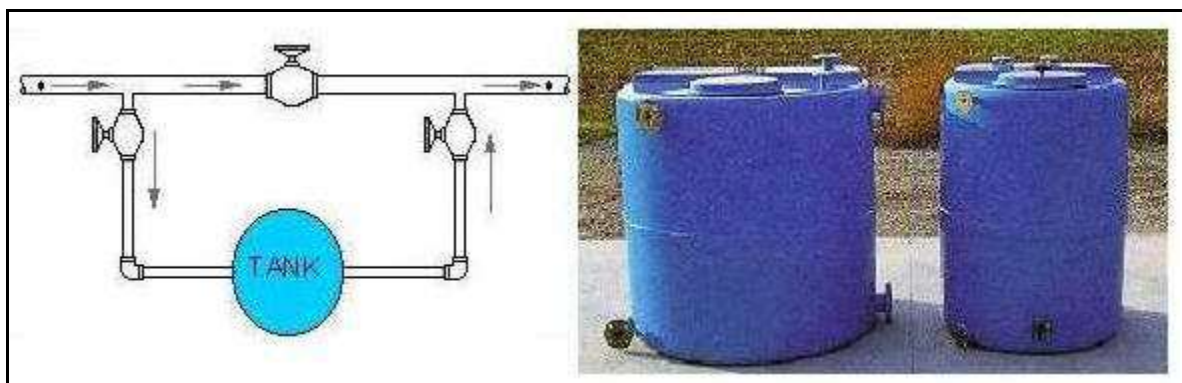


Figure V.4:Dilueur d'engrais

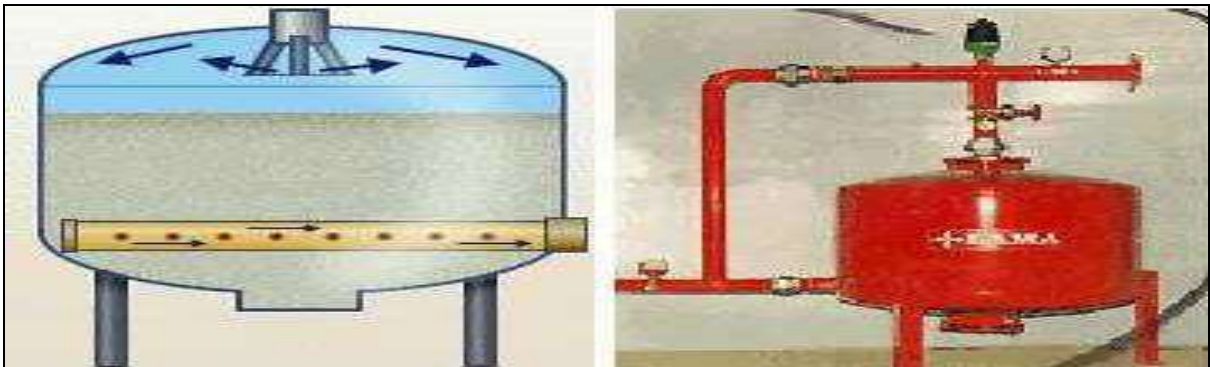


Figure V. 5: Filtre à gravier

c- Conduites et rampes

- **La conduite principale**

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion.

Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

- **Le porte-rampes**

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

- **Les rampes**

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

- **Les distributeurs**

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



Figure V.5: goutteur

V.2) Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître 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 la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau V. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.

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 (moyenne)	+ +	+ +	+ +
▪ Cultures		+ + +	
▪ Maraîchage	+ + +		+ + +
▪ céréales	x	+++	x
▪ arbres	+ + +	+++	+ + +
• Contraintes économique		x	
▪ économie d'eau	x	++	+ + +

Remarque :

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

Conclusion

Le choix d'un système d'irrigation rationnel et économique doit tenir compte des critères suivants :

- le type de culture.
- les contraintes existantes dans la pratique.
- la maîtrise de la technique par l'exploitant.
- le cout de l'installation.

L'implantation de systèmes d'irrigation modernes permet de diversifier les cultures et d'augmenter considérablement leurs rendements.

En Algérie, vu les aléas climatiques et les rendements agricoles très faibles, l'intensification des cultures passe par la mise en œuvre et l'installation de réseaux d'irrigation modernes et efficaces.

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Introduction	46
V-1) Description des différents modes d'irrigation	46
V -1-1) Irrigation de surface.....	46
V -1-2- Irrigation par aspersion.....	47
V -1-3) Irrigation localisée	48
V -1-3-1) Caractéristiques de l'irrigation localisée.....	49
V -1-3-2) Composition d'une installation goutte à goutte	50
V.2) Choix de la technique d'arrosage.....	52
Conclusion.....	54

Liste des tableaux

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Tableau V. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.....	53
---	----

Liste des figures

Chapitre V : Modes et techniques d'irrigation

Figure V -1 : L'irrigation gravitaire	47
Figure V -2: irrigation des céréales par pivot.....	48
Figure V -3: Irrigation avec un système localisé.....	49
Figure V.4:Dilueur d'engrais	50
Figure V. 5:Filtre à gravier.....	51
Figure V.5: goutteur	52

Introduction :

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

Les pluies, en particulier leur part efficace, fournissent une partie de l'eau requise pour satisfaire les besoins d'évapotranspiration des cultures, Le sol peut stocker une partie de l'eau de pluie et la restitue aux cultures en période de déficit, Sous les climats humides, ce mécanisme suffit pour assurer une croissance satisfaisante dans des systèmes de culture sans irrigation, Dans des conditions arides ou en cas de saison sèche prolongée, il est nécessaire d'irriguer pour compenser le déficit d'évapotranspiration (transpiration des cultures et évaporation à partir du sol) dû à l'insuffisance ou à l'irrégularité des précipitations, La consommation d'eau pour l'irrigation est définie comme étant le volume d'eau nécessaire pour compenser le déficit, d'une part l'évaporation potentielle et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol, Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sol.

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.

VI.1) Occupation du périmètre :

Afin de quantifier les besoins en eau des cultures, il faut étudier et prévoir l'évolution de la répartition culturale de la situation existante et celle projetée dans le périmètre, Ce passage permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices, Tels que : le maraichère en plein champs, ainsi que l'arboriculture fruitée.

VI.1.1) 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 résume dans le tableau suivant:

Tableau VI.1 : Occupation agricole actuelle

Occupation	Surface agricole (ha)	Répartition (%)
Maraichères	29,162	6,33%
Céréale	413,15	89,68%
Improductif	1,106	0,24%
Foret	0,092	0,02%
Terrain de parcours	6,45	1,40%
Autres	10,734	2,33%
Total	460,7	100%

VI.1.2) Situation futur :

L'objectif de la mise en irrigation est de transformer à moyen terme l'actuel système agricole 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.

a. Cultures proposées pour la zone :

La gamme des cultures proposées relative aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau suivant :

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

Cultures		Surface en (%)	Surface en(ha)
Céréaliculture	blé	35	161,25
	Orge en vert		
Cultures fourragères	Avoine	10	46,07
Maraichage	Pomme de terre saison	35	161,25
	Pomme de terre arrière-saison		
	Tomate		
	Oignon vert		
	Ail		
	concombre		
	Carotte		
	haricot		
	Petit pois		
Choux			
Cultures arboricoles à noyaux	Pécher (pleine production)	20	92,14
	Pommier (pleine production)		
	Olivier (pleine production)		
Total		100%	460,7 ha

b. Calendrier d'occupation des sols :

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles cultureux retenus pour le projet, est tracée dans le calendrier ci-dessous :

Tableau VI.3 : calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux (source ONID)

Cultures	Sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
Céréales												
Blé			←							→		
Fourrage												
orge vert			←							→		
Avoine			←							→		
Maraichage P C												
Pomme de terre arrière saison	←			→								
Pomme de terre saison						←				→		
Tomate saison							←			→		
Oignon vert		←					→					

Tableau VI.3 : calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux

Cultures	sept	Oct	nov	Dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
concombre									←	→	→	→
Ail		←	→	→	→	→						
Carotte	←	→	→	→	→							
Haricot	←	→								←	→	→
Petit pois sais				←	→	→	→	→				
choux	←	→	→	→								
Arbres à noyaux												
Pécher	←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Pommier	←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Olivier	←	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

C. Rotation et assolements :

La pratique des assolements a pour but principal de maximiser les revenus et minimiser les risques de fluctuation de la fertilité de sol, d'une année à l'autre, elle permet l'association et la combinaison des grandes classes de cultures, à savoir : les maraîchages, arboriculture, céréaliculture, fourragères suivant la taille des exploitations, les moyens financiers, les capacités techniques et de la gestion des agriculteurs,

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau suivant :

Tableau VI.4 : les assolements proposés

Assolement 1	Assolement 2
Blé – Avoine	Orge en vert
Blé	Pomme de terre (S)
Ail + Oignon vert	Tomate
Pomme de terre (S)	Haricot
Tomate	Oignon
Choux	Petits pois
Pomme de terre (AS)	tomate
Concombre	Carotte
Arboriculture : Pêcher, Olivier, pommier,	Arboriculture : Pêcher, Olivier, pommier,

VI.2) Besoins en eau du périmètre :

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

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique, Pour cela on définit :

VI.2.1) L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation, Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$, ou en $m^3/ha/an$, Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en $mm/jours$ ou par mois ou par an,

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET_0), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration maximale (ETM),

VI.2.2) L'évaporation potentielle (ETP) :

Est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation,

VI.2.3) L'évapotranspiration de référence (ET_0) :

pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du *Gazon* vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau,

Dans notre projet, nous nous intéressons surtout à L'évapotranspiration de référence " ET_0 ", car nous voudrions atteindre, des rendements agricoles élevés et stables,

VI.2.4) L'évaporation Maximale (ETM) :

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, donnée par l'expression :

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

Avec :

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

ET_0 : Evapotranspiration de référence,

VI.3) Méthodes de Calcul de l'évapotranspiration :

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration, On distingue généralement deux (02) méthodes :

- Méthodes directes,
- Méthodes indirectes,

VI.3.1) Méthodes directes :**A) l'évapotranspiration ou cuve lysimétrique :**

Un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal),

B) Le bac évaporant (bac Colorado):

Un appareil simple qui permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre, Sous réserve qu'il soit correctement installé,

VI.3.2) Méthodes indirectes :

Ces méthodes de calcul de l'ETP se font suivant des formules ne comportant que des données climatiques,

A) La formule de BLANEY et CRIDDLE :

A la suite de plusieurs expérimentations, BLANEY et CRIDDLE, il est révélé que la température et la durée de jour sont les facteurs déterminants pour le calcul de l'ETP (évapotranspiration potentielle), proposés selon la formule suivante :

$$\bullet \text{ ETP} = K (0,46t + 8,13) P \dots\dots\dots(\text{VI.2})$$

Dans le quelle :

- ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour,
- t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois),
- P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne de jour pour l'année,
- K : coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique),

B) La formule de TURC :

Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$\bullet \text{ ETP} = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \text{ en mm/mois, } \dots\dots(\text{VI.3})$$

Dans le quelle :

- ETP : évapotranspiration mensuelle (mm/ mois),
- I_g : radiation globale en (cal/cm²/jour),
- T : température moyenne mensuelle (° C),

Remarque :

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 durant le mois février,

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

$$\bullet \text{ETP} = 0,40 (\text{I}_g + 50) \times \frac{\text{T}}{\text{T} + 15} \times 1 + \frac{50 - \text{Hr}}{70} \dots\dots\dots(\text{VI.4})$$

Avec ;

$$\bullet \text{I}_g = \text{Iga} (0,18 + 0,62) \frac{h}{H} \dots\dots\dots(\text{VI.5})$$

Dans le quelle :

- T : température moyenne mensuelle (° C),
- I_g : radiation globale en (cal/cm²/jour),
- Hr : l'humidité de l'air en (%),
- Iga : radiation maximale théorique,
- H : durée astronomique de jour en (heur/mois),
- h : durée de l'insolation de la station considérée en (heur/mois),
- $\frac{h}{H}$: L'insolation relative en (heur),

C) La formule de PENMAN :

Il est supposé que la formule de **PENMAN**, donne les estimations les plus significatives de l'ETP, dans les différents climats mais reste, que l'inconvénient majeur se situe à l'exigence d'un nombre important de données climatiques à introduire dont certaines sont souvent indisponibles au niveau de la même station, donc, la formule est la suivante:

$$\bullet \text{ETP} = p'(t) \frac{\text{Rn}}{\text{L}} + \sigma \frac{\text{Ea}}{p(t) + \sigma} \dots\dots\dots(\text{VI.6})$$

Paramètre:

• $p'(t)$: valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T .

- R_n : rayonnement net (climatique),
- E_a : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et de déficit de saturation de l'air,
- L : chaleur latente de vaporisation (2,5,106 j/kg),
- σ : Constante psychométrique (0,65 h la/°C),

VI.4) Calcul de l'évapotranspiration :

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé, **CROPWAT** version **8,0**, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de ^rPenman & Monteith modifiée,

Pour l'exploitation du logiciel **CROPWAT** on doit fournir les données climatiques mensuelles chiffrées à la station météorologique de Sétif tel que :

- les températures moyennes sont en (°C),
- l'humidité relative de l'air exprimé en (%),
- l'insolation journalière en heure,
- la vitesse de vent en m/s,

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8,0** sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau VI.5 : Calcul de l'Evapotranspiration

Evapotranspiration de référence ET₀ de Penman et Monteith								
Pays : Algérie			station : Sétif					
Altitude : 1033m			latitude : 36,10 N°			longitude : 5,15 E°		
Mois	T_{min} °C	T_{max} °C	Humidité (%)	Vent m/s	Insolation heures	Radiation MJ/m²/jour	ET0 mm/J	ET0 mm/mois
Janvier	0,4	9,2	83	3,9	6,32	10,1	0,92	34,94
Février	1,1	11,0	77	3,8	7,86	13,9	1,40	47,7
Mars	3,2	14,0	76	3,9	7,55	16,9	1,94	72,89
Avril	5,5	18,1	72	4,2	8,63	20,8	2,79	103,1
Mai	9,2	22,4	65	4,6	8,52	22,2	3,81	143,98
Juin	13,5	27,7	62	3,6	11,13	26,4	4,95	176,44
Juillet	16,9	32,5	52	3,8	11,9	27,2	6,26	229,7
Aout	16,7	31,9	50	4	10,16	23,3	5,93	218,17
Septembre	13,9	27,0	58	3,8	9,33	19,7	3,15	116,2
Octobre	9,1	20,4	73	3,2	7,16	14	2,33	87,71
Novembre	4,5	14,0	81	3,7	5,73	10	1,64	47,92
Décembre	1,3	10,1	85	4,2	4,0	7,4	0,88	33,08
MOY	7,9	19,9	72	3,9	8,2	17,6	3,00	109,32

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

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement, Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme réserve facilement utilisable (RFU), La quantité d'eau égale à (1/3) ou (2/3) de la réserve utile (RU) (SOLTANER, 1986),

Tel que :

$$\mathbf{RFU} = (\mathbf{hcc-hpf}) \times \mathbf{y} \times \mathbf{da} \times \mathbf{Z} \dots\dots\dots(\mathbf{VI.7})$$

Avec :

Hcc : Humidité a la capacité au champ (25%)

Hpf : Humidité au point de flétrissement (15%)

Da : densité apparente (1,4)

Y : degré de tarissement (2/3)

Z : profondeur d'enracinement en mm

VI.6) Calcul des besoins en eau d'irrigation:

Le calcul des besoins en eau d'irrigation s'effectue d'une période à une autre durant tout le cycle végétatif, selon le bilan hydrique (Br) suivant :

$$\mathbf{Br} = \mathbf{k_c} \times \mathbf{ET_0} - (\mathbf{P_{ieff}} + \mathbf{RFU_{i-1}}) \dots\dots\dots (\mathbf{VI.8})$$

- **ET₀**: évapotranspiration potentielle de référence en mm,
- **K_c** : le coefficient culturel de la culture considérée,
- **P_{ieff}** : pluie efficace en mm,
- **RFU_{i-1}** : la réserve facilement utilisable disponible du mois précédent,

VI.6.1) Estimation des besoins en eau des cultures :

Tableau VI.6 Estimation des besoins en eau des cultures de Olivier

Olivier									
Mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116,2	1,5	140	0	0,85	98,77	78.8
Octobre	24,83	19,86	87,71	1,5	140	46,67	0,85	74,55	8.02
Novembre	26,29	21,03	47,92	1,5	140	46,67	0,75	35,94	
Décembre	43,73	34,98	33,08	1,5	140	46,67	0,65	21,51	
Janvier	33,47	26,78	34,94	1,5	140	46,67	0,65	22,71	
Février	30,64	24,51	47,7	1,5	140	46,67	0,65	31,01	
Mars	33,09	26,47	72,89	1,5	140	46,67	0,65	47,38	
Avril	32,14	25,71	103,1	1,5	140	46,67	0,65	67,02	
Mai	28,29	22,63	143,98	1,5	140	46,67	0,65	93,59	24.29
Juin	13,55	10,84	176,44	1,5	140	0	0,8	141,15	130.31
Juillet	6,55	5,24	229,7	1,5	140	0	0,9	206,73	201.49
Août	7,56	6,05	218,17	1,5	140	0	0,9	196,36	190.31

Tableau VI.7 Estimation des besoins en eau des cultures de l'Orge

orge en vert									
mois	Psec80% moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116,2						
Octobre	24,83	19,86	87,71						
Novembre	26,29	21,03	47,92	0,3	28	6,62	0,3	14,38	
Décembre	43,73	34,98	33,08	0,5	46,67	9,33	0,3	9,92	
Janvier	33,47	26,78	34,94	0,5	46,67	15,56	0,5	17,47	
Février	30,64	24,51	47,7	0,6	56	15,56	0,5	23,85	
Mars	33,09	26,47	72,89	0,6	56	18,67	1	72,89	27,75
Avril	32,14	25,71	103,1	0,6	56	18,67	1,15	118,57	74,19
Mai	28,29	22,63	143,98	0,7	65,33	18,67	1	143,98	102,68
Juin	13,55	10,84	176,44						
Juillet	6,55	5,24	229,7						
Août	7,56	6,05	218,17						

Tableau VI.8 Estimation des besoins en eau des cultures de petit pois

mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
petit pois									
Septembre	24,9	19,97	116,2						
Octobre	24,83	19,86	87,71						
Novembre	26,29	21,03	47,92						
Décembre	43,73	34,98	33,08	0,4	37,33	7,01	0,5	16,54	
Janvier	33,47	26,78	34,94	0,7	65,33	18,67	0,8	27,95	
Février	30,64	24,51	47,7	0,7	65,33	21,78	1	47,7	1,41
Mars	33,09	26,47	72,89	0,7	65,33	21,78	0,95	69,25	21
Avril	32,14	25,71	103,1	0,7	65,33	21,78	0,5	51,55	4,06
Mai	28,29	22,63	143,98						
Juin	13,55	10,84	176,44						
Juillet	6,55	5,24	229,7						
Août	7,56	6,05	218,17						

Tableau VI.9 Estimation des besoins en eau des cultures de concombre

mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
concombre									
Septembre	24,9	19,97	116,2						
Octobre	24,83	19,86	87,71						
Novembre	26,29	21,03	47,92						
Décembre	43,73	34,98	33,08						
Janvier	33,47	26,78	34,94						
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,89						
Avril	32,14	25,71	103,1						
Mai	28,29	22,63	143,98	0,4	37,33	8,57	0,38	54,71	23,51
Juin	13,55	10,84	176,44	0,45	42	0	0,57	100,57	89,73
Juillet	6,55	5,24	229,7	0,5	46,67	0	0,85	195,25	190,01
Août	7,56	6,05	218,17	0,6	56	0	0,85	185,44	179,39

Tableau VI.10 Estimation des besoins en eau des cultures de Blé

blé/avoine									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,9	19,97	116,2						
Octobre	24,83	19,86	87,71						
Novembre	26,29	21,03	47,92	0,3	28	6,62	0,4	19,18	
Décembre	43,73	34,98	33,08	0,5	46,67	9,33	0,7	23,16	
Janvier	33,47	26,78	34,94	0,5	46,67	15,56	0,85	29,7	
Février	30,64	24,51	47,7	0,6	56	15,56	0,95	45,32	5.25
Mars	33,09	26,47	72,89	0,6	56	18,67	1,05	76,53	31.39
Avril	32,14	25,71	103,1	0,6	56	18,67	1,05	108,26	63.88
Mai	28,29	22,63	143,98	0,6	56	18,67	0,8	115,18	73.88
Juin	13,55	10,84	176,44	0,6	56	0	0,75	132,33	121.49
Juillet	6,55	5,24	229,7		0				
Août	7,56	6,05	218,17		0				

Tableau VI.11 Estimation des besoins en eau des cultures de oignon/ail

oignon/ail									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,9	19,97	116						
Octobre	24,83	19,86	87,7	0,4	37,33	0	0,5	43,9	24
Novembre	26,29	21,03	47,9	0,4	37,33	12,4	0,75	35,9	
Décembre	43,73	34,98	33,1	0,4	37,33	12,4	0,95	31,4	
Janvier	33,47	26,78	34,9	0,4	37,33	12,4	0,95	33,2	
Février	30,64	24,51	47,7	0,4	37,33	12,4	0,75	35,8	
Mars	33,09	26,47	72,9						
Avril	32,14	25,71	103						
Mai	28,29	22,63	144						
Juin	13,55	10,84	176						
Juillet	6,55	5,24	230						
Août	7,56	6,05	218						

Tableau VI.12 Estimation des besoins en eau des cultures de Tomate

tomate									
mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,9	19,97	116						
Octobre	24,83	19,86	87,7						
Novembre	26,29	21,03	47,9						
Décembre	43,73	34,98	33,1						
Janvier	33,47	26,78	34,9						
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,9	0,7	65,33	8,17	0,5	36,45	1.81
Avril	32,14	25,71	103	0,9	84	21,8	0,85	87,64	40.15
Mai	28,29	22,63	144	1,2	112	28	1,15	165,58	114.95
Juin	13,55	10,84	176	1,2	112	0	0,9	158,8	147.96
Juillet	6,55	5,24	230						
Août	7,56	6,05	218						

Tableau VI.13 Estimation des besoins en eau des cultures de pomme de terre

pomme de terre	(arriere saison)								
mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,9	19,97	116						
Octobre	24,83	19,86	87,7	0,4	37,33	0	0,5	43,9	24
Novembre	26,29	21,03	47,9	0,6	56	12,4	0,7	33,5	0.07
Décembre	43,73	34,98	33,1	0,6	56	18,7	1	33,1	
Janvier	33,47	26,78	34,9	0,6	56	18,7	0,8	26,2	
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,9						
Avril	32,14	25,71	103						
Mai	28,29	22,63	144						
Juin	13,55	10,84	176						
Juillet	6,55	5,24	230						
Août	7,56	6,05	218						

Tableau VI.14 Estimation des besoins en eau des cultures de pomme de terre saison

pomme de terre saison									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116			0			
Octobre	24,83	19,86	87,7			0			
Novembre	26,29	21,03	47,9			0			
Décembre	43,73	34,98	33,1			0			
Janvier	33,47	26,78	34,9			0			
Février	30,64	24,51	47,7	0,4	37,33	0	0,5	23,9	
Mars	33,09	26,47	72,9	0,6	56	12,4	0,8	54,7	15.76
Avril	32,14	25,71	103	0,6	56	18,7	1,1	108	63.88
Mai	28,29	22,63	144	0,6	56	0	0,8	108	85.37
Juin	13,55	10,84	176			0			
Juillet	6,55	5,24	230			0			
Août	7,56	6,05	218			0			

Tableau VI.15 Estimation des besoins en eau des cultures de Choux

choux									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116	0,3	28	0	0,5	58,1	38.13
Octobre	24,83	19,86	87,7	0,4	37,33	9,33	0,7	61,4	32.21
Novembre	26,29	21,03	47,9	0,5	46,67	12,4	1	45,5	12.05
Décembre	43,73	34,98	33,1	0,6	56	15,6	0,8	26,5	
Janvier	33,47	26,78	34,9						
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,9						
Avril	32,14	25,71	103						
Mai	28,29	22,63	144						
Juin	13,55	10,84	176						
Juillet	6,55	5,24	230						
Août	7,56	6,05	218						

Tableau VI.16 Estimation des besoins en eau des cultures de carotte

carotte									
mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116,2	0,3	28	0	0,42	48,8	28.83
Octobre	24,83	19,86	87,71	0,4	37,33	9,33	0,7	61,4	32.21
Novembre	26,29	21,03	47,92	0,5	46,67	12,44	0,81	38,8	5.35
Décembre	43,73	34,98	33,08	0,6	56	15,56	0,77	25,5	
Janvier	33,47	26,78	34,94	0,7	65,33	18,67	0,57	19,9	
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,89						
Avril	32,14	25,71	103,1						
Mai	28,29	22,63	144						
Juin	13,55	10,84	176,4						
Juillet	6,55	5,24	229,7						
Août	7,56	6,05	218,2						

Tableau VI.17 Estimation des besoins en eau des cultures de pêcher

Pêcher									
Mois	P sec80% moy(mm)	Pe _{eff} (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116,2	1,5	140	0	0,55	63,91	43.94
Octobre	24,83	19,86	87,71	1,5	140	46,67	0,55	48,24	
Novembre	26,29	21,03	47,92	1,5	140	46,67	0,55	26,36	
Décembre	43,73	34,98	33,08	1,5	140	46,67	0,75	24,81	
Janvier	33,47	26,78	34,94	1,5	140	46,67	0,75	26,21	
Février	30,64	24,51	47,7	1,5	140	46,67	0,75	35,78	
Mars	33,09	26,47	72,89	1,5	140	46,67	0,75	54,67	
Avril	32,14	25,71	103,1	1,5	140	46,67	0,55	56,71	
Mai	28,29	22,63	144	1,5	140	0	0,55	79,19	56.56
Juin	13,55	10,84	176,4	1,5	140	0	0,55	97,04	86.2
Juillet	6,55	5,24	229,7	1,5	140	0	0,55	126,3	121.1
Août	7,56	6,05	218,2	1,5	140	0	0,55	120	113.95

Tableau VI.18 Estimation des besoins en eau des cultures de pommier

pommier									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	116,2	1,5	140	0	0,7	81,34	61.37
Octobre	24,83	19,86	87,71	1,5	140	46,67	0,7	61,4	
Novembre	26,29	21,03	47,92	1,5	140	46,67	0,7	33,54	
Décembre	43,73	34,98	33,08	1,5	140	46,67	0,7	23,16	
Janvier	33,47	26,78	34,94	1,5	140	46,67	0,7	24,46	
Février	30,64	24,51	47,7	1,5	140	46,67	0,7	33,39	
Mars	33,09	26,47	72,89	1,5	140	46,67	0,8	58,31	
Avril	32,14	25,71	103,1	1,5	140	46,67	0,85	87,64	15.26
Mai	28,29	22,63	144	1,5	140	0	0,85	122,4	99.75
Juin	13,55	10,84	176,4	1,5	140	0	0,7	123,5	112.67
Juillet	6,55	5,24	229,7	1,5	140	0	0,7	160,8	155.55
Août	7,56	6,05	218,2	1,5	140	0	0,7	152,7	146.67

Tableau VI.19 Estimation des besoins en eau des cultures de haricot

haricot									
mois	P sec80% moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,9	19,97	116,2	0,7	65,33	21,78	0,9	105	62,83
Octobre	24,83	19,86	87,71	0,7	65,33	21,78	0,85	74,6	31,91
Novembre	26,29	21,03	47,92						
Décembre	43,73	34,98	33,08						
Janvier	33,47	26,78	34,94						
Février	30,64	24,51	47,7						
Mars	33,09	26,47	72,89						
Avril	32,14	25,71	103,1						
Mai	28,29	22,63	144						
Juin	13,55	10,84	176,4	0,5	46,67	7,54	0,5	88,2	69,84
Juillet	6,55	5,24	229,7	0,5	46,67	23,33	0,65	149	120,74
Août	7,56	6,05	218,2	0,7	65,33	15,56	0,95	207	185,65

Tableau VI.20 Calcul des besoins en eau

Mois	blé	avoine	ail	oignon	Pomme de terre (S)	tomate	Pomme de terre (AS)	concombre	choux	pommier	olivier	pécher	Orge en vert	Haricot	pois	carotte	total
Septembre									38,13	61,37	78,8	43,94		62,83		28,83	313,9
Octobre			24	24			24		32,21		8,02			31,91		32,21	176,35
Novembre	0,00	0,00					0,07		12,05							5,35	17,4
Décembre	0,00	0,00					0,00		0,00							0,00	0
Janvier	0,00	0,00					0,00									0,00	0
Février	5,25	5,25			0,00										1,41		11,91
Mars	31,39	31,39			15,76	1,81							27,75		21		129,1
Avril	63,88	63,88			63,88	40,15				15,26			74,19		4,06		325,3
Mai	73,88	73,88			85,37	114,95		23,51		99,75	24,29	56,56	102,68				654,87
Juin	121,49	121,49				147,96		89,73		112,67	130,31	86,2		69,84			879,69
Juillet								190,01		155,55	201,49	121,1		120,74			788,89
Août								179,39		146,67	190,31	113,95		185,65			815,97

VI.7) Calcul du débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis selon les besoins en eau de chaque culture, évalués sur la base d'une répartition culturale, le débit est calculé en tenant compte de besoins mensuels, la fréquence d'irrigation, la dose d'arrosage et le Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation pour définir les débits spécifiques de chaque culture suivant la formule qui suit :

$$q_s = \frac{B_m \times 10 \times 1000}{T \times t \times 3600 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \dots \dots \dots (\text{VI.9})$$

- **B_m** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en mm/mois
- **T** : Temps d'irrigation par jour,
- **t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour égale à 30 J,
- **K** : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation $\approx 0,75$,

$$q_s = \frac{879,69 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0,75} = 4,53 \text{ (l/s/ha)}$$

Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important, dans ce cas on peut estimer le débit spécifique par les deux méthodes suivantes :

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

Dans notre cas, on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante et qui est l'olivier, le débit spécifique étant de **1,06** l/s/ha,

Ce débit est largement inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable, donc le débit spécifique pour notre périmètre est de **1,06** l/s/ha,

VI.8) Calcul du débit caractéristique :

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation, Il est égal à: $Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} \times \text{surface}$

La surface totale est égale a : **460,7 ha**

D'où : $Q \text{ caractéristique} = 1,06 \times 460,7 = 490,93 \text{ l/s}$

VI.9) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :

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

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

Tableau VI.21 les besoins en eau du périmètre

<i>Les cultures</i>	<i>La surface de la culture (ha)</i>	<i>Besoins nets de culture (mm)</i>	<i>efficience</i>	<i>Besoins bruts de la culture (m³/ha)</i>	<i>Les volumes des besoins en eau en m³</i>
<i>orge vert</i>	80,625	204,62	0,75	2728,267	219966,5
<i>Blé</i>	80,625	295,9	0,75	3945,333	318092,5
<i>Avoine</i>	46,07	295,9	0,75	3945,333	181761,507
<i>Ail</i>	16,125	24	0,75	320	5160
<i>pois</i>	8,0526	26,5	0,75	353,3333	2845,252
<i>haricot</i>	16,125	471	0,75	6280	101265
<i>oignon</i>	16,125	24	0,75	320	5160
<i>Pomme de terre (AS)</i>	8,0625	24	0,75	320	2580
<i>Choux</i>	8,0625	82,39	0,75	1098,533	8856,925
<i>carotte</i>	16,125	66,39	0,75	885,2	14273,85
<i>Tomate</i>	16,125	304,9	0,75	4065,333	65553,5
<i>Pomme de terre (S)</i>	48,375	165,01	0,75	2200,133	106431,45
<i>Concombre</i>	8,0625	482,64	0,75	6435,2	51883,8
<i>Olivier</i>	30,713	633,2	0,75	8442,667	259299,621
<i>pommier</i>	30,713	591,27	0,75	7883,6	242129,007
<i>Pêcher</i>	30,713	421,75	0,75	5623,333	172709,437
	460.7ha				

Remarque : le volume totale des besoins en eau de notre périmètre et de **1757968.35 m³**

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place sur la surface d'étude de **460,7ha**,

Les besoins nets en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de **1757968.35 m³**, prélevés à partir du barrage **Mahouane** d'une capacité totale de **147,9 Hm³**,

De ces résultats on conclue que la capacité de barrage suffit largement à alimenter la surface d'étude, ce qui nous a permis de procéder aux calculs des différents débits pour trouver

Q Caractéristiques=**490,93l/s**

Introduction :

L'eau du système d'irrigation des Plaines Sétifiennes sera fournie par le barrage de Mahouane situé 14 km au nord du côté est du périmètre et plus de 37 km du secteur 12. Ce barrage aura une capacité utile d'exploitation de $147,4 \text{ hm}^3$, une cote de crête de 1.149 m et on a établi une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1.083 m.

Le barrage de Mahouane fonctionnera à mode de réservoir d'eau, puisque la plupart de l'eau de celui-ci proviendra du transfert du barrage d'Ighil Edma, situé 20 Km au nord du barrage de Mahouane. La dotation d'eau de ce transfert est de $121,9 \text{ hm}^3$ par ans, avec un petit apport du bassin versant du propre barrage de Mahouane estimé en $2,6 \text{ hm}^3$ par ans. Des $121,9 \text{ hm}^3$ annuels, $88,9 \text{ hm}^3$ approximativement seront destinés à l'irrigation du périmètre et 33 hm^3 seront destinés à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Sétif. Comme on a calculé avant, les $88,9 \text{ hm}^3$ disponibles pour irrigation suffisent pour l'irrigation des 15.764 ha du périmètre

VII-1) Le tracé du schéma

Le périmètre d'irrigation à 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 et descend jusqu'à la cote 850 m sur la rive supérieure du barrage d'Ain Zada.

La conduite de transport descendra du barrage de Mahouane en parallèle à l'Oued Bou Sellam, où a été implantée la RN-75. La vallée drainée par l'oued est relativement large et 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 forêt de rivière et le pied des versants des montagnes, par la bande cultivée. A partir du point par lequel la vallée prend l'orientation nord-sud on continuera par la route, en élargissant le terre-plein et ensuite, dans la zone la plus sinueuse,

on suivra un alignement plus droit, par les terrains situés sur le côté occidental de la route, jusqu'à arriver une autre fois au lit fluvial.

Dans ce point la conduite ne pourra pas suivre la route qui monte, parce qu'on atteindrait des cotes supérieures à celles prévues et alors la conduite continuera par la vallée faisant un détour par une petite colline, et reprennent définitivement la direction nord-sud. En suivant le cours de l'oued Bou Sellam par le bord droit, celle – ci monte par les terrains de culture, vers la route en provenance de Cheïkh Laïfa et la conduite longera parallèlement la route, en direction de Douar Chouf el Kded, en passant par les limites des carrières existantes. On descendra, encore une fois, vers le lit des eaux hautes de l'oued Bou Sellam, à hauteur du pont que unie le noyau urbain à la route RN 75.

Dans la vallée fluviale, la conduite poursuivra directement vers le sud, en parallèle à l'oued et par son rive droite, entre le collecteur général d'eaux usées et le chemin qui descend vers la zone universitaire de Sétif et la route RN 5.

A partir de la route RN 5 on entre pleinement dans les Plaines Sétifiennes, bien que l'on ne soit pas dans le périmètre irrigable. Par conséquence, la conduite de transport continue en direction sud-ouest jusqu'aux environs de Kernit, où nous prévoyons d'initier la dérivation du réseau principal, approximativement à la hauteur du croisement avec la nouvelle autoroute est-ouest. Ce tronçon de l'adduction à partir de la RN 5 se maintiendra parallèle au chemin rural qui descend par la rive droite de l'oued Bou Sellam, reliant les villages M. Oghi Ahmed el Bez, M. Ahid Ali, M. Sidi Abbas et Kernit.

De la dérivation principale sortiront deux conduites, une conduite pour irriguer la zone orientale et l'autre pour irriguer la zone occidentale, ayant par axe de séparation, à partir de Mezloug, l'oued Bou Sellam.

La zone orientale sera constituée de 4 secteurs : les secteurs 3, 4, 5 et 6. Afin d'amener l'eau à la tête de chaque secteur, la première conduite primaire depuis le point de bifurcation traversera l'oued Bou Sellam et sera dérivée, avant d'entrer dans le périmètre irrigable, en deux conduites, une qui suivra l'orientation nord – sud pour approvisionner les secteurs 3 et 6, alors que la deuxième conduite, qui parcoura des chemins existants, se dirigera vers l'est, pour atteindre les secteurs 4 et 5.

Quant au approvisionnement de la zone occidentale, intégrée par les secteurs 1, 2 et 7 à 13, on envisage l'implantation de la conduite primaire au milieu du périmètre irrigable, de manière à ce que soit minimale la longueur des dérivations de liaison entre cette artère et les têtes des secteurs à irriguer. Une bonne partie du tracé se situe en parallèle à la voie ferrée et à la CW 140.

Les artères de connexion entre les réseaux primaires et les secteurs d'irrigation, auront un tracé orthogonal par rapport aux premières et à leur tête. En plus des sectionnements obligatoires que les isolent du système, des vannes de sécurité et réducteurs de pression (à fermeture automatique en cas de coupure de la conduite eaux en aval) seront mises en place, en accord avec les nécessités de chaque secteur.

Le réseau secondaire est indépendant pour chaque secteur et approvisionnera tous les îlots d'irrigation installée en parallèle à des chemins ruraux déjà existants. A l'intérieur des îlots on réalisera la distribution des branchements (réseau tertiaire), une par parcelle jusqu'à chaque prise parcellaire, bien que ces branchements resteront regroupés dans une armoire unique par îlot et chacune d'elles sera équipée de sa vanne de sectionnement et de son débitmètre, par lequel on comptabilisera l'eau consommée et on limitera son usage selon la concession annuelle établie.

VII-2) Les secteurs d'irrigation

Le périmètre a été divisé en 13 secteurs. Les critères utilisés pour établir cette division ont été la cote (différence maximale de cote à l'intérieur de chaque secteur de 50 m), la proximité entre les parcelles et la superficie (maximum 1.750 ha). Les caractéristiques des différents secteurs sont exprimées à la table suivante :

Tableau VII-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

VII-3) Les conduites d'adduction (transport et primaire)

Tout le système est irrigué par pression naturelle. Toutes les conduites d'adduction (conduite de transport et primaire) sont en acier soudé, matériel qui permet supporter les pressions du système et avec nombreuses avantages d'installation et maintenance.

Le tracé de l'adduction part du barrage de Mahouane en une double conduite en acier de 1800 mm de longueur de 13,34 Km. Après la première dérivation on alimente le côté est du périmètre avec une conduite de longueur 4,76 Km et de diamètre 1600 mm de diamètre qui alimente les 4 secteurs (3, 4, 5 et 6) du côté est. Ces secteurs sont alimentés par des conduites de diamètre 800 à 1300 mm et 3,7 à 5,6 Km de longueur. Le côté ouest du périmètre est desservi par une conduite de 4,33 Km de 2000 mm de diamètre, qui a une première dérivation pour alimenter les secteurs 1 et 2 de 900 à 1200 mm de diamètre et une longueur de 4,2 Km. Après, le reste des secteurs (7 à 13) sont alimentés par des conduites entre 1800 et 800 mm de diamètre et longueurs diverses (voir tableau VII-2). La longueur totale des conduites d'adduction (transport et primaire) est de 70,4 Km.

VII-3.1) Dimensionnement des canalisations :

Après avoir calculé les débits des ilots, nous procédons au dimensionnement des conduites et 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 égale à 1.25 m/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

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

Avec :

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

- **Calcul des pertes de charges :**

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

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

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 :

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

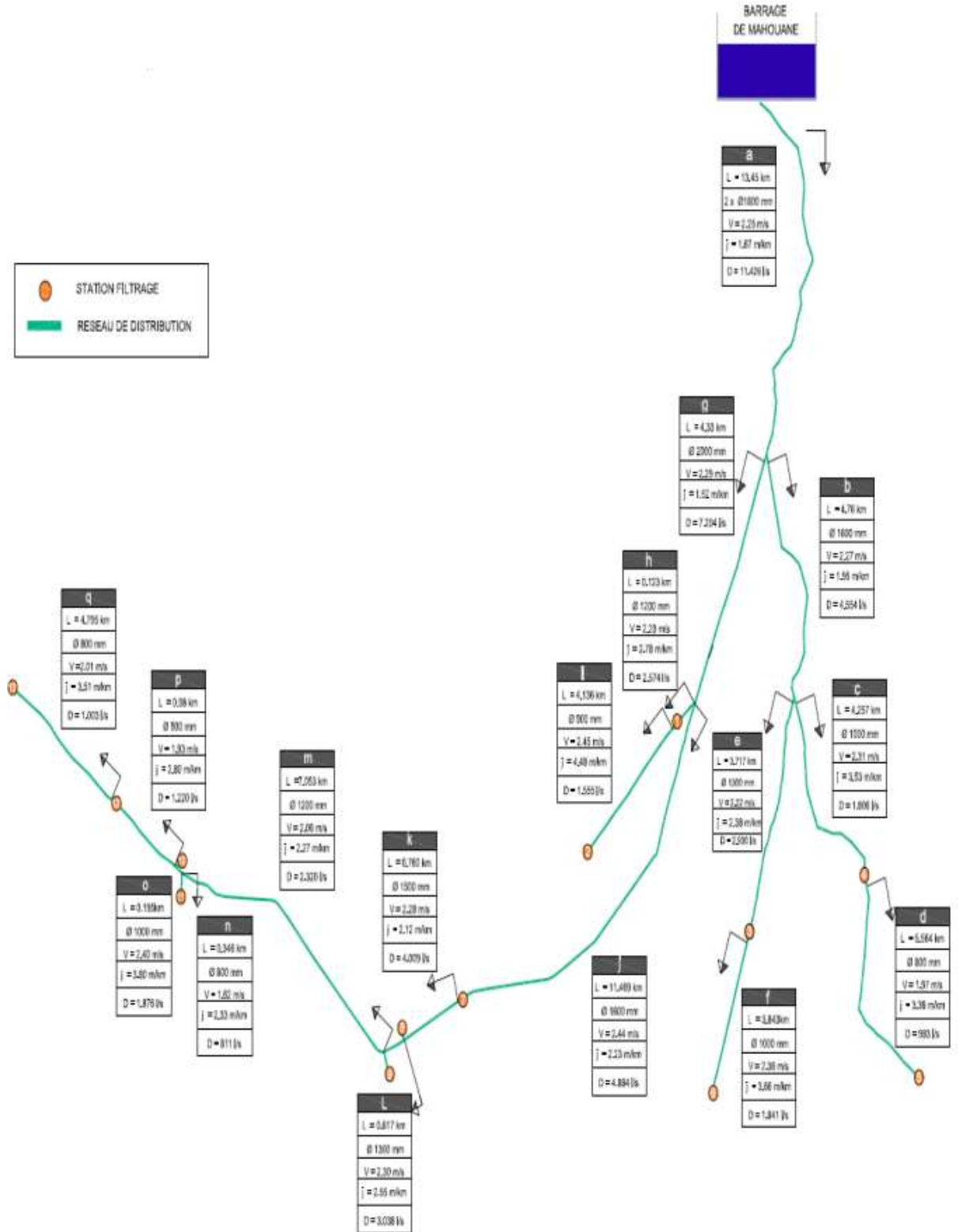
Les paramètres de perte de charge

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

Tableau VII-2 : Caractéristiques des conduites du système d'adduction (source ONID).

Tronçon	Secteurs	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	J (m/km)	Longueur (Km)	Δh singulières (m)	Δh Totals (m)
a	Tous	11.429	2x1.800	2,25	1,67	13,34	6,00	28,28
b	3-6	4.554	1.600	2,27	1,95	4,76	2,16	11,44
c	4, 5	1.806	1.000	2,31	3,53	4,26	1,97	17,01
d	5	983	800	1,97	3,38	5,56	2,19	20,98
e	3, 6	2.930	1.300	2,22	2,38	3,72	1,65	10,51
f	6	1.841	1.000	2,36	3,66	3,84	1,81	15,87
g	1, 2, 7-13	7.204	2.000	2,29	1,52	4,33	1,98	8,56
h	1, 2	2.574	1.200	2,29	2,78	0,12	0,05	0,39
i	2	1.555	900	2,45	4,48	4,14	2,03	20,58
j	7-13	4.884	1.600	2,44	2,23	11,47	5,60	31,18
k	8-13	4.009	1.500	2,28	2,12	0,76	0,35	1,96
l	9-13	3.038	1.300	2,3	2,55	0,62	0,29	1,87
m	10-13	2.320	1.200	2,06	2,27	7,05	2,90	18,91
n	11	811	800	1,62	2,33	0,35	0,11	0,93
o	10, 12, 13	1.876	1.000	2,4	3,8	0,2	0,10	0,86
p	12, 13	1.220	900	1,93	2,8	0,98	0,38	3,12
q	13	1.003	800	2,01	3,51	4,8	1,93	18,78

Figure VII-1 Schéma du réseau d'adduction Source ONID



VII-4) Les conduites de distribution

Pour le réseau secondaire, les pressions d'approvisionnement sont sensiblement inférieures à celles du réseau primaire. En effet, on trouve ce type de conduite après les régulateurs de pression et les filtres qui donnent l'entrée aux secteurs définis. Ils ont été conçus pour une pression maximale de 10 atmosphères.

Les accès pour l'implantation de ces conduites seront plus difficiles puisque on les retrouve tout au long du réseau des chemins secondaires. Il sera alors intéressant d'installer des matériaux légers, afin de faciliter le transport et la mise en place. On a choisi pour ces conduites le FONTE, le PVC et le PEHD selon le diamètre de la conduite : FONTE pour conduites de 600 à 1000 mm, PVC pour les conduites de diamètres 200 à 1000 mm et PEHD pour diamètres inférieurs à 200 mm

Pour les conduites tertiaires, à l'intérieur des îlots et avec des diamètres inférieurs à 200 mm, on recommande le PEHD pour la grande quantité de pièces de liaison préfabriquées, leur flexibilité, leur malléabilité et les facilités de montage offert par ce type de matériel.

A) Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

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

B) Conduite en acier

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

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est la corrosion.

C) Conduit en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile.

Leur inconvénient est le risque de rupture.

D) Conduit en PEHD

Il présente les avantages suivant :

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

Le calcul des diamètres des conduites de distribution a été réalisé à partir des vitesses maximales à l'intérieur des conduites. Le critère pour établir la vitesse maximale de l'eau à l'intérieur de la conduite a été le suivant :

- Vitesse maximale par $\varnothing_n < 300 \text{ mm} = 1,5 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale par $300 < \varnothing_n < 800 \text{ mm} = 2 \text{ m/s}$
- Vitesse maximale par $\varnothing_n > 800 \text{ mm} = 2,5 \text{ m/s}$

VII-5) Les stations de filtration

Le problème le plus grave et le plus fréquent dans les systèmes d'irrigation à pression est celui qui correspond aux obstructions. Celles-ci peuvent être causées par des particules organiques et inorganiques ou bien par des précipitations ou la prolifération de bactéries. En ces cas-là, l'eau provient d'un barrage ce qui favorisera la présence de matière organique (algues, poissons, etc.) et inorganique (limon et argile).

Le processus de filtration élimine les dites particules en suspension dans l'eau par son passage au travers d'un milieu poreux. Ces stations de filtration se situent en tête de chaque secteur et sont composés d'un filtre de maille autonettoyante dans un support en acier inoxydable. L'eau provenant de la conduite primaire passe par chaque filtre de maille qui retient toutes les particules qui pourraient obturer les conduites et mécanismes de contrôle. A chaque fois que le filtre dépasse une certaine quantité de saleté, un mécanisme automatique nettoie le filtre en utilisant une petite quantité d'eau ($0.175 \text{ m}^3/\text{nettoyage}$) pendant le processus de 25 seconds nécessaires pour le nettoyage complet des filtres. Ce processus se fait en continu, c'est à dire, l'eau d'irrigation est toujours disponible pour le réseau pendant le nettoyage des filtres.

Chaque station de filtration en tête de secteur est composée de plusieurs filtres en fonction du débit nécessaire pour chaque secteur. Le nombre de filtres par secteur dans notre périmètre est :

Tableau VII-3: Nombre de filtres par station de filtration et par secteur (Source ONID).

N° secteur et station	Superficie du secteur (ha)	Debit (l/s)	Nombre de filtres par station
1	1.606,34	1.470,66	5
2	1.677,40	1.555,16	5
3	1.753,69	1.617,14	5
4	1.189,42	1.124,41	4
5	1.122,68	983,39	3
6	1.966,00	1.840,60	6
7	1.195,17	1.230,59	4
8	1.303,20	1.326,87	4
9	964,63	995,76	3
10	693,38	668,50	3
11	828,41	811,16	3
12	460,68	490,93	2
13	1.000,50	1.002,62	3

Mise à part de ces filtres en tête de chaque secteur, on a prévu d'autres filtres au niveau du réseau secondaire et tertiaire :

- Filtres « chasse-pierres » de maille manuels au niveau d'îlot.
- Filtres da maille manuels de faible débit au niveau de parcelle (à installer par chaque agriculteur).

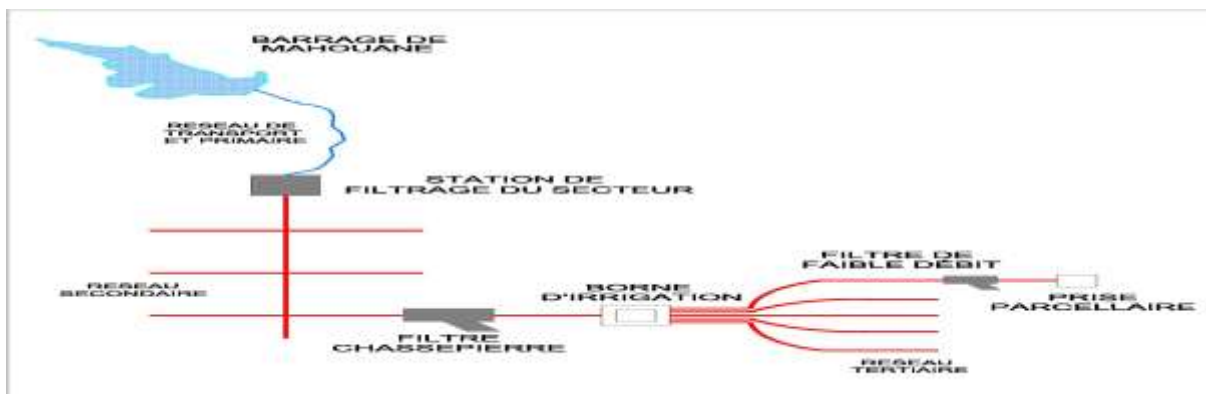


Figure VII-2 : Schéma générale du système de la filtration utilisée dans le périmètre.

Pourquoi utiliser les filtres?

L'utilisation de filtres n'est pas généralisée en Algérie pour systèmes d'irrigation, par contre l'utilisation de ces dispositifs dans les systèmes d'irrigation modernes est obligatoire en Espagne. On ne peut pas concevoir un système d'irrigation moderne sans filtration. La raison principale est protégée d'autres équipements plus chers et très sensibles aux obstructions et aux éléments solides qui puissent arriver à l'intérieur de la conduite à différents niveaux du système. Une deuxième raison est garantir la qualité physique de l'eau aux agriculteurs. Et une troisième raison est garantir le bon fonctionnement des éléments qui conforment le système d'irrigation.

VII-6) Îlots types

Election des îlots types

Un îlot type a été étudié dans ce projet. On a choisi l'îlots qu'on a considérés les plus représentatifs dans l'aire d'étude.

La superficie de l'îlot est généralement comprise entre 10 et 50 ha. Cette limitation résulte des considérations ci-après :

1. Approximativement un 33% de la superficie du périmètre irrigable est représenté par des tailles comprises entre 10 et 50 ha.
2. La rareté des micros parcelles ($S \leq 3$ Ha) qui ne représente que 3,1% de la superficie irrigable délimitée.
3. Les îlots à superficie majeure à 50 ha, aussi à un degré de représentation important au périmètre d'irrigation, présentent des besoins bruts par hectare mineurs, assumés avec les débits à garantir en borne d'irrigation prévus
4. La typologie des exploitations agricoles projetée.
5. La standardisation de matériels (choix de bornes, filtres,...).

VII-7) Modes d'irrigation et équipement des îlots types

L'îlot type a fait l'objet d'une étude d'équipement par différentes modes d'irrigation :

- Aspersion fixe (couverture totale).
- Aspersion avec rampes déplaçables (couverture partielle).
- Aspersion mécanisée par pivot.
- Micro irrigation (goutte à goutte).

L'analyse des équipements par les différents modes d'irrigation montre que les systèmes d'irrigation par aspersion sont les plus indiquées pour les îlots de plus de 10 ha, Parmi les systèmes d'irrigation par aspersion on a choisi l'aspersion fixe pour les parcelles les plus grandes parce que l'amortissement des coûts dérivées d'une plus grande degré d'automatisation est plus rapide que dans les parcelles les plus petites. On a choisi l'aspersion par rampes déplaçables pour îlots avec des parcelles de taille moyenne et de forme régulière. Les systèmes d'irrigation par aspersion comme le pivot sont utilisé pour grandes extensions Pour exploitations cultivent de l'arboriculture fruitière on recommande l'irrigation goutte à goutte.

VII-8) Bornes d'irrigation

Les bornes d'irrigation se composent d'un ensemble d'éléments communs qui sont montés à chaque borne en fonction des parcelles alimentées par cette borne et les débits qu'il faut alimenter à chaque parcelle. Ces éléments sont les suivants :

1. Vanne opercule de fermeture élastique.
2. Col de cygne en montée.
3. Ventouse de trois fonctions avec manomètre.
4. Filtre « chasse-pierres ».
5. Vanne hydraulique réductrice de pression avec pilotage réducteur de pression
6. col de cygne en descente.
7. Vanne sphérique.
8. Collecteur supérieur d'acier à plusieurs prises.
9. Jointe démontable.
10. Vanne volumétrique avec pilotage réducteur de pression.
11. Ventouse de trois fonctions.

Ces éléments doivent être dimensionnés pour chaque parcelle en fonction du débit nécessaire, mais ils sont toujours les mêmes éléments. Il faudra installer le nombre d'éléments par borne nécessaires selon le nombre de parcelles à alimenter en eau d'irrigation.

TableauVII4 : Estimation le nombre de borne

Secteur	Superficie (ha)	Nombre d'îlots Nombre	Nombre Bornes d'irrigation	Nombre Sous bornes d'irrigation
12	460,7	11	11	9

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

$$Q_b = q_s \times S$$

Tel que :

Q_b : Débit de chaque îlot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'îlot en ha

VII-8-1) Choix du type de borne

Le choix de la Borne dépend de la surface :

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

VII.8.2) Choix du diamètre de la borne :

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

Tableau VII 5) : 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

VII.8.3) Calcul des débits des bornes :

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

Tableau VII 6) : Calcul des débits des ilots et choix des diamètres des bornes

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit spécifique (l/s/ha)	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
B1	1	0,68	1,06	0,721	24,88	150
	2	2,72	1,06	2,883		
	3	5,77	1,06	6,116		
	4	14,3	1,06	15,16		
B2	1	49,09	1,06	52,04	71,89	200
	2	18,73	1,06	19,85		
B3	1	6,87	1,06	7,282	43,81	200
	2	10,55	1,06	11,18		
	3	10	1,06	10,6		
	4	13,91	1,06	14,74		
B4	1	3,48	1,06	3,685	35,31	200
	2	1,32	1,06	1,398		
	3	16,28	1,06	17,25		
	4	1,87	1,06	1,977		
	5	0,86	1,06	0,908		
	6	1,44	1,06	1,521		
	7	8,08	1,06	8,565		
B5	1	12,39	1,06	13,13	32,63	150
	2	3,68	1,06	3,901		
	3	0,59	1,06	0,625		
	4	14,12	1,06	14,97		
B6	1	2,06	1,06	2,184	24,22	150
	2	3,21	1,06	3,403		
	3	1,17	1,06	1,24		
	4	5,23	1,06	5,544		
	5	3,27	1,06	3,466		
	6	1,47	1,06	1,558		
	7	2,22	1,06	2,353		
	8	2,51	1,06	2,661		
	9	1,71	1,06	1,813		

B7	1	27,32	1,06	28,96	31,35	150
	2	0,58	1,06	0,615		
	3	1,68	1,06	1,781		
B8	1	3,52	1,06	3,731	30,03	150
	2	3,15	1,06	3,339		
	3	1,77	1,06	1,876		
	4	19,89	1,06	21,08		
B9	1	5,54	1,06	5,872	80,2	200
	2	4,03	1,06	4,272		
	3	4,18	1,06	4,431		
	4	61,91	1,06	65,62		
B10	1	1,4	1,06	1,484	23,91	150
	2	1,86	1,06	1,972		
	3	3,49	1,06	3,699		
	4	4,02	1,06	4,261		
	5	11,79	1,06	12,5		
B11	1	6,26	1,06	6,636	90,02	200
	2	60,92	1,06	64,58		
	3	5,13	1,06	5,438		
	4	3,72	1,06	3,943		
	5	1,68	1,06	1,781		
	6	7,21	1,06	7,643		



Figure VII-3: Photo d'une borne d'irrigation



Figure VII-4 : Photo des détails des bornes d'exemple.

Tableau VII 7 : Résultat de calcul le réseau de distribution

point	N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L (km)	débit Q (l/s)	débit Q (M3/S)	Diamètre calculé (mm)	Diam Normalisé (mm)	Matériaux	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge linéaire ΔHl (m)	Perte de charge total ΔHt (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)
SF	Ro-SF	980	0,98	505,95	0,50595	718,065	1000	PVC	0,64	0,3984	0,438	906,06	953,22	47,16
B1	SF-B1	154,68	0,15468	32,85	0,03285	182,969	200	PEHD	1,05	0,8284	0,911	912,55	952,31	39,76
N2	SF-N2	560,69	0,56069	473,1	0,4731	694,363	600	PVC	1,67	2,5629	2,819	908,99	946,45	37,46
NB	N2-NB	12	0,012	214,58	0,21458	467,633	500	PVC	1,09	0,0281	0,031	909,02	946,42	37,4
NC	NB-NC	555,76	0,55576	323,94	0,32394	574,569	600	PVC	1,15	1,191	1,31	912,6	945,11	32,51
B8	NB-B8	73,83	0,07383	189,26	0,18926	439,177	400	PVC	1,51	0,4101	0,451	909,21	936,72	27,51
B7	NC-B7	73,83	0,07383	13,77	0,01377	118,461	150	PEHD	0,78	0,2928	0,322	916,1	942,96	26,86
N3	NC-N3	206,85	0,20685	162	0,162	406,32	400	PVC	1,29	0,8419	0,926	917	944,18	27,18
B5	N3-B5	255,78	0,25578	43,06	0,04306	209,482	200	PEHD	1,37	2,3536	2,589	917,2	931,99	14,79
ND	N3-ND	272,94	0,27294	132,43	0,13243	367,37	400	PVC	1,05	0,7423	0,817	921	943,36	22,36
B6	ND-B6	73,83	0,07383	27,8	0,0278	168,319	160	PEHD	1,38	0,8641	0,951	919,97	942,41	22,44
NE	ND-NE	549,01	0,54901	104,63	0,10463	326,541	400	PVC	0,83	0,9321	1,025	925	933,25	8,25
B4	NE-B4	73,83	0,07383	46,77	0,04677	218,32	250	PEHD	0,95	0,2626	0,289	923,12	931,42	8,3
B3	NE-B3	963,63	0,96363	57,86	0,05786	242,828	250	PEHD	1,18	5,246	5,771	931,73	927,48	-4,25
NA	N2-NA	1233,56	1,23356	323,94	0,32394	574,569	600	PVC	1,15	2,6436	2,908	920,3	929,53	9,23
B10	NA-B10	73,83	0,07383	17,38	0,01738	133,087	160	PEHD	0,86	0,3378	0,372	920,16	929,16	9
N1	NA-N1	311,51	0,31151	306,56	0,30656	558,943	600	PVC	1,08	0,5979	0,658	921,55	924,96	3,41
NF	N1-NF	12	0,012	306,56	0,30656	558,943	600	PVC	1,08	0,023	0,025	921,6	924,93	3,33

B9	NF-B9	73,83	0,07383	92,7	0,0927	307,362	315	PEHD	1,19	0,3249	0,357	921,9	924,57	2,67
NG	NF-NG	411,65	0,41165	213,86	0,21386	466,847	500	PVC	1,09	0,9568	1,052	923,5	922,95	-0,55
B2	NG-B2	1384,23	1,38423	118,91	0,11891	348,112	400	PVC	0,95	3,0353	3,339	931,01	911,31	-19,7
B11	NG-B11	73,83	0,07383	94,95	0,09495	311,07	315	PEHD	1,22	0,3408	0,375	925,28	922,57	-2,71

Conclusion

A travers ce chapitre ont dégagé les principales caractéristiques de notre système, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre des plaines sétifiennes.

Le périmètre est découpé en 11 ilots et comporte 11 bornes le réseau constitué par une conduit gravitaire qui alimenter les parcelles

Le barrage de Mahouane a un niveau d'exploitation 1083 NGA

La cote de têt de de secteur 12 et de 910m la cote piézomètre 988.26m, la pression à l'entrée de secteur 12 et de P=78.26m qui déplace la 7.8 bar

La conduit principale $CD_2 (SF_{12} \gg \gg B_1) \dots CD_1 (SF_{12} \gg \gg N_1) \dots CD_{11} (N_2 \gg \gg N_B \gg \gg N_3)$

$CD_{112} (N_3 \gg \gg N_d \gg \gg N_E \gg \gg B_3) \dots \dots CD_{12} (N_2 \gg \gg N_A \gg N_1 \gg \gg N_F) \dots CD_{121} (N_F \gg \gg \gg N_G \gg \gg B_2)$
 $CD_{111} (N_3 \gg \gg \gg B_5)$

La chute de pression a entre de nœud N_G il nécessite de pompage pour assurer l'alimentation de borne B11 et B2, pour assurer les pressions des bornes qui sont nécessaires a tout projection d'un d'irrigation.

INTRODUCTION:

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon, à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation (l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée) et de la technique d'arrosage a compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

VIII.1) Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :

VIII.1.1)-Donnes générales :

- L'irrigation par aspersion se fait pour les céréales **orge vert** située l'ilot N°1, la parcelle P02 est d'une superficie de 2.72 ha, qui dispose d'une pression aux bornes B1:2 de 3.97 bars, débit de borne 2.8832 (l/s)
- **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
- **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 22 jours par mois
- **Besoins en eau de pointes** : 102,68mm pour le mois de mai.
- **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de : $K = 6.5 \text{ mm/h}$.
- **Calcul de la Dose pratique** : La RFU est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y \times (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \times \text{Da} \times Z \dots\dots\dots(\text{VIII.1})$$

$$\text{RFU} = \frac{(25 - 15)}{100} \times 1.4 \times 0.7 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{65,33 \text{ mm}}$$

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

Da : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm (70 cm pour Le **orge vert**)

Hcc : humidité à la capacité au champ (25%)

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

VIII.1.2) Dimensionnement théorique:

Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes :

A) Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 6.5 \text{ mm/h}$.

On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante :

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

$$d = \frac{6.5 \cdot 1.04}{1.5} = 4.5 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \mathbf{d = 4.5 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur (Annex.2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.5mm.

B) la portée du jet (L) :

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots\dots\dots \text{(VIII.3)}$$

Tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 4.5^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 15.48 \text{ m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{L = 15.5 \text{ m}}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue (Annex.2), pour le diamètre de la buse de 4.5mm à une pression de 3.5 bar la portée est de 16,3m.

C) Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

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

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 4,6 m/s = 16,56 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1.3 \cdot 16.3 = 21.19 \text{ m}$$

$$E_L = 21 \text{ m}$$

$$E_a = 0.8 \cdot 16.3 = 13.04 \text{ m}$$

$$E_a = 13 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc

$$E_i=18m, \quad E_a=12m.$$

D) Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0.95 \cdot \frac{3.14 \cdot (4.5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 35} = 1.42 \text{ m}^3 / \text{h} \dots\dots(\text{VIII.4})$$

E) Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_i \cdot E_a} \dots\dots\dots(\text{VIII.5})$$

$$\text{Donc} \quad p = \frac{1.42}{18 \cdot 12} = 6.5 \text{ mm} / \text{h}$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=6.5 \text{ mm/h}$.

VIII.1.3) Calcul hydraulique :

Le temps nécessaire pour donner d'une dose par 1 asperseur :

A) Calcul du tour d'eau :

$$T(\text{eau}) = \frac{\text{DOSE}_{\text{RFU}} \times \text{NJ}}{B_{\text{point}} \text{ int } e} \dots\dots\dots(\text{VIII.6})$$

Avec :

$$\text{Dose}_{\text{RFU}} = 65,33 \text{ mm}$$

$$\text{NJ} = 22 \text{ jour/mois}$$

$$B_{\text{point}} = 102,68 \text{ mm}$$

$$T_{\text{eau}} = (65.33 \cdot 22) / 102.68 = 13.9 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 3 irrigations par mois, soit chaque 10 jours.

Efficienc e d'irrigation = **0.75**

$$\text{Besoin journalier} = 102,68 / 30 = \mathbf{3.42 \text{ mm}}$$

$$\text{La nouvelle dose réelle} = 10 \times 3.42 = \mathbf{34.2 \text{ mm}}$$

$$\text{La nouvelle dose brute} = 34.2 / 0.75 = \mathbf{45.6 \text{ mm.}}$$

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

$$T = \frac{\text{dose brute}}{p} = 45.6/6.5 = 7.01 \dots\dots\dots (\text{VIII.7})$$

le temps d'arrosage est de **7 heures** .

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur

B) volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_i \times E_a \\ = 2 \times 3 \times 0.06533 \times 18 \times 12 = 84,675 \text{ m}^3.$$

$$V = 84,675 \text{ m}^3.$$

C) Calcul de l'unité d'arrosage S_u :

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$S_u = S / (T \cdot n) = 2,72 / (10 \cdot 2) = 0.136 \text{ Ha} \dots\dots\dots (\text{VIII.8})$$

T : nombre d'irrigation fois par mois, chaque 10 jours

n: nombre de positions par jour

$$S_u = 1360 \text{ m}^2$$

D) Le nombre d'asperseurs :

$$N_{asp} = (\text{surface à arroser (m}^2\text{)}) / (\text{implantation (m}^2\text{)}) \dots\dots\dots (\text{VIII.9})$$

$$N_{asp} = 1360 / (18 \cdot 12) = 6.30$$

Donc on a 7 asperseurs par poste

E) calcul du nombre de rampes :

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{l \text{ arg euer}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{153}{2} - \frac{12}{2} = 70.5 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{VIII.10})$$

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe} : N_a = \frac{l \cdot r}{E_a} + 1 = \frac{70.5}{12} + 1 = 7 \dots\dots\dots (\text{VIII.11})$$

$$\text{La surface } 153 \cdot 178 = 2.72 \text{ ha}$$

$$\text{Nombre de rampes : } N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{7}{7} = 1 \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.12)}$$

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.
 $= 1.42 \times 7 = 9.94 \text{ m}^3/\text{h}.$ \dots\dots\dots \text{(VIII.13)}

Le débit de la rampe = Le débit de la rampe * Nombre de rampes
 $= 9.94 * 1 = 9.94 \text{ m}^3/\text{h}.$ \dots\dots\dots \text{(VIII.14)}

VIII.1.3.1) Dimensionnement des canalisations :

A) calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$i = a \frac{Q^b}{D^c} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.15)}$$

Avec : i : perte de charge unitaire en m/m

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 \text{ n}^2; \quad b=2; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E , avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[\frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.16)}$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoqué par le débit Q entrant dans la rampe de diamètre D .

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L_f , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = i \cdot L_f \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.17)}$$

Soit F_c le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

$$F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b \dots\dots\dots (VIII.18)$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit :

$$F_c = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2} \dots\dots\dots (VIII.19)$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement E . le rapport L_i/L_r vaudra :

$$F_m = \frac{F_c - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}} \dots\dots\dots (VIII.20)$$

En effet, du point de vue perte de charge, la rampe de notre réseau est équivalente à une conduite portant un débit de 9,94 m³/h sur une longueur fictive égale à 70,5 m.

Pour l'asperseur le plus défavorisé, le trajet le plus long est donc de valeur réelle et de (360 + 70.5 = 430.5 m) en longueur fictive.

La pression de fonctionnement de l'asperseur est de 3 bars. L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 0.7 bars (7m) entre l'asperseur le plus défavorisé (à l'extrémité du trajet de 430.5 m) et l'asperseur le plus favorisé (au voisinage de la desserte). La perte de charge unitaire moyenne sur ce trajet serait donc :

$$i = \frac{7}{430.5} = 0.0162 \text{ m / m} \dots\dots\dots (VIII.21)$$

B) Diamètre de la Porte rampe:

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

-Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) : tq $Q_{pr}=9.94\text{m}^3/\text{h}=2.76\cdot 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,94}{3.14 \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 44,20 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.22)}$$

-Les diamètres économiques se calculent sur base des vitesses économiques (entre 1.25 et 1.5 m/s) :

$$48,42 \text{ mm} < D_{\text{éco}} < 53,04 \text{ mm}.$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 49,9 mm est le plus approprié.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.0162m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot (9.94)^2}{0.0162 \cdot (3600)^2}} = 65.45 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.23)}$$

Seules les conduites de diamètre 49,9 à 201.5 mm respectent cette condition.

-Le choix se portera en vue de ces trois contraintes sur la conduite de diamètre 68.9mm.

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \dots\dots\dots \text{(VIII.24)}$$

Donc

$$i = 0.00103 \frac{(9.94)^2}{(0.0689)^{5.333} \cdot (3600)^2} = 0.0123 \text{ m/m}$$

-Les pertes de charge sur la porte rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0.0123 \cdot 153 = 1.885 \text{ m} \dots\dots\dots \text{(VIII.25)}$$

C) Diamètre de la rampe :

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de : $7 - 1.885 = 5,11\text{m}$.

La longueur fictive de la rampe étant de 430.5 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{5.11}{430.5} = 0.0118 \text{ m / m} \dots\dots\dots \text{(VIII.26)}$$

-Le diamètre minimum admissible qui correspondra à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9.94}{\pi \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 44.0 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{VIII.27})$$

Les conduites qui respectent cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 49.9 mm à 201.5 mm

-Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

Pour $1.25 < v < 1.5 \text{ m/s}$ on a $53.04 > D_{\text{éco}} > 48.42 \text{ mm}$.

Donc le diamètre le plus approprié est $d = 68.9 \text{ mm}$.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.0118m/m est :

$$D_t = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{i}} = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot (9.94)^2}{0.0118 \cdot (3600)^2}} = 69.46 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{VIII.28})$$

Les diamètres qui respectent la condition sont ceux allant de 68.9mm jusqu'à 201.5mm.

-Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de 68.9mm.

-La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \dots\dots\dots (\text{VIII.29})$$

Donc

$$i = 0.00103 \frac{(9.94)^2}{(0.0689)^{5.333} \cdot (3600)^2} = 0.0123 \text{ m/m}$$

-Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0.0123 \cdot 70.5 = 0.869 \text{ m}$$

D'où Les pertes de charge sur l'installation seront égales à

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ de port rampe} + \Delta H \text{ de la rampe} \dots\dots\dots (\text{VIII.30})$$

$$\Delta H_t = 1.885 + 0.869 = 2.75 \text{ m.}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

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

paramètres	Porte rampe	rampe
Longueur (m)	153	70.5
Diamètre (mm)	68.9	68.9
Débit (m ³ /h)	9.94	9.94
Vitesse réelle (m/s)	0,74	0.74
Perte de charge totale (m)	1.885	0,869

VIII.1.3.2) Calcul de la pression à la tête de la parcelle

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

$$H=H_1+ H_2+ H_3 \quad \dots\dots\dots (VIII.31)$$

$$H=30+2.75+0=32.75>30m$$

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).

Remarque :

P=3,275 bar, ce qui est suffisant et disponible pour la borne d'irrigation de notre ilot qui est à 39,76m d'où la pression de la borne01 de ilot1 est telle que $P_{B1}=3.976bar$

VIII.2) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte :**VIII.2.1) Données générales :**

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°01, la parcelle N°3 alimentée par la borne **B1.3** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.9 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 5.77 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- **La culture : Olivier**
- **besoin de pointe** : 201.49 mm en juillet
- **caractéristiques de la surface occupées par l'olivier** :
 - surface : 5.77 ha
 - longueur : 306m
 - largeur : 188 m
- **Organisation du réseau** : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m et 2 goutteurs pour chaque arbre.
- **Caractéristique du goutteur** :
 - Débit nominal : 4l/h
 - Pression nominal : 10 m.c.e
 - Espacement des goutteurs : 2 m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VIII.2.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

A. 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) :

$$K_r = C_s / 0.85 \dots \dots \dots (VIII.32)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s) \dots \dots \dots (VIII.33)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = C_s + 0.1 \dots \dots \dots (VIII.34)$$

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

$K_r=0.70$ Selon KELLER et KARMELI

$K_r=0.80$ Selon Freeman et Garzoli

$K_r=0.70$ Selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j \times K_r \quad \dots\dots\dots(VIII.35)$$

Le besoin maximum = 201.49 mm (mois de pointe juillet)

$$B_{ji}=201.49 \times 0.8/30=5.37\text{mm/j}$$

B) 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 :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P\% = \text{RFU} \times P\% \quad \dots\dots\dots(VIII.36)$$

Tel que :

H_{cc} : humidité a la capacité au champ (25%)

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

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

Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm)

D_a : Densité apparente 1.4

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P \% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots (VIII.37)$$

Avec :

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P\% = 25\%$$

$$\text{Donc : } D_p = (25\% - 15\%) \times 25\% \times 1.4 \times 1500 \times 2/3 = 35 \text{ mm}$$

C) Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p}{C_u \times Eff} \dots\dots\dots (VIII.38)$$

Avec :

C_U : coefficient d'uniformité qui est égal à 90%

E_{ff} : efficacité du réseau d'irrigation qui est égal à 90%

D'où :

$$D_{brute} = \frac{35}{0.9 \times 0.9} = 43.21 \text{ mm}$$

D) Calcul de la fréquence d'arrosage :

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{dose .nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots (VIII.39)$$

$$Fr = \frac{35}{5.37} = 6,52 \text{ . jours}$$

Donc on prend $F_r=7\text{jour}$, et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$Dr = 7 \times 5.37 = 37.59 \text{ mm}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a :

$$D_{brute} = \frac{37,59}{0.9 \times 0.9} = 46.40 \text{ mm}$$

C_U : coefficient d'uniformité = 90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation = 90%

E) La durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots (VIII.40)$$

Avec :

S_d : Espacement entre les distributeurs.

S_r : Espacement entre les rangs.

n : le nombre des goutteurs.

Q_g Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{46.4 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 46.4 \text{ .heures / mois}$$

F) Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{Durée .d'arrosage}}{Fr} \dots\dots\dots (VIII.41)$$

$$D_j = \frac{46.4}{7} = 7 \text{ .heures / jours}$$

G) Nombre de postes :

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{7} = 2.85 \text{ postes} \dots\dots\dots(\text{VIII.42})$$

H) La surface du poste :

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{la surface totale}}{\text{le nombre de postes}} = \frac{5.77}{2} = 2.88 \text{ ha} \dots\dots\dots(\text{VIII.43})$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et des portes rampes.

VIII.2.3) Calculs hydrauliques :**A. Conditions hydrauliques de base :**

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10 \% \dots\dots\dots(\text{VIII.44})$$

La variation maximale de la pression : $q = K \times H^X \dots\dots\dots(\text{VIII.45})$

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant

H : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau

X : exposant caractérisant le goutteur

X= 0.3 à .8 pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant X est voisin de 0, dans notre cas on prend X=0.5.

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots(\text{VIII.46})$$

Avec :

q(g) : Débit nominal du goutteur

H(n) : Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\text{max})}{10} \quad \Delta H(\text{max}) = 1/0.5 = 2 \text{ mce} = 0.2 \text{ bar}$$

B. Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_g \dots\dots\dots (VIII.47)$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (VIII.48)$$

Avec :

Q_r : débit de la rampe (l/h)

Q_{pr} : débit du porte rampe (l/h)

Q_g : débit du goutteur (l/h)

N_r : nombre de rampes

N_g : nombre de goutteurs

Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

La longueur de la rampe est de : 94 m

La longueur de la porte rampe est de : 306 m

C. Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{arbres / rampe} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{94}{4} = 24 \text{ arbres} \dots\dots\dots (VIII.49)$$

D. Le nombre de goutteurs par rampe :

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 24 \times 2 = 48 \text{ goutteurs} \dots\dots\dots (VIII.50)$$

E. Le nombre des rampes :

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{306}{4} = 77 \text{ rampes} \dots\dots\dots (VIII.51)$$

F. Débit de la rampe :

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 l/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 l/h pour les cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g$$

$$Q_r = 4 \times 48 = 192 \text{ l/h}$$

G. Débit de la porte rampe :

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

$$Q_{pr} = 192 \times 77 = 14784 \text{ l/h} = 4.11 \text{ l/s}$$

H. Le nombre de porte rampe :

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

I. Débit de la conduite tertiaire :

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots (VIII.52)$$

$$Q_{ct} = 14784 \times 1 = 14784 \text{ l/h} = 4.11 \text{ l/s}$$

VIII.2.3.1) Dimensionnement des canalisations du réseau :

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité ou bien en polyéthylène de haute densité, et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

- **La conduite tertiaire (conduite d'approche) :**

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

- **Porte-rampes :**

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

- **Les rampes :**

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité, diamètre normalisé 16,20,25,32,40,50,63,75,90,110,125mm), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

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

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P. d. c (r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VIII.53)$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P. d. c (pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (VIII.54)$$

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
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

VIII.2.3.2) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge :

A) 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 = 16 mm, Perte de charge selon hazen-williams.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{Cw} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots (VIII.55)$$

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (l/h)

D : diamètre intérieur de a canalisation

CW=140 ; L=94m ; D=0.016m ; Q=192l/h=5.33*10⁻⁵m³/s

D'où , Perte de charge=0.722 m

B) Calcul du diamètre :

$$\varnothing_{r(cal)} = \left[\frac{P. d. c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(VIII.53)$$

$$\varnothing_{pr(cal)} = 51.4 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 63 mm.

C) Vérification de la perte de charge :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots(VIII.55)$$

CW=140 PEBD, L= 94 m, D=0.063 m, Q= 192 l/ h = 5.33×10⁻⁵ m³/s

ΔH Rampe= **0.912 m** la perte de charge est inférieure a 1.2 m.c.e , la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par CHRISTIANSEN

VIII.2.3.3) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge :**a) Calcul du diamètre :**

$$\varnothing_{pr(cal)} = \left[\frac{P. d. c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(VIII.54)$$

$$\varnothing_{pr(cal)} = 100.4 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 110 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots(VIII.55)$$

CW=140 PEBD, L= 306 m, D=0.1004 m, Q= 14784 l/ h = 4.11×10⁻³ m³/s

$$\Delta H \text{ Porte rampe} = \mathbf{0.615 \text{ m}}$$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.527 m, sont inférieures à 1.8 m.

On remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

VIII.2.3.4) Calcul du diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.15 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)

On supposee que la vitesse 0.75m/s

Le débit 6.1162l/s d'où D_{cal}=101.89mm

D_{norm}=110mm V_{cal}=0.65m/s L=10m

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots(VIII.55)$$

$$\Delta H = 0.042m$$

VIII.2.3.5) La pression d'eau a la borne de distribution :

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

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

Tableau VIII.2 : tableau récapitulatif des pertes de charges.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	94	306	10
Diamètre(m)	0.063	0.110	0.110
Débit (m ³ /s)	5.33×10 ⁻⁵	4.11×10 ⁻³	6.11×10 ⁻³
Pertes de charge(m)	0.912	0.615	0.042
La vitesse (m/s)	0.017	0.43	0.65

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

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

$$P(m) = 10 + 0.912 + 0.615 + 0.042 = \mathbf{11.569m.}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte a goutte.

En ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture de l'orge verte par le système d'aspersion.

Pour l'irrigation localisée, on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement.

Pour ce réseau nous avons choisi l'irrigation une parcelle d'Olivier.

Introduction

La pose des canalisations joue un rôle très important dans leur stabilisation et leur durabilité. C'est pourquoi, et également dans le but d'obtenir une meilleure coordination des travaux sur le terrain, nous allons exposer de façon générale, la pose de canalisation à effectuer dans notre périmètre, une chronologie des travaux, ainsi que les engins de terrassement qui vont être utilisés pour la mise en place des conduites.

L'étude du devis estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur le terrain, on multiplie le volume des travaux par le prix unitaire.

IX.1) Les actions reçues par les conduites:

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

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

IX.2) Exécution des travaux

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

- Vérification, manutention des conduites
 - Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
 - Emplacement des jalons des piquets
 - Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards
- 92
- Aménagement du lit de pose
 - La mise en place des canalisations en tranchée
 - Assemblage des tuyaux
 - Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints

- Remblai des tranchées

IX-3) Choix des engins de terrassement

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

A) Bulldozer

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



Figure IX.1 : Le Bulldozer

B) Pelle équipée en rétro

On opte pour un excavateur à godet de $0,5\text{m}^3$, pelle équipée en rétro, vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

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



Figure IX.2: Pelle équipée en rétro

C) Les chargeurs

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

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



Figure IX.3 : Le Chargeur

IX.4) Calcul des volumes de déblais et remblais :

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

- La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est de :

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)} \dots \dots \dots \text{(IX.1)}$$

- La hauteur est de :

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)} \dots \dots \dots \text{(IX.2)}$$

Avec :

- h_{sable} : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres
Sois L la longueur de la tranchée en mètres.
- D : diamètre de la conduite.

IX.4.1) Volume du déblaiement :

Le volume des déblaiements sera alors égale à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)} \dots \dots \dots \text{(IX.3)}$$

IX.4.2) Volume de remblais :

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}} \dots \dots \dots \text{(IX.4)}$$

$$\text{Avec : } V_{\text{cond}} = \left(\pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L \dots \dots \dots \text{(IX.5)}$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left(\pi \frac{D^2}{4} \right) \cdot L$$

IX.4.3) Volume de sable :

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l \dots \dots \dots \text{(IX.6)}$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

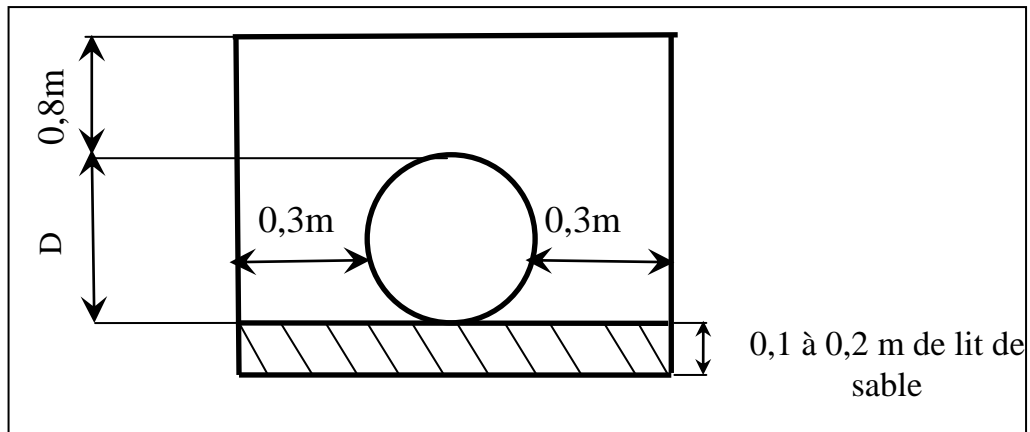


Figure IX.4 : Disposition de la conduite dans une tranchée

A) Déblaiement :

Le prix du mètre cube de déblayage est de 250DA.

Le déblaiement correspondant à la pose des conduites est de : **12483.29 m³**.

D'où :

$$F_{\text{deb}} = 12483.29 \times 250$$

$$F_{\text{deb}} = \mathbf{3.120.822 \text{ DA}}$$

B) Remblais :

Le prix du mètre cube de remblai est de 100DA d'où :

$$F_{\text{remb}} = 10570.664 \times 100$$

$$F_{\text{remb}} = \mathbf{1.057.066 \text{ DA}}$$

C) Sable :

Le prix du mètre cube de sable est de 800 DA d'où :

$$F_{\text{sable}} = 1676.22 \times 800$$

$$F_{\text{sable}} = \mathbf{1.340.976 \text{ DA}}$$

Alors le cout totale des travaux publics :

$$P_t = F_{\text{deb}} + F_{\text{remb}} + F_{\text{sable}}$$

$$P_t = \mathbf{3.120.822 + 1.057.066 + 1.340.976}$$

$$P_t = \mathbf{5.518.864 \text{ DA}}$$

Tableau IX.1 : Calcul des volumes des déblais et remblais du réseau de distribution.

type conduit	N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Matériaux	Diam Normalisé (mm)	Largeur du tronçon L(m)	hauteur L(m)	V déblai (m3)	V sable (m3)	V conduit (m3)	V remblai (m3)
principale	Ro-SF	980	PVC	1000	1,6	2	1960	196	769,3	1190,7
principale	SF-B1	154,68	PEHD	200	0,8	1,2	185,616	30,936	4,856952	180,759048
principale	SF-N2	560,69	PVC	600	1,2	1,6	897,104	112,138	158,450994	738,653006
principale	N2-NB	12	PVC	500	1,1	1,5	18	2,4	2,355	15,645
principale	NB-NC	555,76	PVC	400	1	1,4	778,064	111,152	69,803456	708,260544
Secondaire	NB-B8	73,83	PVC	400	1	1,4	103,362	14,766	9,273048	94,088952
Secondaire	NC-B7	73,83	PEHD	150	0,75	1,15	84,9045	14,766	1,304022375	83,60047763
principale	NC-N3	206,85	PVC	400	1	1,4	289,59	41,37	25,98036	263,60964
principale	N3-B5	255,78	PEHD	200	0,8	1,2	306,936	51,156	8,031492	298,904508
principale	N3-ND	272,94	PVC	400	1	1,4	382,116	54,588	34,281264	347,834736
Secondaire	ND-B6	73,83	PEHD	160	0,76	1,16	85,6428	14,766	1,48368768	84,15911232
principale	ND-NE	549,01	PVC	400	1	1,4	768,614	109,802	68,955656	699,658344
Secondaire	NE-B4	73,83	PEHD	250	0,85	1,25	92,2875	14,766	3,622284375	88,66521563
principale	NE-B3	963,63	PEHD	250	0,85	1,25	1204,5375	192,726	47,27809688	1157,259403
principale	N2-NA	1233,56	PVC	600	1,2	1,6	1973,696	246,712	348,604056	1625,091944
Secondaire	NA-B10	73,83	PEHD	160	0,76	1,16	85,6428	14,766	1,48368768	84,15911232
principale	NA-N1	311,51	PVC	600	1,2	1,6	498,416	62,302	88,032726	410,383274
principale	N1-NF	12	PVC	600	1,2	1,6	19,2	2,4	3,3912	15,8088
Secondaire	NF-B9	73,83	PEHD	315	0,915	1,315	97,08645	14,766	5,750738674	91,33571133
principale	NF-NG	411,65	PVC	500	1,1	1,5	617,475	82,33	80,7863125	536,6886875
principale	NG-B2	1384,23	PVC	400	1	1,4	1937,922	276,846	173,859288	1764,062712
Secondaire	NG-B11	73,83	PEHD	315	0,915	1,315	97,08645	14,766	5,750738674	91,33571133
						somme	12483,299	1676,22	1912,63506	10570,6639

Conclusion générale

Les Plaines Sétifiennes présente des sols homogènes caractérisés par une texture fine les sols calcimagnésiques sont les plus répandus dans le secteur, Il y a lieu de souligner que «les Plaines Sétifiennes» est une région agricole par excellence, De plus l'aspect pédologique est à respecter les terres de la plaine ont une texture fine (limono-argileuse) il faut donc ramener l'eau à la parcelle avec de faible intensité afin de ne pas dégrader la structure, Donc de diminuer le risque d'érosion des sols.

Le volume des ressources en eau souterraine n'est pas suffisant pour des objets d'irrigation, L'eau souterraine est extraite des nombreux puits creusés.

La zone se caractérise par une nappe phréatique superficielle cependant ces dernières années, suite à la sécheresse persistante à une exploitation continue, le niveau de la nappe a baissé considérablement, Cette nappe est surexploitée par pompage, la nappe est actuellement menacée par la pollution des rejets industriels.

L'eau décernée au périmètre provient d'un système de distribution en conduite sous pression (gravitaire) alimenté à partir du barrage de MAHOUANE.

Nous disposons donc d'une pression suffisante au niveau de chaque borne permettant ainsi d'utiliser ces deux systèmes, sont fortement adaptés aux conditions naturelles du terrain surtout la perméabilité qui est faible.

La détermination de la technique qui sera employé pour l'irrigation se base sur les données topographiques, hydrologiques, pédologiques et climatologiques recueillis sur la région ainsi que sur la qualité de l'eau, les types de cultures et de leurs besoins en eau techniques d'arrosages performantes (aspersion, goutte à goutte) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

- L'étude du climat (précipitation – température), montre que notre région a une précipitation moyenne annuelle de 365.5 (mm) et une température de 0,4 °C en hiver et 37,7 °C en été. Donc on aura un climat Semi-aride a Sous étage : Hiver frais

La moyenne mensuelle de l'humidité relative est de 70% à Sétif.

Le choix de l'irrigation localisée c'est porté sur les cultures en lignes, nous avons donc fait la projection sur une parcelle portant les oliviers.

L'introduction de cette culture sur notre périmètre se justifie aussi sur le plan écologique, la région étant très sujette à l'érosion.

Quant à l'aspersion, notre choix à porter sur une parcelle de céréale, Cette culture étant la culture de référence dans cette région agro-pastorale, donc l'intérêt socio-économique n'est pas à contester.

La connaissance des caractères physico-chimique des sols permettra par cette occasion l'introduction de nouvelles cultures dans la plaine.

L'irrigation par aspersion peut être utilisée au niveau de notre périmètre surtout pour les cultures céréalières en effet la qualité médiocre de l'eau d'irrigation pourrait causer des dégâts sur d'autres cultures, par contre à l'irrigation localisée le problème de qualité d'eau

ne se pose pas donc cette technique peut être appliquée à toute les cultures en ligne maraîchères ou arboricultures.

Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des conditions socio-économique de la plaine.

L'instauration de l'assolement en rotation permet de préserver les caractéristique physico-chimique ainsi que de lutter contre certaines maladies.

Les matériaux utilisés pour les conduites de diamètres important sont en PVC alors que ceux de diamètres réduits sont en PEHD (Polyéthylène à Haute Densité)

Référence Bibliographique

- IRRIGATION : LES RESEAUX D'IRRIGATION, THEORIE, TECHNIQUE ET ECONOMIE DES ARROSAGES. Par CH.OLLIER et M.POIREE (Eyrolles 1981).
- IRRIGATION PAR ASPERSION : RESEAU DE DISTRIBUTION SOUS PRESION R. CLEMENT et GALLAND (paris 1979).
- LES BESOINS EN EAU DES CULTURES (Bulletin FAO d'irrigation et drainage (N°24))
- QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION (Bulletin FAO d'irrigation et drainage (N29°)).
- IRRIGATION LOCALISEE (bulletin FAO d'irrigation et drainage (N°36)).
- CROPWAT- UN LOGICIEL POUR LA PLANIFICATION ET LA GESTION DES SYSTEMES D'IRRIGATION (bulletin FAO d'irrigation et drainage (N°46)).
- hydrolab- un logiciel pour l'étude hydrologique.
- Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID)
- Bureau d'étude AMENHID

ANNEXE 1

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 1.1

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 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	6.0	6.0
	4.0	19.0	3.73	24/24	24/30	576	720	6.5	6.7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

type conduit	N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Diam Normalisé (mm)	Matériaux	le prix de unite (DA)	le prix total (DA)
principale	Ro-SF	980	1000	PVC	40645,62	39832708
principale	SF-B1	154,68	200	PEHD	2397,85	370899,44
principale	SF-N2	560,69	600	PVC	31215,03	17501955
principale	N2-NB	12	500	PVC	14500,9	174010,8
principale	NB-NC	555,76	400	PVC	9500,9	5280220,2
Secondaire	NB-B8	73,83	400	PVC	9500,9	701451,45
Secondaire	NC-B7	73,83	150	PEHD	631,13	46596,328
principale	NC-N3	206,85	400	PVC	9500,9	1965261,2
principale	N3-B5	255,78	200	PEHD	2397,85	613322,07
principale	N3-ND	272,94	400	PVC	9500,9	2593175,6
Secondaire	ND-B6	73,83	160	PEHD	1526,93	112733,24
principale	ND-NE	549,01	400	PVC	9500,9	5216089,1
Secondaire	NE-B4	73,83	250	PEHD	3709,88	273900,44
principale	NE-B3	963,63	250	PEHD	3709,88	3574951,7
principale	N2-NA	1233,56	600	PVC	31215,03	38505612
Secondaire	NA-B10	73,83	160	PEHD	1526,93	112733,24
principale	NA-N1	311,51	600	PVC	31215,03	9723794
principale	N1-NF	12	600	PVC	31215,03	374580,36
Secondaire	NF-B9	73,83	315	PEHD	5881,51	434231,88
principale	NF-NG	411,65	500	PVC	14500,9	5969295,5
principale	NG-B2	1384,23	400	PVC	9500,9	13151431
Secondaire	NG-B11	73,83	315	PEHD	5881,51	434231,88

Tableau IX.2 : le cout des canalisations.

D'où Le cout total des canalisations :

$$P_{\text{canalisations}} = 146.963.184 \text{ DA}$$

IX .5) facture des équipements du réseau de distribution.

- POMPAGE : deux pompe pour un HMT 20 m et 4 m
- LA STATION DE FILTRATION
- VENTOUSE : trois ventouses
- VIDANGE : quatre vannes de vidange
- BORNE DOUBLE : 9 bornes
- BORNE SIMPLE : 3 bornes

Conclusion

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