



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : Irrigation

THEME DU PROJET :

Etude d'aménagement hydro-agricole des plaines Sétifiennes à partir du barrage de MAHOUANE W.Sétif (secteur 09) d'une superficie de 964.6 ha.

PRESENTE PAR :

M^r : Hamlaoui .Kamal

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr AZIB Makhlouf	Professeur	Président
Mr BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Examinateur
Mme MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examinatrice
Mr BOUZIANE Omar	M.A.B	Examinateur
Mme SAADOUNE Samra	M.C.B	Promotrice

Session Juin 2018-

∞ REMERCIEMENTS ∞

*Mes Remerciements vont, tout d'abord, à Ma Promotrice
M^{me} : SAADOUNE.S, 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'ANRH
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
moralement, 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

HAMLAOUI KAMEL

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Ma mère fatiha

Mon père seddik

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mes frères : Elsherif et Antar.

Mes amis: hamza, ,ayoub, zaki, younes, Rastom, nabil, issa, bilal, dahmi, riad ; amine et les autres qui sont nombreux.

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

KAMAL 2018

ملخص:

يندرج الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة هذه، ضمن إطار دراسة ومتابعة استغلال المساحات المسقية في سهول سطيف من مياه سد مهوان المتواجد بذات الولاية، والذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية، عن طريق استعمال أفضل تقنيات السقي مثل نظام السقي بالتقطير، ومن بين ما يميز هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résume :

L'objectif de notre 'étude est de suivre l'exploitation des zones d'irrigation dans les plaines de SETIF a partir du barrage de MAHWAN, , dans le but de recherche à améliorer l'aménagement agricole et à utiliser les meilleures techniques d'irrigation économique et moderne comme l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée. Autrement dit réaliser une économie d'eau significative

Abstract :

The objective of our study is to follow the exploitation of the irrigation zones in the plains of SETIF from the MAHWAN dam., by improving agricultural development and using the best techniques of economic and modern irrigation system such as the spray and the localized one. In other words, our purpose is to achieve a significant water saving

Sommaire

Introduction générale.....	1
ChapitreI: Présentation de la zone d'étude.....	2
I-1) Introduction :	2
I-2) Localisation et présentation de la zone d'étude.....	2
I-2-1) Situation géographique.....	2
I-2-2) Voies de communication	4
I-3) Réseau hydrographique	4
I-4) Géologie	5
I-4-1) les formations quaternaires.....	6
I-4-2) les formations mio-pliocènes.....	6
I-5) Conditions climatiques.....	6
I-5-1) Pluviométrie.....	6
I-5-2) Températures.....	7
I-5-3) Humidité relative	8
I-5-4) Vent.....	8
I-5-5) Le sirocco	9
I-5-6) La gelée	9
I-5-7) Neiges.....	10
I-5-8) La grêle.....	10
I-5-9) L'ensoleillement.....	10
I-6) Classification du climat	10
I-6-1) Classification du climat selon l'indice de De Martone :	10
I-6-2) Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	11
I-6-3) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausson.....	13
I-7) Conclusion.....	14
ChapitreII: Ressources en sol	15
II-1) Introduction	15
II-2) Classification des sols.....	15
II-3) Caractéristiques morphologiques et analyse des sols	15
a) Les sols peu évolués	15
II-4) Caractéristiques physico-chimique des sols	21

II-4-1) Caractéristiques physiques	21
II-4-1-1) La texture :	21
II-4-1-2) La structure :	21
II-4-1-3) Point de flétrissement et capacité de rétention :	22
II-4-2) Caractéristiques chimiques	23
II-5) Etude foncière	24
II-6) Aptitudes culturales	25
II-6-1) Détermination des aptitudes culturales des sols.....	25
II-7) Conclusion	27
ChapitreIII: Ressources en eau-Hydrologie.....	28
III-1) Introduction	28
III-2) Alimentation en eau du périmètre : le barrage de Mahouane.....	28
III-3) Description du système de transfert.....	28
III-4) Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Mahouane	29
III-4-1) Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage	31
III-4-2) classification des eaux pour l'irrigation	31
III-4-3) Composition chimique de l'eau d'irrigation	33
III-5) Etude hydrologique.....	34
III-5-1) Choix de la station pluviométrique	35
III-5-2) Etude statistique des précipitations	37
III-5-3) Ajustement statistique des pluies.....	39
III-5-4) Détermination de l'année de calcul :	44
III-6) Conclusion	46
ChapitreIV: Besoins en eau des cultures	47
IV-1) Introduction	47
IV-2) Occupation du périmètre : les cultures envisageables.....	47
IV-3) Besoins en eau du périmètre.....	48
IV-3-1) L'évapotranspiration.....	48
IV-3-2) Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET0)	49
IV-4) Calcul de la pluie efficace.....	51
IV-5) Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	51
IV-6) Estimation des besoins en eau des cultures.....	52
IV-6-1) Calcul des débits spécifiques	56
IV-6-2) Calcul du débit caractéristique	57

IV-7) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre.....	57
IV-8) Conclusion.....	58
ChapitreV: Etude du système d'adduction	59
V-1) Introduction.....	59
V-2) Présentation du périmètre des plaines Sétifiennes.....	59
V-3) plan de bornages	60
V-3-1) ilot d'irrigation	60
V-3-2) Taille maximum de l'ilot	61
V-4) Calcul hydraulique des bornes.....	61
V-4-1) Choix du diamètre de la borne	61
V-5) Schéma d'aménagement hydro-agricole et variantes d'aménagement	65
V-5-1) Dimensionnement du réservoir de distribution	65
V-6) Dimensionnement du réseau de distribution.....	66
V-7) Choix du matériau des conduites	67
V-7-1) Caractéristiques des canalisations.....	67
V-7-2) Choix du matériau.....	68
V-8) Points spéciaux d'une conduite	68
V-9) Conclusion.....	71
ChapitreVI: Etude des techniques d'irrigation	72
VI-1) Introduction.....	72
VI-2) Les différentes techniques d'arrosages:.....	72
VI-2-1) L'irrigation de surface :.....	72
VI-2-1-1) Irrigation par ruissellement ou par planche.....	72
VI-2-1-2) L'arrosage à la raie	73
VI-2-1-3) Irrigation par submersion :.....	74
VI-2-2) L'irrigation par aspersion.....	75
VI-2-3) L'irrigation localisée	77
VI-2-3-1) Composition D'une installation du système goutte à goutte	78
a) point de fourniture d'eau :.....	78
b) L'unité de tête :	79
c) Description des conduites et rampes.....	80
d) Différents types de distributeurs.....	81
e) Qualité de l'eau:	81
VI-3) Choix de la technique d'arrosage.....	82

VI-4) Conclusion.....	84
ChapitreVII: Dimensionnement a la parcelle	85
VII-1) Introduction	85
VII-2) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte.....	86
VII-2-1) Données générales :	86
VII-2-2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	86
VII-2-3) Calculs hydrauliques	91
VII-2-4) Dimensionnement des canalisations du réseau	94
VII-2-5) Vérification des pertes de charges	95
VII-2-6) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge	96
VII-2-7) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge	96
VII-2-8) Calcul du diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne :	97
VII-2-9) La pression d'eau a la borne de distribution	98
VII-3) Conclusion.....	99
ChapitreVIII: Calcul technico-économique	100
VIII-1) Introduction	100
VIII-2) Les différents travaux à entreprendre.....	100
VIII-2-1) Travaux concernant le réseau distribution.....	100
VIII-2-2) Calcul des volumes des travaux de distribution	101
VIII-3) Evaluation du cout de projet	103
VIII-4) Estimation du cout de projet	105
VIII-4-1) Calcul des coûts des travaux.....	105
VIII-4-2) Estimation du cout du réseau de distribution	106
VIII-5) Conclusion :	108
Conclusion générale.....	109

Liste des tableaux

Chapitre I: Présentation de la zone de d'étude

Tableau I- 1: Précipitations mensuelles de la station de Sétif (1969 - 2010).....	7
Tableau I- 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C	8
Tableau I- 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %	8
Tableau I- 4: La vitesse du vent en m/s.....	9
Tableau I- 5: Nombre de jours de sirocco durant l'année.....	9
Tableau I- 6: Nombre moyen de jours de gelée blanche.....	9
Tableau I- 7: Moyenne mensuelle de l'insolation.	10
Tableau I- 8: Caractéristiques climatiques.	11

Chapitre II: Ressources en sol

Tableau II- 1: Résultat analytique du profil 1.	17
Tableau II- 2: Résultat analytique du profil 2.	20
Tableau II- 3: Distribution du foncier a la zone d'étude par classes.	24
Tableau II- 4: Les aptitudes culturales associées à chaque zone.	26

Chapitre III: Ressources en eau-Hydrologie

Tableau III- 1: Fiche synoptique du barrage de MAHOUANE.	29
Tableau III- 2: Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	32
Tableau III- 3: Composition chimique de l'eau du barrage.....	33
Tableau III- 4: Caractéristiques de la station pluviométrique.....	35
Tableau III- 5: Pluie moyenne mensuelle observé de la station de FERMATO.....	36
Tableau III- 6: Test de Wilcoxon de la station de FERMATO	38

Tableau III- 7: Ajustement a la loi normale.	40
Tableau III- 8: Ajustement a la loi log normale.	42
Tableau III- 9: Test de validité de l'ajustement.	44
Tableau III- 10: Année de calcul.	45

Chapitre IV: Besoins en eau des cultures

Tableau IV- 1: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.	47
Tableau IV- 2: Evapotranspiration de référence (ET _o) de la zone d'étude selon Penman Monteith	50
Tableau IV- 3: pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm.	51
Tableau IV- 4: Estimation des besoins en eau du blé	52
Tableau IV- 5: Estimation des besoins en eau de l'orge en vert	52
Tableau IV- 6: Estimation des besoins en eau de la tomate.	53
Tableau IV- 7: Estimation des besoins en eau de l'olivier.	53
Tableau IV- 8: Estimation des besoins en eau des carottes.	54
Tableau IV- 9: Estimation des besoins en eau de l'haricot	54
Tableau IV- 10: Estimation des besoins en eau du pêcher	55
Tableau IV- 11: besoins en eau totaux du périmètre	57

Chapitre V: Etude du système d'adduction

Tableau V- 1: Superficie des différents secteurs du périmètre.	59
Tableau V- 2: Choix du diamètre de la borne.	61
Tableau V- 3: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.	62
Tableau V- 4: Les paramètres de perte de charge.	67
Tableau V- 5: Résultat de calcul (Vitesse, Perte de charge, Pression)	69

Chapitre VI: Etude des techniques d'irrigation

Tableau VI- 1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage	83
-----------------------------------------------------------------------------	----

Chapitre VII: Dimensionnement a la parcelle

Tableau VII- 1: Tableau récapitulatif.....	98
--------------------------------------------	----

Chapitre VIII: Calcul technico-économique

Tableau VIII- 1: Calcul des terrassements	104
Tableau VIII- 2: Les prix totaux des travaux d'excavatio	105
Tableau VIII- 3: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.	106
Tableau VIII- 4: Estimation du cout du réservoir.	Erreur ! Signet non défini.
Tableau VIII- 5: Estimation du cout de projet	107

Liste des figures

Chapitre I: Présentation de la zone de d'étude

Figure I- 1 Carte de situation de la wilaya de Sétif (source ONID).	3
Figure I- 2: Plan de situation de la zone de projet (Source O.N.I.D).	4
Figure I- 3: Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (Source O.N.I.D).....	5
Figure I- 4: l'histogramme de la pluviométrie	7
Figure I- 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	12
Figure I- 6: Climogramme pluviométrique de Gausсен.	13

Chapitre III: Ressources en eau

Figure III- 1: Barrage de MAHOUANE.	30
Figure III- 2: Conduites de distribution pour l'irrigation.	31
Figure III- 3: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.....	34
Figure III- 4: Ajustement a la loi normale.	41
Figure III- 5: Ajustement a la loi Log normale.	43

Chapitre VI: Etude des techniques d'irrigation

Figure VI- 1: Irrigation par planche de ruissellement	73
Figure VI- 2: Irrigation à la raie	74
Figure VI- 3: Irrigation par submersion	75
Figure VI- 4: Exemple d'une installation en aspersion.....	76
Figure VI- 5: Partie essentielle d'une installation localisée.....	78
Figure VI- 6: Dilueur d'engrais	79
Figure VI- 7: 2 Filtre à gravier	80
Figure VI- 8: Filtre à tamis.....	80
Figure VI- 9: Exemple d'un Goutteur	81

Chapitre VIII: Calcul technico-économique

Figure VIII- 1: Schéma d'une tranchée.	102
Figure VIII- 2: courbe de coût unitaire du m ³ en fonction de la capacité de réservoir	107

Liste des planches

Planche 1: Plan d'adduction du secteur 9 Mezloug W.Sétif.

Planche 2: Profil en long de la conduite principale du secteur 09 Mezloug W.Setif.

Planche 3: Plan d'un réseau localisée (ilot 19 parcelle 3).

Introduction générale

Avant d'agir à l'investissement dans le domaine agricole en général, il faut qu'ou propre l'outil nécessaire pour face aux bessons au projet qui sera réalisé, dont l'eau qu'est le plus essentiel dans la vie.

Les sources d'eau ces sources grâce au chutes de pluies qui provoquent des ruissellements en hiver, et minent des crues par l'oued ou abord remplissant les réservoirs (barrages) qui a lourds tours qui alimentent les stations d'irrigation

C'est en effet dans cette optique que l'état Algérien a entrepris une vaste politique de développement visant à valoriser les potentialités naturelles (eaux et sols) et humains Disponibles pour une amélioration du niveau de vie des populations, rurales en particulier ;d'une part et pour accroître la production agricole nationale de l'autre.

L'étude de l'aménagement hydro agricole du périmètre irrigué de setifiene, qui constitue ici le thème de notre travail, entre dans le cadre de cette politique de développement.

Le présent travail a pour objectif l'aménagement hydro-agricole des plaines Sétifiennes tout en permettant de réaliser les transformations nécessaires pour irriguer la zone délimitée avec l'eau provenant du barrage de «Mahouane».

Ainsi, afin de répondre à cet objectif, une étude détaillée du relief et de la pédologie du site sera détaillée dans les chapitres 1 et 2, l'analyse des ressources en eau et les besoins en eau des cultures sera détaillée dans les chapitres 3 et 4.

Ce qui permettra dans les derniers chapitres de dimensionner le réseau d'irrigation à partir des eaux du barrage de Mahouane en utilisant le système d'irrigation goutte à goutte.

En fin une analyse technico économique sera nécessaire pour évaluer la faisabilité du projet hydro-agricole du périmètre des plaines setifiennes.

Chapitre I:Présentation de la zone d'étude

I-1)Introduction :

La connaissance et l'analyse des différents facteurs lors de l'élaboration d'un aménagement hydro-agricole sont primordiales dans le cadre d'une bonne conception du réseau d'irrigation.

L'étude détaillée des principaux facteurs climatiques, vont nous permettre de déterminer le type de climat caractérisant la zone d'étude.

Ce chapitre fera l'objet d'une présentation globale du site d'étude, du point de vue situation géographique et conditions climatiques.

I-2) Localisation et présentation de la zone d'étude

I-2-1)Situation géographique

La wilaya de Sétif se trouve à l'Est de l'Algérie à 300 km de la capitale Alger et a 100 km des côtes maritimes sur les hauts plateaux qui séparent l'Atlas du nord et celui du sud avec une altitude entre 800 et 1000 mètres de hauteur et d'une superficie de 6504 Km². Cette situation confère à la ville de Sétif un climat continental avec un hiver très froid et un été très chaud.

La région est connue par ses potentialités édaphiques particulièrement les hautes plaines Sétifiennes. Ces plaines qui englobent une surface de 28.228 hectares bruts sont étendues entre les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj.

Elle est limitée :

Au Nord par les Wilaya de Bejaia et Jijel.

Au Sud par les Wilaya de Batna et M'Sila.

A l'Est par la Wilaya de Mila.

A l'Ouest par la Wilaya de Bordj Bou Arréridj.

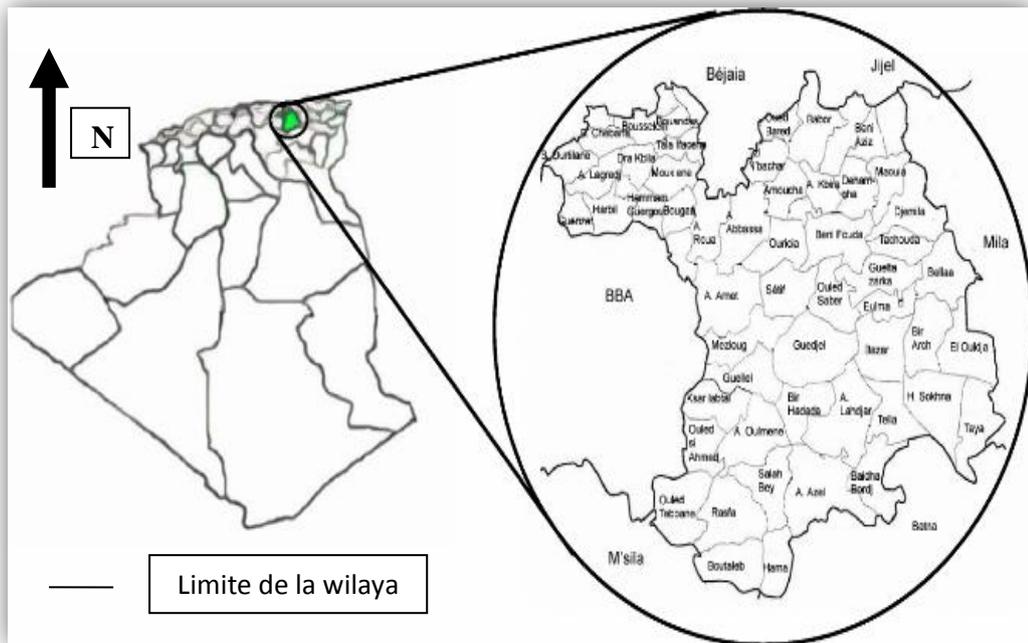


Figure I- 1 Carte de situation de la wilaya de Sétif (source ONID).

échelle: 1/ 1 000 000 ème

La zone d'étude occupe une superficie de 15 000 ha, Nous avons distingué deux plaines :

1. La plaine de Mazloug est entièrement située dans la wilaya de Sétif. Cette plaine est à plus de 1000 mètres d'altitude et 300 Km à l'est d'Alger.

Elle est limitée :

à l'Est : par Ain Arnat

à l'Ouest : par Bir kasdali

et Au Nord : par les monts de la chaîne des Babors

et Au Sud par : les crêtes du Hodna

2. La plaine de Ain Taghrout est localisée à la limite de la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Cette plaine est limitée au nord par les monts des Babors et à l'est par Ain Arnat.



Figure I- 2: Plan de situation de la zone de projet (Source O.N.I.D).

Echelle : 1/1 000 000 ème

I-2-2) Voies de communication

Le réseau routier dans la zone d'étude est dans son ensemble bien réparti. Ce réseau routier à l'intérieur des exploitations est formé de plusieurs pistes et chemins de wilaya. Ces routes goudronnées et ces pistes traversent la zone d'étude et permettent une liaison facile entre les exploitations et les routes à grande circulation, telle que: la RN 05 d'Alger à Constantine, la route de Wilaya entre BBA, Hammam Ouled Yellés, Guellal et Guidjel. L'autoroute Est Ouest traverse le périmètre d'irrigation.

I-3) Réseau hydrographique

Deux principaux oueds traversent la zone d'étude avec des écoulements irréguliers en rapport avec les données climatiques saisonnières et les niveaux des précipitations.

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 de Ain Taghrout:

Oued Ain Taghrout

La région située au nord de Sétif est drainée par l'oued Bou Sellam, d'axe sensiblement Nord – sud, et son affluent de rive droite, l'oued El Guessar, sur lequel sera implantée la retenue de Mahouane.

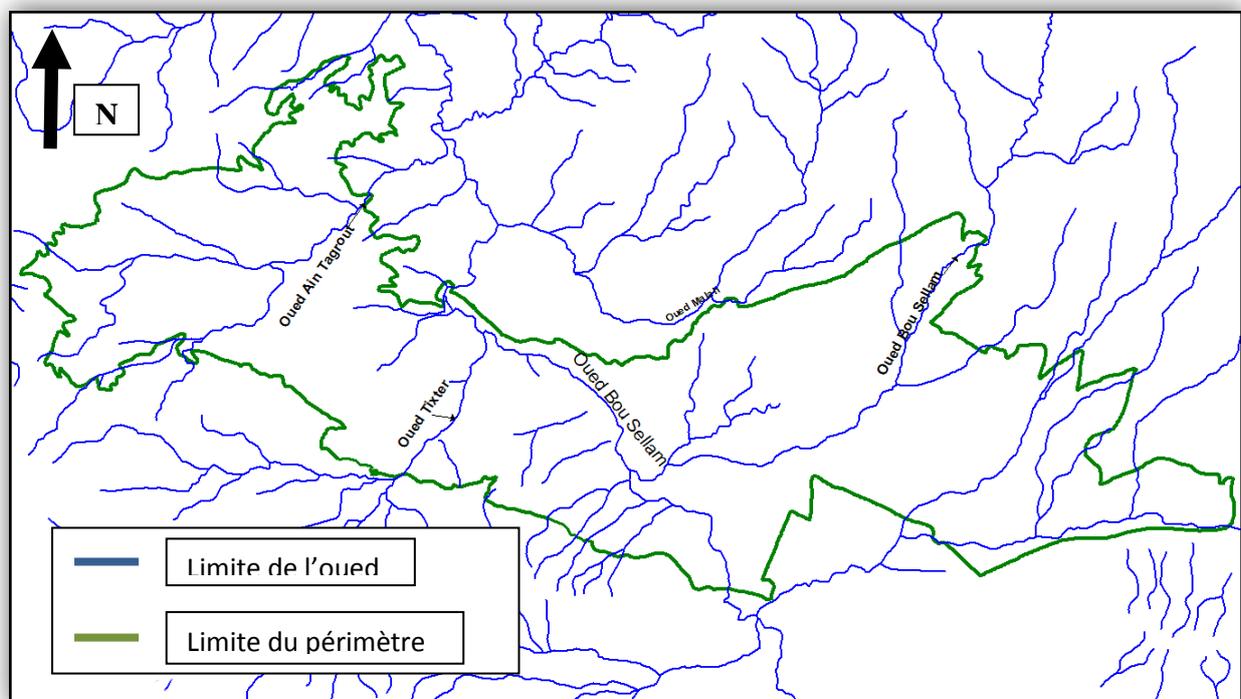


Figure I- 3:Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (Source O.N.I.D)

Echelle : 1/ 500 000 ème

I-4)Géologie

Les plaines Sétifiennes sont principalement des formations quaternaires, et quelques formations calcaires. Cependant on rencontre aussi des formations du mio-pliocène a l'Ouest de la zone d'étude.

I-4-1)les formations quaternaires

- Alluvions récentes ou actuelles : ce sont surtout des limons et des graviers rencontrés le long des oueds et quelques galets gréseux provenant du moi-pliocène qui se caractérise par un mauvais drainage. Ce qui permet le développement d'une végétation herbacée et qui constitue d'excellents pâturages.
- Terres arables, formation de pente, alluvions anciennes et quaternaire indéterminé : ce sont des placages limoneux qui eux ne sont qu'exceptionnellement inondables et sur lesquels s'est installés des sols bruns calcaires.
- Villafranchien probable : calcaires lacustres, sols à croute, cailloutis fluviaux, ces niveaux sont ravinés par des argiles. Sur les croutes sont installés des sols peu profonds ou la partie la plus récente est une nouvelle croute dont l'épaisseur est comprise généralement entre 2 à 10 cm, alimentée en carbonate par la croute massive et que les labours doivent disloquer.

I-4-2)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.

I-5)Conditions climatiques

Les conditions climatiques sont importantes dans la mesure où elles affectent le choix des cultures et les modes de mise en valeur. Elles déterminent le potentiel d'évapotranspiration des plantes ainsi que leurs besoins en eau.

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus déterminants sont les températures et de pluviométrie, d'humidité relative, d'évapotranspiration, d'intensité des vents et leur direction. Ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

La zone d'étude est caractérisée par un climat continental semi aride avec un été chaud et un hiver froid, La moyenne des précipitations annuelles est d'environ 365 mm pour l'ensemble de la wilaya. Les températures dépassent souvent les 40° en été et descendent en dessous de zéro en hiver avec des chutes de neige et des gelées fréquentes, Avec parfois un vent du sud(siroco)

I-5-1)Pluviométrie

Le régime pluviométrique dans la wilaya de Sétif est irrégulier en quantité et en intensité, et différent d'une saison à une autre.

Le tableau suivant montre la pluviométrie moyenne mensuelle observée sur une période de 30 ans de la station de Sétif

Tableau I- 1:Précipitations mensuelles de la station de Sétif (1969 - 2010).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Pluies (mm)	27.4	29.7	35.1	39.4	33.2	35.7	43.8	44.3	45.6	21.8	8.40	9.9	365.50

Source : O.N.I.D

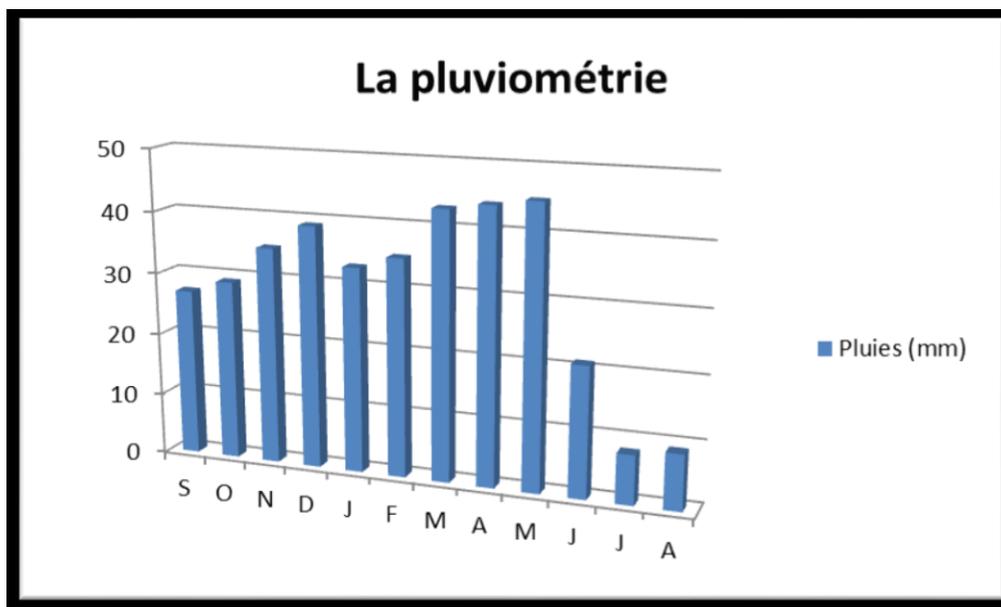


Figure I- 4: l’histogramme de la pluviométrie

D’après le tableau ci-dessus :

Le périmètre reçoit une pluviométrie moyenne interannuelle de 365.50mm,

la répartition saisonnière est comme suit :

-Saison pluvieuse de septembre à mai;

-Saison sèche de juin à août;

1-5-2)Températures

Pour l’étude du climat, nous nous sommes référées à la station climatologique de la station de Sétif gérée par l’ONM.

De façon générale, à Sétif l'hiver est très froid notamment le mois de janvier avec une température minimale moyenne de -3°C et le minimum absolu observé est de -8°C.

Par contre l'été se caractérise par une température moyenne maximale pendant le mois de juillet qui avoisine les 37.7°C.

Le tableau 2 englobe les températures de l'air d'après les données de l'ONM s'étalant sur une période de 15 ans d'observation comme indiqué.

Tableau I- 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C période (1996 - 2010).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T_{Min} (°C)	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
T_{Max} (°C)	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
T_{Moy} (°C)	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 : O.N.M

Avec:

T_{Min}: température moyenne de tous les minimas observés pour chaque mois

T_{Max}: température moyenne de tous les maximas observés pour chaque mois

T_{Moy}: température moyenne mensuelle.

1-5-3)Humidité relative

L'humidité relative ou état hydrométrique (exprimé 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- 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %.

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

Source : O.N.I.D

1-5-4)Vent

Le vent est un paramètre très important qui entre dans la projection du système d'irrigation surtout dans le cas où on utilise l'asperseur, elle est caractériser par sa direction et sa vitesse.

Le tableau suivant (I.4) présente les vitesses moyennes des vents

Tableau I- 4: La vitesse du vent en m/s.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V (m/s)	2.9	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8

Source : O.N.I.D

L'analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l'année

I-5-5)Le sirocco

Le sirocco est fréquent dans la zone d'étude, il se manifeste de Mai à Septembre, est un vent de sud-est, chaud et sec, venant du Sahara, il peut causer des dégâts importants aux cultures en faisant augmenter la température et en asséchant le sol. Le nombre moyen de jours de sirocco d'après le tableau, le mois juin à Aout comptabilisée le maximum des jours.

Tableau I- 5: Nombre de jours de sirocco durant l'année.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Jours (Sétif)	0	0	1	2	1	2	3	2	2	2	1	0

Source : O.N.I.D

I-5-6)La gelée

Le problème des gelées est particulièrement important dans les Plaines Sétifiennes. Le maraîchage et les autres espèces sensibles subissent régulièrement des dégâts dus au gel. Ce phénomène par son intensité, sa fréquence et sa localisation conditionnent l'établissement de vergers et l'implantation de cultures nouvelles dans le futur périmètre irrigué.

Le risque de gelée se produit lorsque le minimum moyen de température se situe au-dessous de 10°C. Le phénomène s'observe à partir du mois de novembre pour atteindre le maximum pendant la période de décembre à février. Il disparaît fin mars.

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- 6: Nombre moyen de jours de gelée blanche.

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

Source : O.N.I.D

I-5-7)Neiges

Sur les hautes plaines sétifiennes, les chutes de neige tombent 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, celles de la terrasse alluviale.

I-5-8)La grêle

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

I-5-9)L'ensoleillement

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

Tableau I- 7: Moyenne mensuelle de l'insolation.

Mois	sep	oct	nov	Dec	jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
h/j	9.33	7.16	5.73	4.03	6.32	7.86	7.55	8.63	8.52	11.13	11.9	10.16

Source : O.N.M

I-6)Classification du climat

I-6-1)Classification du climat selon l'indice de De Martone :

Le type de la zone climatique est déterminé à partir des données climatiques citées antérieurement, introduits à la formule de « De Martone ».

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

Avec :

I : indice de Martone.

P : pluviométrie annuelle en mm

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

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau I- 8: Caractéristiques climatiques.

<i>Valeur de I_A</i>	<i>Type de climat</i>	<i>Irrigation</i>
$I_A < 5$	<i>Désertique</i>	<i>Indispensable</i>
$5 < I_A < 10$	<i>Très sec</i>	<i>Indispensable</i>
$10 < I_A < 20$	<i>Sec</i>	<i>Souvent Indispensable</i>
$20 < I_A < 30$	<i>Relativement humide</i>	<i>Parfois utile</i>
$I_A > 30$	<i>Humide</i>	<i>Inutile</i>

Pour :

$$P=365.5\text{mm}$$

$$T=13.9^\circ\text{C}$$

Donc :

$$I = 365.5 / (13.9 + 10)$$

$$I = 15.29$$

Selon la classification de MARTONNE; notre climat est Relativement humide, ce qui rend l'irrigation est parfois utile.

I-6-2) Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

Le **quotient pluviométrique** ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne, il s'exprime comme suit :

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

Avec :

Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

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

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

Pour :

$$p = 365.5 \text{ mm}$$

$$M = 32.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m = 0.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

On a :

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

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

AN :

$$Q = 39.33 \text{ mm}$$

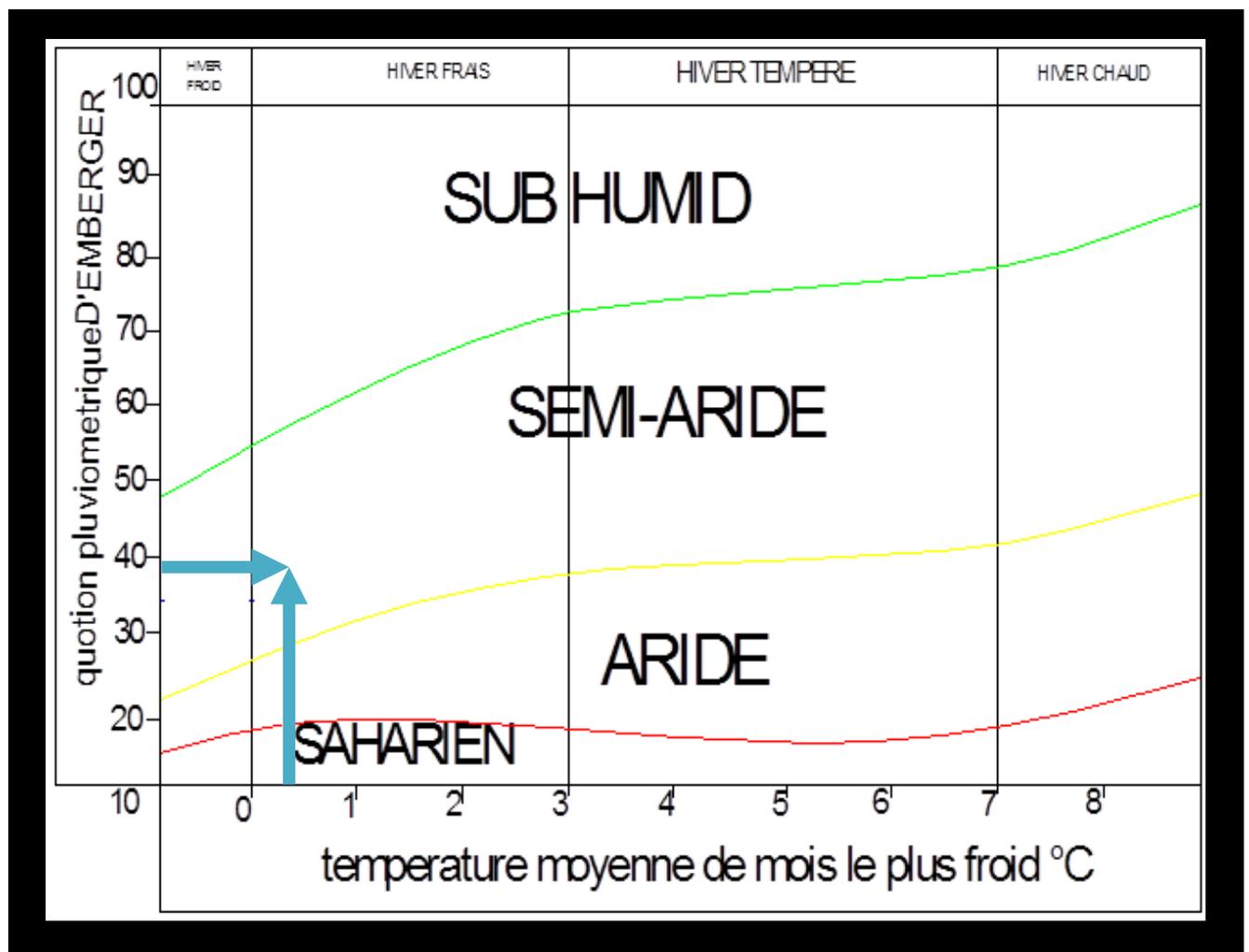


Figure I- 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER on peut dire que le climat de notre région est un climat semi aride.

I-6-3) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Pour déterminer la saison sèche on trace la courbe des températures et la courbe des précipitations pour l'année de calcul.

Selon Henry Gaussen une période donnée est dite aride si : $P < 2 \times T$

Le diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche, Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

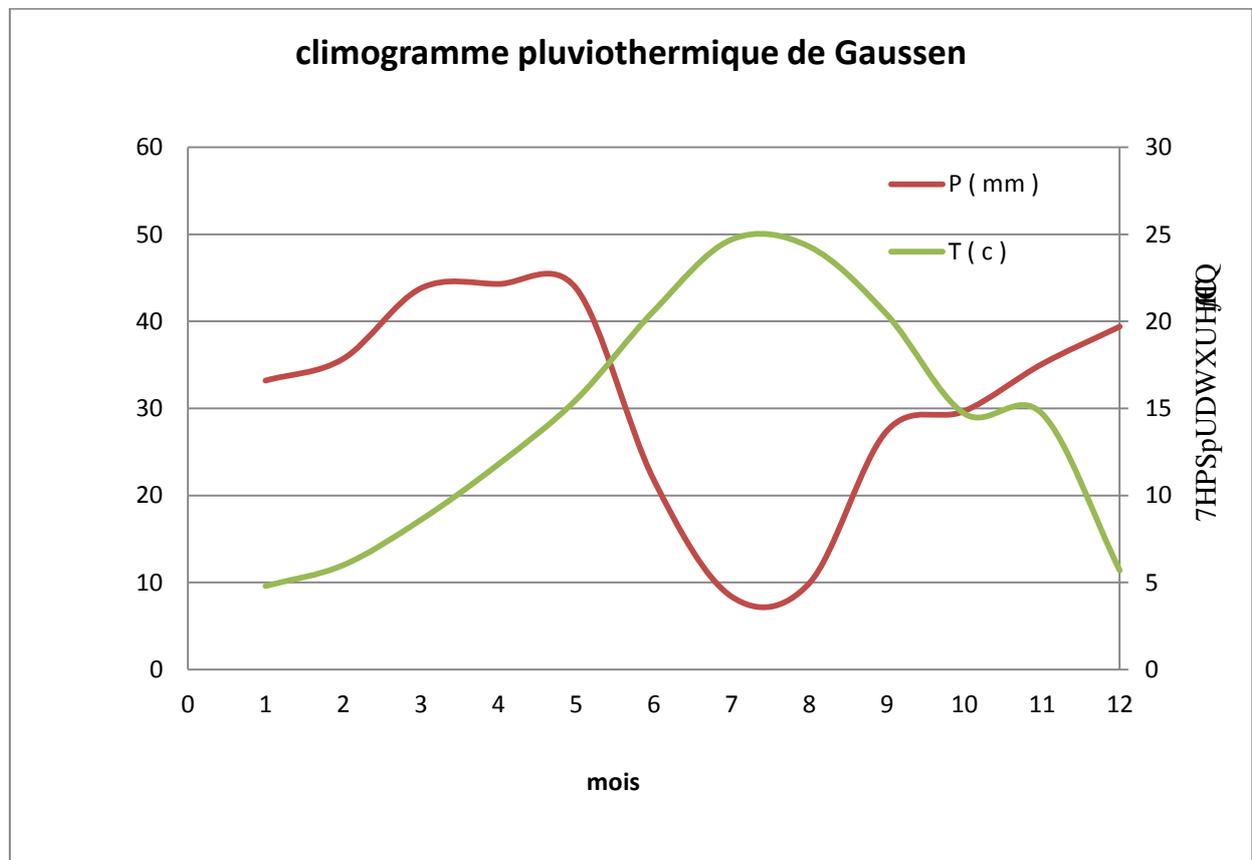


Figure I- 6: Climogramme pluviométrique de Gaussen.

D'après le graphe, la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone.

I-7)Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation générale de la zone d'étude afin de mieux connaître le périmètre, en particulier les conditions climatiques de la zone d'étude

. L'analyse de condition climatique de la zone d'étude montre :

- le climat de la région est un climat semi-aride
- l'irrigation est indisponible a partir de moi juin jusqu'au de mois septembre

Chapitre II: Ressources en sol

II-1) Introduction

La pédologie est la science qui étudie la formation et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu, du climat, de l'activité biologique, et de la végétation.

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

II-2) Classification des sols

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 et la recalcarification.

La prospection pédologique et l'analyse des différents échantillons prélevés ont révélés l'existence de deux (02) classes :

Classe des sols peu évolués

Classe des sols calcimagnésiques (peu différenciés et différenciés)

Les sols calcimagnésiques occupent la plus grande superficie car on se trouve dans la voie calcimorphe. Les sols peu évolués, se sont développés principalement au niveau des terrasses alluviales de Bou sellam, Ben Diab et F'taissa.

II-3) Caractéristiques morphologiques et analyse des sols

a) Les sols peu évolués

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

Il s'agit de sols formés aux dépens d'un matériau transporté par l'eau, la matière organique, le plus souvent a évolution rapide s'incorpore profondément, Ils sont calcaires dès la surface et a texture fine a très fine.

Profil n°1**Situation :**

- Localisation : à 15 m d'un forage
- Coordonnées Lambert : X= 740.100 Y=310.650 Z= 925m
- Site : bord de la parcelle
- Topographie : plane
- Géomorphologie : terrasse alluviale
- Utilisation du sol : cultures maraichères
- Charge de surface : 10-15% de cailloux et graviers calcaires
- Drainage externe : nul
- Erosion : nulle
- Microrelief : plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions récentes
- Classification : sols peu évolués- non climatique- d'apport alluvial- modal- sur alluvions récentes- profond- texture argileuse.

Description des horizons :

0-30 cm : état frais, couleur 10YR 5/3.5 (brun), humide, texture argileuse, structure massive a sous structure polyédrique moyenne, collant (trempé), plastique (état humide), cohérent, compact, non poreux, activité biologique faible a nulle, Hcl+++ , transition nette.

30-115 cm : état frais, couleur 10 YR 5/3.5 (brun), humide, texture argileuse, structure massive a sous structure polyédrique prismatique, fiable, collant (trempé), plastique (état humide), peu cohérent, peu poreux (micropores), activité biologique faible (restes des coquilles d'escargots, gastéropodes et quelques radicules), réaction à l'HCL relativement importante.

Tableau II- 1: Résultat analytique du profil 1.

Profondeur (cm)	0-30	30-115
<u>Granulométrie :</u>		
Argile %	57	56
Limons fins%	28	28
Limons grossiers%	8	8
Sables fins%	3	3
Sables grossiers%	1	0
<u>Reserve minérales :</u>		
CaCo3 total	27	27.4
CaCo3 actif	14.74	15.37
<u>Complexe absorbant :</u>		
Ca++ en meq/100g	34	35
Mg++ en meq/100g	3.79	3.20
K+ en meq/100g	0.87	1.63
Na+ en meq/100g	-	-
<u>Solution du sol :</u>		
pH	7.90	7.80
CE mmhos/cm	1.69	1.57

A. Les sols calcimagnésiques

Les sols calcaires sont des sols dont l'évolution est marquée par la présence en excès d'ions alcalino-terreux. Il ya deux raisons principales à cette présence de calcaire :

Les roches sont fréquemment calcaires puis le régime pluviométrique est peu favorable à un entrainement profond des solutions et en conséquence, a un lessivage du calcaire hors des sols. Ils sont généralement caractérisés par la présence de trois horizons principaux.

Dans la partie moyenne du sol, un horizon d'accumulation de calcaire : horizon Bca qui peut être plus ou moins développé ils sont très répondeu dans la zone d'étude.

Profil n°2**Situation :**

- Localisation : à 25 m de la route menant à ouled Boutara
- Coordonnées Lambert : X= 731.200 Y= 308.650 Z=900 m
- Site : bord de la parcelle
- Topographie : plane
- Géomorphologie : plaine
- Utilisation du sol : labouré
- Charge de surface : 20-25% de cailloux et graviers calcaires
- Drainage externe : nul
- Erosion : nulle
- Microrelief : plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions anciennes
- Classification : sols calcimagnésique, carbonatés, brun calcaire peu différencié, modal, sur alluvions anciennes, profond, texture limono –argileuse

Description des horizons :

0-25cm : état sec, couleur 10YR 4/6 (brun jaunâtre foncé), humide, texture limono-argileuse, 5-8% de cailloux et graviers calcaires, structure polyédrique fine a particulière, collant (trempé), plastique (etat humide), meuble, poreux, activité biologique moyenne, Hcl+++, transition nette.

25-50cm : état sec, couleur 10YR 5/4 (jaune brunâtre), humide, texture argileuse, 10-15% de cailloux et graviers calcaires, structure massive a sous structure polyédrique moyenne a fine, collant (trempé), plastique (état humide), cohérent, assez compact, non poreux, activité biologique moyenne, Hcl+++, transition nette.

50-110cm :état sec, couleur 10 YR 6/6 (jaune brunatre), humide, texture argileuse, 15-20% de cailloux et graviers calcaires, structure massive a sous structure polyédrique moyenne a fine, collant (trempé), plastique (etat humide), cohérent, compact, peu poreux, activité biologique nulle.

Tableau II- 2: Résultat analytique du profil 2.

Profondeur	0-25	25-50	50-110>
<u>Granulométrie :</u>			
Argile %	34	51	50
Limons fins%	29	32	31
Limons grossiers%	16	5	6
Sables fins%	11	5	6
Sables grossiers%	6	4	3
<u>Reserve minérales :</u>			
CaCo3 total	25	44.8	46.4
CaCo3 actif	15.12	18.10	17.73
<u>Complexe absorbant :</u>			
Ca++ en meq/100g	24	18	17
Mg++ en meq/100g	3.10	4.50	6.40
K+ en meq/100g	0.71	0.26	0.32
Na+ en meq/100g	0.36	0.43	0.50
<u>Solution du sol :</u>			
pH	8.80	7.70	8.10
CE mmhos/cm	0.85	0.81	0.85

II-4)Caractéristiques physico-chimique des sols***II-4-1)Caractéristiques physiques***

Lors de la prospection pédologique, les horizons décrits ont généralement des structures fragiles, polyédrique moyenne à fine, friable à tendance particulière. Elle devient massive a 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.

II-4-1-1)La texture :

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

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 a très fine, la perméabilité est relativement élevée.

II-4-1-2)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 a 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.

II-4-1-3) Point de flétrissement et capacité de rétention :**a) 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 20 % pour les sols peu évolués avec une moyenne de 15 %.
- 13.5 à 20 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés avec une moyenne de 18%.

b) 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, à pF3 car la majorité des sols ont des textures fines donnent les valeurs suivantes :

22 à 28 % pour les sols peu évolués avec une moyenne de 26 %.

19 à 26 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés avec une moyenne de 24 %.

*II-4-2)Caractéristiques chimiques***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.
- **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-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 a la zone d'étude par classes.

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) Aptitudes culturales**II-6-1) Détermination des aptitudes culturales des sols**

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures, cette étude est primordiale, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures.

Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur essentiellement) et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

❖ CATEGORIE I

Zone à irriguer en priorité. Ce sont des sols dont la profondeur est supérieure à 80 cm, à structure généralement favorable, qui ne posent pas de 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.

❖ CATEGORIE II

Ce sont des sols moyennement profonds à 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.

Les classes des aptitudes culturales du périmètre d'étude sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II- 4: Les aptitudes culturales associées à chaque zone.

Zones		Zone I	Zone II
Propriétés		sont des sols profonds, à dominance limoneux-argileuse perméables, bien aérés	sont des sols moyennement profonds, Structure généralement favorable
Aptitudes	Les cultures maraîchères	Tomate, oignon, ail, pomme de terre, haricot, carotte Petits pois, Chou, concombre.	Tomate, oignon, ail, pomme de terre, haricot, carotte, concombre.
	les cultures céréalières	Blé, orge	Blé, orge
	les cultures fourragères	Avoine	Avoine
	l'arboriculture fruitière	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pêcher ▪ Pommier ▪ Olivier 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Olivier

II-7) Conclusion

L'étude pédologique est primordiale avant tout aménagement hydro-agricole d'un périmètre.

L'analyse approfondie des sols et l'analyse physico-chimique montrent que les sols calcimagnésiques sont les plus répondus dans le secteur, et qui présentent les caractéristiques suivantes :

Texture limono-argileuse.

Stabilité structurale moyenne.

Une bonne capacité de rétention.

L'analyse des aptitudes culturales, a révélé que les sols ne présentent pas de grandes restrictions vis-à-vis des spéculations agricoles les plus consommées dans la région

Chapitre III: Ressources en eau-Hydrologie

III-1) Introduction

En Algérie, du fait de l'aridité du climat, l'eau constitue un facteur de développement socio-économique important.

Sur les 100 milliards de m³ d'eau qui tombent chaque année sur l'ensemble du territoire, les eaux de ruissellement ne présentent que 12.5 milliards de m³ le reste des précipitations étant dispersé par évaporation d'environ 85% et par infiltration dans le sol d'environ 15%.

Ces chiffres montrent tous l'intérêt de disposer d'ouvrages de stockage des eaux tant pour l'irrigation que pour la production d'énergie électrique et l'industrie.

Le présent chapitre a pour objet d'examiner les ressources en eau du barrage de Mahouane qui permettent d'approvisionner en eau et d'irriguer le périmètre des plaines Sétifiennes.

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

L'objectif de la présente étude est l'analyse des apports d'eau aux sites du barrage de Mahouane, afin d'évaluer les volumes d'eau disponibles à être utilisés pour alimenter en eau le périmètre des plaines Sétifiennes.

Le projet de transfert « Ighil Emda – Mahouane » fait partie du transfert SETIF-HODNA qui est constitué de deux aménagements distincts dénommés :

Le système « Ouest », dont la finalité est d'alimenter en eau potable (AEP) et en eau brute destinée à l'irrigation des plaines sétifiennes sur 15800 ha.

Le système « Est » dont la finalité est d'alimenter en eau potable (AEP) et en eau brute destinée à l'irrigation des plaines d'El Eulma sur 20000 ha.

III-3) Description du système de transfert

Le système se compose de deux barrages qui permettent d'accumuler les ressources en eau disponible. Il s'agit du barrage d'Ighil Emda et du barrage de Mahouane.

Le barrage d'Ighil Emda est alimenté par l'oued d'Agrioun. Le bassin versant a une superficie de 652 km². Jusqu'à maintenant, cette retenue utilise son apport en eau pour la production d'énergie aux centrales de Kherrata et Darguinah.

D'après les études faites par l'ANBT, il a été démontré que la retenue s'envase rapidement et ils s'attendaient, à l'époque, une diminution marquée de la capacité de régulation.

La capacité initiale de la retenue était de 160 Mm³, il s'est estimé que la capacité de régulation avait diminué jusqu'à 89 Mm³. Par conséquent, une étude de sensibilité sera réalisée en fonction de la capacité de régulation du barrage d'Ighil Emda.

En raison de l'envasement de la retenue d'Ighil Emda, la solution recommandée consiste, en partie, à construire une adduction destinée à refouler les débits d'Ighil Emda sur la retenue de Mahouane, située près de Sétif, sur l'oued d'El Guessar. Le bassin versant de cette retenue est de 20.8 km², et c'est à partir de cette retenue que s'alimentera la ville de Sétif en eau potable et que s'irriguera la région de Sétif.

III-4)Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Mahouane

Le barrage de MAHOUANE est une retenue en enrochement avec un noyau d'Argile et d'une capacité de stockage de 147.9 Mm³.

Les caractéristiques hydrauliques du barrage de Mahouane sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III- 1: Fiche synoptique du barrage de MAHOUANE.

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

Les ressources en eau de la retenue proviennent principalement du refoulement du barrage d'Ighil Emda, et de l'oued El Guessar qui alimentera également la retenue.



Figure III- 1: Barrage de MAHOUANE.

Ci-dessous sont présentés les divers types de sorties d'eau pour le barrage :

La demande en eau pour l'alimentation en eau potable de la ville de Sétif, et pour l'irrigation des plaines sétifiennes.

Les pertes par évaporation.

Les pertes par infiltration.

Les 10% des apports provenant du refoulement depuis le barrage d'Ighil Emda. Ces pertes correspondent aux pertes dus au refoulement.



Figure III- 2: Conduites de distribution pour l'irrigation.

Une conduite de plus de 22 Km, de diamètre de 1800 mm sera installée, Par la différence de cote importante entre les deux barrages, il s'installera trois stations de pompage équipées d'un nombre de groupes de pompes 4 + 1 de secours par station de pompage.

Il est prévu transférer un volume annuel de 121 Mm³, et le débit d'équipement est de 6 m³/s. il est prévu de pomper un débit de 5 m³/s pendant un fonctionnement normal, et un débit de 6 m³/s pendant une crue importante.

III-4-1)Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage

La qualité chimique de l'eau provenant du barrage a été étudiée sur des échantillons prélevés au long de diverses années, et ceci a partir des eaux des barrages Mehouane et de Ighil Imda.

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de l'USDA (classification américaine).

III-4-2)classification des eaux pour l'irrigation

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

La Conductivité électrique CE.

le rapport d'absorption du Sodium SAR.

➤ **Classification américaine :**

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

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:Classe 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

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

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

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

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

Quatre classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

* S1 : Risque faible $S.A.R \leq 10$;

* S2 : Risque moyen $10 < S.A.R \leq 18$;

* S3 : Risque élevé $18 < S.A.R \leq 26$;

* S4 : Risque très élevé $S.A.R > 26$.

III-4-3)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 calcul du S.A.R donne le résultat suivant :

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

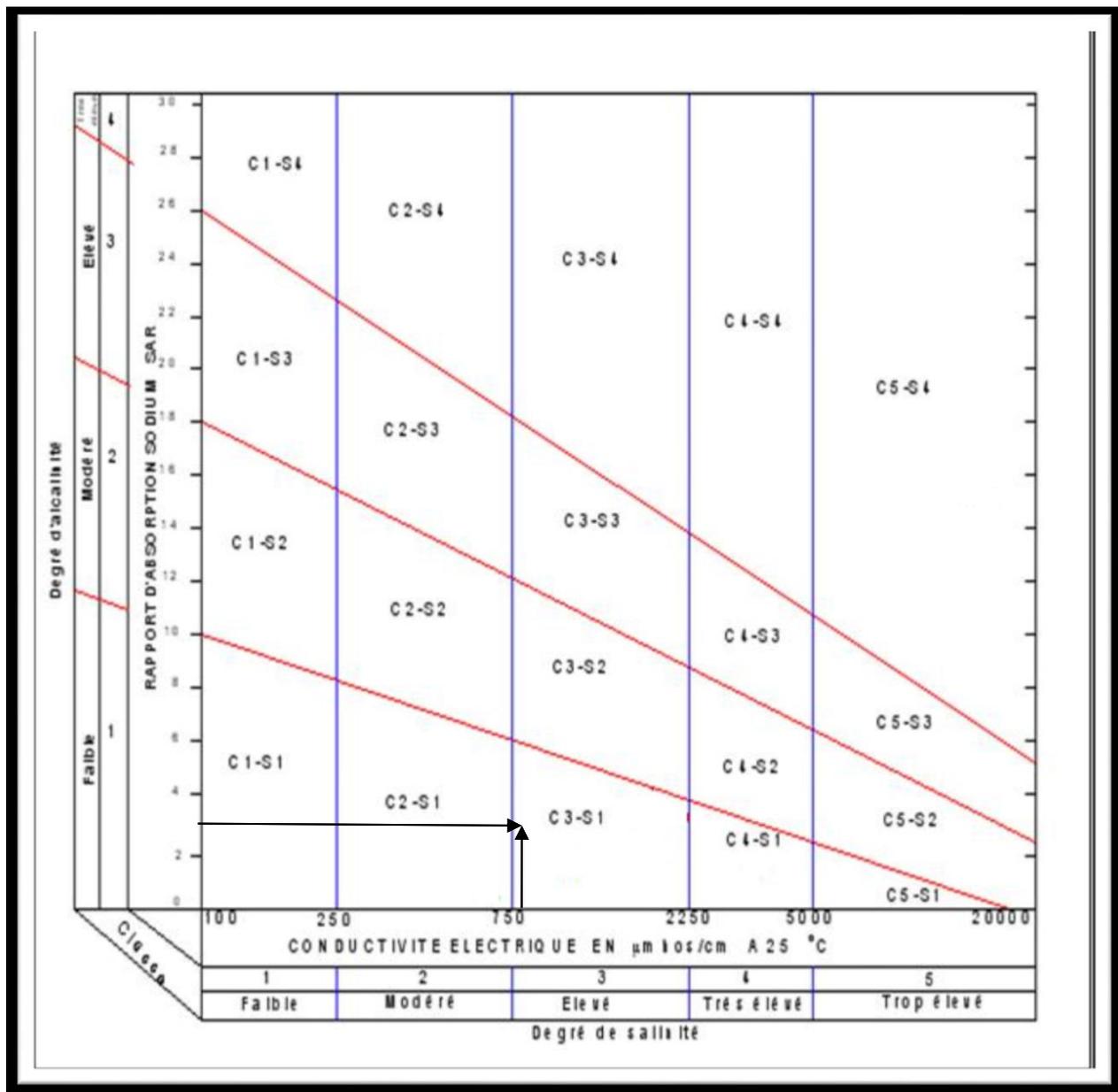


Figure III- 3: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.

D'après les valeurs moyennes de la CE et du S.A.R des résultats d'analyse, l'eau du barrage de MAHOUANE caractérisée par une salinité entre moyenne et relativement forte avec un degré d'alcalinité faible (C3, S1) se qui montre la bonne qualité de ces eaux.

III-5) Etude hydrologique

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, le but du présent volet est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro hydro-agricole.

L'étude consiste a :

- Homogénéisation des séries pluviométrique.
- L'étude fréquentielle de la série pluviométrique par des lois statistiques, et déterminer l'année de calcul.

III-5-1)Choix de la station pluviométrique

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans le bassin versant, ont été sélectionnées sur la base de l'emplacement géographique de ces stations, et la période d'observation de ces dernières.

L'agence nationale des ressources en eau (ANRH), gère plusieurs stations pluviométriques. Pour notre région nous avons choisi la station de Fermato codée (150610) par l'ANRH, dont les coordonnées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III- 4: Caractéristiques de la station pluviométrique.

La station pluviométrique	code	Coordonnées Lambert			altitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(Km)	Y(Km)	Z(Km)			
FERMATO	150610	742	328.6	1030	1030	1976/2010	35

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

Tableau III- 5: Pluie moyenne mensuelle observé de la station de FERMATO.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Tot
1976	31	45	43,8	44,4	26,2	8,4	5,7	16,2	3,4	17,8	0	3	244,9
1977	0	11,5	17	10	1	5	19,5	29,7	36,5	5	0	1	136,2
1978	0	17,2	6,9	1,4	24,4	23,4	42,2	77,1	8,9	22,7	3	1,4	228,6
1979	23,2	0	40,7	79,3	15,6	40,6	162,5	17,1	20,8	0	0	0	399,8
1980	10,9	15,2	24,5	97,9	23,5	22	45,1	27,7	16,1	25,6	0	26,7	335,2
1981	30,8	23,3	10,4	63,5	96	54,3	57,9	80,9	68,9	30,7	0	13,8	530,5
1982	62,2	53,1	59,9	51	5,5	9,9	14,4	26,4	19	6,4	11,9	25	344,7
1983	0,3	25,3	13,7	29,3	78,9	84	0	51,4	19,7	8	2,5	6,1	319,2
1984	7,5	112,7	11,5	116,3	54,7	25,8	94,4	32,2	42,1	0,9	24,6	0,3	523
1985	39	48,9	30,5	39,3	38,2	35	70,3	23,1	32,4	31,8	9,5	12,6	410,6
1986	6,4	40,9	52,3	42,6	30,1	92,1	28,4	15,7	38,4	0	19	4,6	370,5
1987	8,3	22,8	49,2	39,4	24,3	6	45,2	40,1	49,1	28,6	8,5	1,1	322,6
1988	26,7	2,7	30	136,5	29,1	42,6	33,2	72,1	31,4	41,3	23,8	19,7	489,1
1989	39,5	8,8	10,3	14,1	35	0	22,9	66,3	51,4	35,4	7,9	14,8	306,4
1990	31,7	3,9	96,8	83,1	15,2	54	93,6	41,5	120,2	3,7	25,4	5	574,1
1991	37	78	31	19	51	31	29	105	72	22	47	4	524
1992	57	15	30	111	48	54	36	19	46	5	1	24	445
1993	34	11	47	73	31	65	17	36	4	0	15	8	341
1994	63	60	8	31	69	38	75	42	3	48	1	1	439
1995	42	34	15	35	61	139	29	34	59	36	2	9	495
1996	19	15	13	49	36	15	5	37	23	18	12	24	265
1997	44	33	89	65	27	57	17	63	98	26	0	9	527
1998	148	24	103	45	66	54	27	13	4	20	3	3	510
1999	61	37	25	101	11	8	13	17	35	6	0	7	321
2000	40	36	19	78	95	28	9	18	23	0	0	2	346
2001	56	7	24	10	26	40	32	19	20	0	30	0	263
2002	5	9	130	142	165	43	32	83	39	36	17	26	727
2003	14	66	14	138	59	20	51	75	105	10	1	57	609
2004	26	25	50	122	33	55	20	49	2	34	2	6	424
2005	28	8	68	50	66	34	17	25	63	4	5	2	370
2006	49	0	3	56	7	23	90	67	15	21	0	1	332
2007	30	23	17	25	13	14	51	19	45	5	22	15	279
2008	22	77	33	44	84	43	44	73	3	6	11	0	438
2009	63	7	37	35	38	35	52	35	47	31	4	11	393
2010	8	45	35	27	10	107	18	38	16	28	0	12	343
moy	33,22	29,77	36,71	60,15	42,61	40,11	40,01	42,38	36,51	17,53	8,75	10,11	397,87

III-5-2)Etude statistique des précipitations

Etude de l'homogénéisation de a 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 $N_1 > N_2$

➤ 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%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

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

$$W_x = \sum \text{Rang}_x$$

W_x : Somme des rangs de sous séries.

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 + 1}{2} \quad 1.96 \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}^{1/2}$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1) \cdot N_1 - W_{\min}$$

Tableau III- 6: Test de Wilcoxon de la station de FERMATO

rang	série	X	y	Tri	X U Y
1	244,9	244,9	265	136,2	x
2	136,2	136,2	526,9	228,6	x
3	228,6	228,6	510,3	244,9	x
4	399,8	399,8	320,7	262,8	y
5	335,2	335,2	345,5	265	y
6	530,5	530,5	262,8	278,8	y
7	344,7	344,7	726,8	306,4	x
8	319,2	319,2	609,4	319,2	x
9	523	523	423,5	320,7	y
10	410,6	410,6	370,4	322,6	x
11	370,5	370,5	331,8	331,8	y
12	322,6	322,6	278,8	335,2	x
13	489,1	489,1	438,3	341	x
14	306,4	306,4	392,7	343,3	y
15	574,1	574,1	343,3	344,7	x
16	524	524		345,5	y
17	445	445		370,4	y
18	341	341		370,5	x
19	438,7	438,7		392,7	y
20	495	495		399,8	x
21	265			410,6	x
22	526,9			423,5	y
23	510,3			438,3	y
24	320,7			438,7	x
25	345,5			445	x
26	262,8			489,1	x
27	726,8			495	x
28	609,4			510,3	y
29	423,5			523	x
30	370,4			524	x

31	331,8			526,9	Y
32	278,8			530,5	x
33	438,3			574,1	x
34	392,7			609,4	y
35	343,3			726,8	y

$$W_x = 356$$

$$W_{\min} = 300,7$$

$$W_{\max} = 419,3$$

$$300,7 < W_x < 419,3$$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de FERMATO est homogène.

III-5-3)Ajustement statistique des pluies

Les séries pluviométriques peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre projet on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement les plus utilisées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi log normale.

Ajustement des pluies annuelles a la loi de Gauss ou loi normale :

La méthode de Gauss consiste a :

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F_{(x)} = \frac{n - 0.5}{N}$$

Avec :

n : Numéro d'ordre

N : nombre d'années observées

- Calculer la moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$
- Calculer l'écart type : $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ pour $n > 30$
- Calculer la variable réduite de Gauss : $U = \frac{x - \bar{X}}{\delta}$
- Calculer le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

- Calculer les caractéristiques empiriques : (\bar{X} ; δ ; Cv; CS=0).
- L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

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

Avec :

X_p : Précipitation de probabilité P%

U_p : Variable réduite de Gauss

\bar{X} : Moyenne arithmétique

δ : Ecart type

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

Station : FERMATO

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

Nombre d'observation : 35

Quantiles :

q= F(x) (probabilité au non dépassement)

T=1/ (1-q)

Tableau III- 7: Ajustement a la loi normale.

T	Q	XT	ECR	INTERV
10000.0	0.9999	851	58.7	736 - 966
2000.0	0.9995	799	52.8	695 - 902
1000.0	0.9990	774	50.1	676 - 872
200.0	0.9950	711	43.3	627 - 796
100.0	0.9900	681	40.1	602 - 760
50.0	0.9800	648	36.7	576 - 720
20.0	0.9500	598	31.9	535 - 660
10.0	0.9000	554	28.0	499 - 609

5.0	0.8000	500	24.1	453 - 547
3.0	0.6667	450	21.6	408 - 492
2.0	0.5000	397	20.6	357 - 438
1.4286	0.3000	334	22.0	290 - 377
1.2500	0.2000	295	24.1	248 - 342

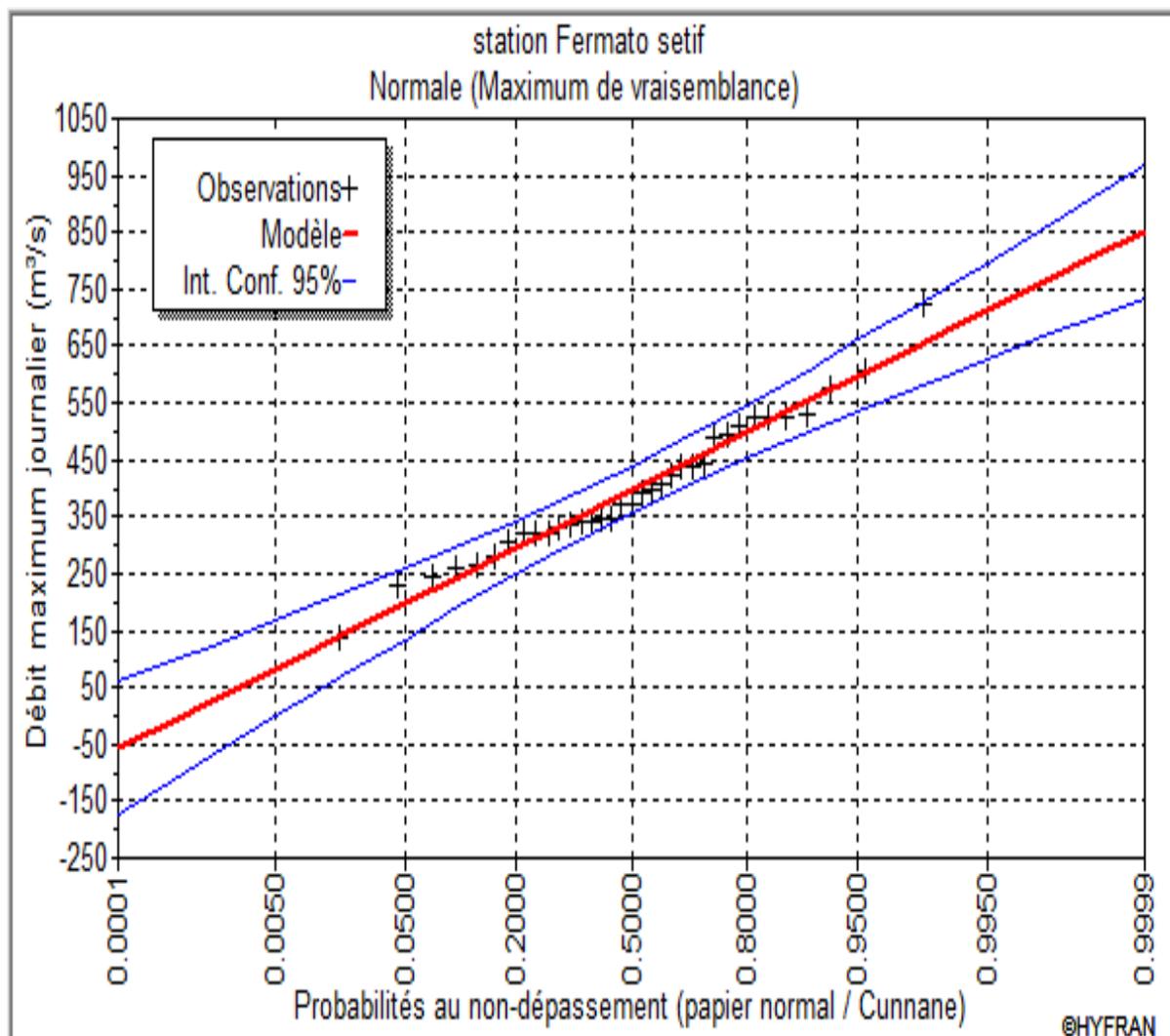


Figure III- 4:Ajustement a la loi normale.

Ajustement des pluies annuelles a la loi log normale :

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

- Les données statistiques des pluies sont rapportées à l'échelle log-normale.

L'équation de la droite de Galton s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_p\%) = \overline{\text{Ln}(X)} + \delta \text{Ln} * (U_p\%)$$

$X_p\%$: Précipitation probable a P%.

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

δLn : La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

$U_p\%$: variable réduite de Gauss

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Station : FERMATO

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

Nombre d'observation : 35

Quantiles :

$q = F(x)$ (probabilité au non dépassement)

$T = 1 / (1 - q)$

Tableau III- 8: Ajustement a la loi log normale.

T	q	XT	ECR	INTRV
10000.0	0.9999	1280	201	882 - 1670
2000.0	0.9995	1110	157	801 - 1420
1000.0	0.9990	1040	140	765 - 1310
200.0	0.9950	878	102	679 - 1080

100.0	0.9900	810	87.0	639 - 980
50.0	0.9800	741	72.9	598 - 883
20.0	0.9500	648	55.4	539 - 757
10.0	0.9000	575	43.2	491 - 660
5.0	0.8000	498	32.2	435 - 561
3.0	0.6667	436	25.2	386 - 485
2.0	0.5000	379	20.9	338 - 420
1.4286	0.3000	319	18.8	282 - 356
1.2500	0.2000	288	18.6	251 - 324

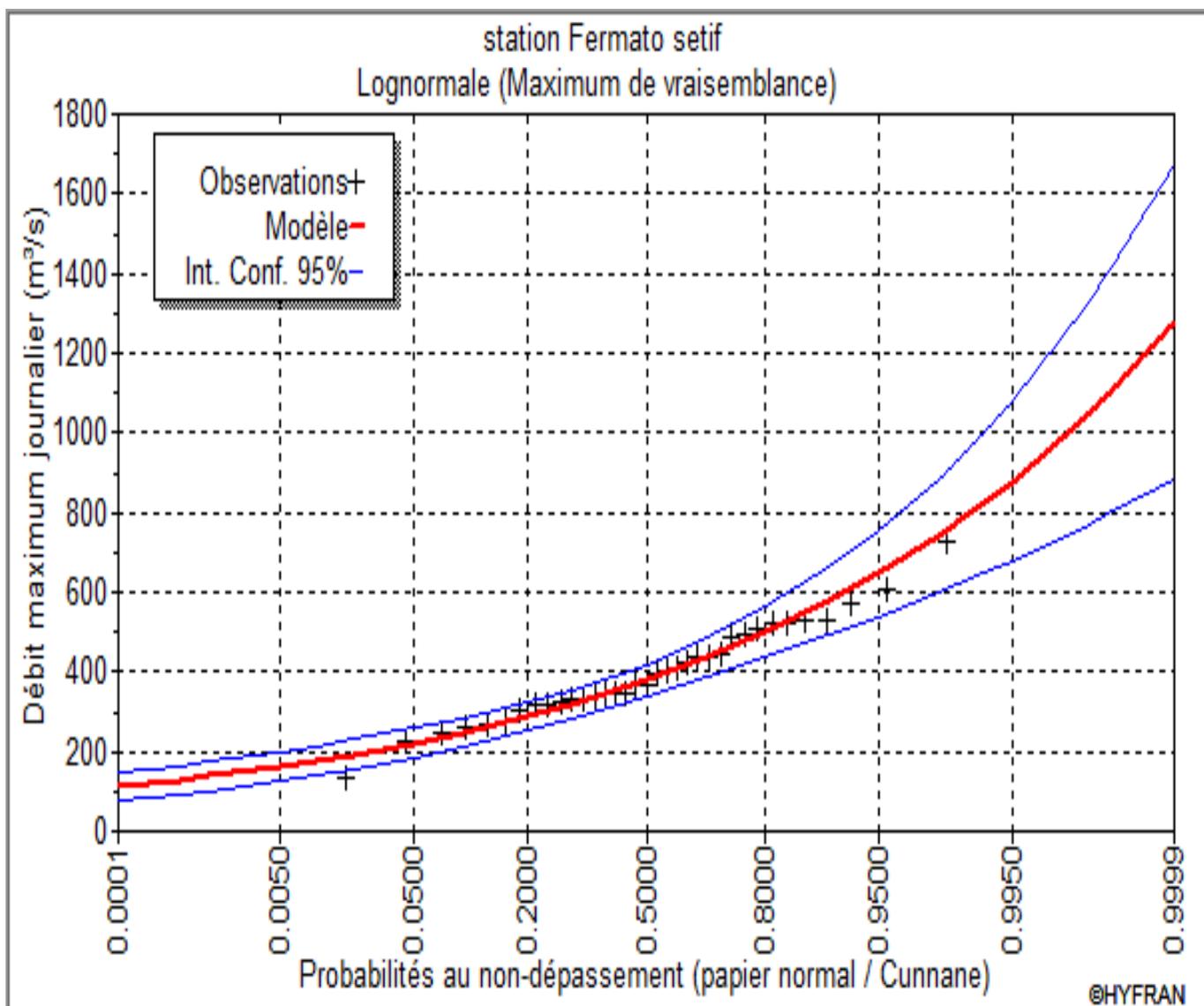


Figure III- 5: Ajustement a la loi Log normale.

Test de validité d'un ajustement :

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

Ce test permet de juger la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale.

A partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants :

Tableau III- 9: Test de validité de l'ajustement.

	Loi normal	Loi log-normal
χ^2 calculée	6.88	5.00
α	0.05	0.05
γ	5	5

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de χ^2 théorique, tel que :

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

Donc : χ^2 calculée < χ^2 théorique (pour les deux lois)

Le test de khi-deux (χ^2) montre que les deux lois présentent une même adéquation, sur la table de Pearson khi-deux (χ^2) théorique = 11.070, pour : $\alpha = 0.05$ et $\gamma = 5$

Après l'examen d'ajustement sur les deux lois, il en résulte que la loi log-normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de Fermato.

III-5-4)Détermination de l'année de calcul :

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%).

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.4)}$$

D’après le tableau d’ajustement à la loi log normale on trouve :

$$P_{80\%} = 498 \text{ mm} \qquad P_{50\%} = 379\text{mm} \qquad \text{d'où : } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.31$$

On remarque que : $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} > 1$ donc l’année de calcul sera obtenu par la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.5)}$$

A partir du tableau de l’ajustement a la loi log normal :

$$P_{20\%} = 288\text{mm} \qquad \text{donc : } \frac{P_{20\% (\text{annuel})}}{P_{50\% (\text{annuel})}} = 0.76$$

Donc $P_{i,80\%}$ de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

Tableau III- 10: Année de calcul.

Mois	sep	oct	nov	Dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
$P_{\text{ moy}}$ (mm)	33,22	29,77	36,71	60,15	42,61	40,11	40,01	42,38	36,51	17,53	8,75	10,11
$P_{80\%}$ (mm)	25,25	22,63	27,90	45,71	32,39	30,49	30,40	32,21	27,75	13,32	6,65	7,68

III-6) Conclusion

La mobilisation des ressources en eau est une étape importante pour l'élaboration d'un projet hydro-agricole. Dans notre cas, le périmètre des plaines setifiennes sera irrigué à partir du barrage de Mahouane. Ce dernier représente une opportunité pour la région vue la rareté de la ressource en eau.

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

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

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins.

Chapitre IV: Besoins en eau des cultures**IV-1) 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.

IV-2) Occupation du périmètre : les cultures envisageables

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.

Le bon choix des cultures et leurs rotations est une étape déterminante dans la rentabilité économique des terres à exploiter. Les performances agronomiques des zones homogènes d'aptitudes culturales. Les culturales qu'on a choisis et leur répartition sur la surface irrigable sont mentionnées dans le tableau suivant:

Tableau IV- 1: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.

Culture	Surface en (ha)	surface en (%)
Blé	300	31,10
orge vert	300	31,10
pêcher	100	10,37
Olivier	150	15,55
Tomate	44	4,56
Haricot	30,6	3,17
Carotte	40	4,15
Total	964,6	100

IV-3) 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. Pour cela on définit :

IV-3-1) 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, m³/ha/jour, en m³/ha/mois, ou en m³/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 (ET₀) et l'évapotranspiration maximale (ETM).

L'évapotranspiration de référence (ET₀) :

L'évapotranspiration de référence (ET₀) 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.

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

L'évapotranspiration Maximale (ETM) ou Besoins en eau des cultures (ET_c):

Lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant au niveau de l'absorption racinaire (conditions hydriques optimales), la régulation stomatique est minimale et l'évapotranspiration de la culture pendant un stade végétatif est maximal.

Dans ce cas, les besoins en eau des cultures se calculent comme suit :

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

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.

ET₀ : Evapotranspiration de référence.

IV-3-2) Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET0)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs méthodes :

L'évapotranspiromètre (mesures directes).

Les stations expérimentales.

Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles, on peut citer :

Formule de Thornthwaite (1948).

Formule de Penman.

Formule de Blaney- Criddle (1959).

Formule de Turc (1960).

Formule de Bouchet (1960)

Dans notre cas, nous avons estimé l'évapotranspiration de référence ET_0 par la méthode de Penman-Monteith.

Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET0) par la formule Penman-Monteith :

La détermination de l'évapotranspiration de référence (ET_0) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Avec:

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour-1]

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

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

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

u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹]

e_s : Pression de vapeur saturante [kPa]

e_a : Pression de vapeur réelle [kPa]

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

γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹]

Δ : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹]

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT** version **8.0**.

Avec :

Température : Les températures minimales et maximales mensuelles en (°C).

Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).

Insolation journalière : donnée en heures d'insolation en (heures).

Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en (m/s).

Le tableau suivant présente l'évapotranspiration de référence (ET₀), calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Tableau IV- 2: Evapotranspiration de référence (ET₀) de la zone d'étude selon Penman Monteith

Evapotranspiration de référence ET ₀ de Penman et Monteith							
Pays : Algérie		station : Sétif			Altitude : 1033m		
Mois	T _{min} °C	T _{max} °C	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m ² /jour	ET ₀ panman Mm/Mois
Janvier	0.4	9.2	83	2.9	6.3	9.9	34.63
Février	1.1	11.0	77	3.1	7.9	13.9	49.37
Mars	3.2	14.0	76	3.1	7.5	16.5	76.12
Avril	5.5	18.1	72	2.9	8.6	20.8	106.14
Mai	9.2	22.4	65	2.9	8.5	22.2	142.11
Juin	13.5	27.7	62	2.9	11.1	26.4	179.68
Juillet	16.9	32.5	52	2.7	11.9	27.3	218.09
Aout	16.7	31.9	50	2.8	10.1	23.4	199.47
Septembre	13.9	27.0	58	2.7	9.3	19.8	141.78
Octobre	9.1	20.4	73	2.8	7.2	14.1	84.79
Novembre	4.5	14.0	81	2.8	5.7	9.9	44.62
Décembre	1.3	10.1	85	2.8	4.0	7.3	31.05

IV-4) Calcul de la pluie efficace

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de la région concernée, de la nature de la pluie et du type de sol.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage qui dit que :

$$P_{eff} = 0.8 \times P_{moy} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Avec :

P_{moy} : Est la pluie moyenne mensuelle.

Dans le cas, où la pluie efficace (P_{eff}) est inférieure à 5mm, P_{eff} est remise à zéro.

Tableau IV- 3: pluviométries moyennes et efficaces pour chaque mois en mm

Mois	sep	oct	Nov	Dec	jan	Fev	mars	avril	Mai	juin	juil	aout
P_{Moy}	25,25	22,63	27,90	45,71	32,39	30,49	30,40	32,21	27,75	13,32	6,65	7,68
P_{eff}	20,20	18,10	22,32	36,57	25,91	24,39	24,32	25,77	22,20	10,66	5,32	6,15

IV-5) Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm/ jour)

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement (2/3)

D_a : densité apparente (1,4)

Z : profondeur d'enracinement mm

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

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

IV-6) Estimation des besoins en eau des cultures

Les besoins en eau de chaque culture sont donnés dans les tableaux suivant:

Tableau IV- 4: Estimation des besoins en eau du blé

mois	Peff(mm)	ET0	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
		(mm/j)						
Septembre	20,20	141,78						
Octobre	18,10	84,79						
Novembre	22,32	44,62	0,4	17,85	0,3	28	6,03	
Décembre	36,57	31,05	0,7	21,74	0,5	46,67	9,33	
Janvier	25,91	34,63	0,85	29,44	0,5	46,67	15,56	
Février	24,39	49,37	0,95	46,9	0,6	56	15,56	6,95
Mars	24,32	76,12	1,05	79,93	0,6	56	18,67	40,05
Avril	25,77	106,14	1,05	111,45	0,6	56	18,67	67,01
Mai	22,20	142,11	0,8	113,69	0,6	56	18,67	72,82
Juin	10,66	179,68	0,75	134,76	0,6	56	18,67	105,44
Juillet	5,32	218,09						
Août	6,15	199,47						

Tableau IV- 5: Estimation des besoins en eau de l'orge en vert

mois	Peff(mm)	ET0	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
		(mm/Mois)						
Septembre	20,20	141,78						
Octobre	18,10	84,79						
Novembre	22,32	44,62	0,3	13,39	0,3	28,00	6,03	
Décembre	36,57	31,05	0,3	9,32	0,5	46,67	9,33	
Janvier	25,91	34,63	0,5	17,32	0,5	46,67	15,56	
Février	24,39	49,37	0,5	24,69	0,6	56,00	15,56	
Mars	24,32	76,12	1	76,12	0,6	56,00	18,67	
Avril	25,77	106,14	1,15	122,06	0,6	56,00	18,67	77,63
Mai	22,20	142,11	1	142,11	0,7	65,33	18,67	101,24
Juin	10,66	179,68						
Juillet	5,32	218,09						
Août	6,15	199,47						

Tableau IV- 6: Estimation des besoins en eau de la tomate.

mois	Peff(mm)	ET0 (mm/Mois)	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
Septembre	20,20	141,78						
Octobre	18,10	84,79						
Novembre	22,32	44,62						
Décembre	36,57	31,05						
Janvier	25,91	34,63						
Février	24,39	49,37						
Mars	24,32	76,12	0,5	38,06	0,7	65,33	8,13	13,74
Avril	25,77	106,14	0,85	90,22	0,9	84,00	21,78	56,32
Mai	22,20	142,11	1,15	163,43	1,2	112,00	28,00	119,45
Juin	10,66	179,68	0,9	161,71	1,2	112,00	37,33	123,06
Juillet	5,32	218,09						
Août	6,15	199,47						

Tableau IV- 7: Estimation des besoins en eau de l'olivier.

mois	Peff(mm)	ET0 (mm/Mois)	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
Septembre	20,20	141,78	0,85	120,51	1,5	140,00	0,00	100,32
Octobre	18,10	84,79	0,85	72,07	1,5	140,00	46,67	53,97
Novembre	22,32	44,62	0,75	33,47	1,5			
Décembre	36,57	31,05	0,65	20,18	1,5			
Janvier	25,91	34,63	0,65	22,51	1,5			
Février	24,39	49,37	0,65	32,09	1,5			
Mars	24,32	76,12	0,65	49,48	1,5			
Avril	25,77	106,14	0,65	68,99	1,5			
Mai	22,20	142,11	0,65	92,37	1,5	140,00	46,67	23,50
Juin	10,66	179,68	0,8	143,74	1,5	140,00	0,00	86,42
Juillet	5,32	218,09	0,9	196,28	1,5	140,00	0,00	190,96
Août	6,15	199,47	0,9	179,52	1,5	140,00	0,00	173,38

Tableau IV- 8: Estimation des besoins en eau des carottes.

Mois	Peff(mm)	ET0 (mm/Mois)	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
Septembre	20,20	141,78	0,42	59,55	0,3	28,00	0,00	39,35
Octobre	18,10	84,79	0,7	59,35	0,4	37,33	9,33	41,25
Novembre	22,32	44,62	0,81	36,14	0,5	46,67	12,44	4,49
Décembre	36,57	31,05	0,77	23,91	0,6	56,00	15,56	
Janvier	25,91	34,63	0,57	19,74	0,7	65,33	18,67	
Février	24,39	49,37						
Mars	24,32	76,12						
Avril	25,77	106,14						
Mai	22,20	142,11						
Juin	10,66	179,68						
Juillet	5,32	218,09						
Août	6,15	199,47						

Tableau IV- 9: Estimation des besoins en eau de l'haricot

Mois	Peff(mm)	ET0 (mm/Mois)	KC	ETM	Z (m)	RFU	RFU_reel	B (mm)
Septembre	20,20	141,78	0,9	127,60	0,7	65,33	21,78	107,41
Octobre	18,10	84,79	0,85	72,07	0,7	65,33	21,78	32,19
Novembre	22,32	44,62						
Décembre	36,57	31,05					0,00	
Janvier	25,91	34,63					0,00	
Février	24,39	49,37					0,00	
Mars	24,32	76,12					0,00	
Avril	25,77	106,14					0,00	
Mai	22,20	142,11					0,00	
Juin	10,66	179,68	0,5	89,84	0,5	46,67	7,40	79,18
Juillet	5,32	218,09	0,65	141,76	0,5	46,67	15,56	129,04
Août	6,15	199,47	0,95	189,50	0,7	65,33	15,56	167,79

Tableau IV- 10: Estimation des besoins en eau du pêcher

Mois	Peff(mm)	ET0 (mm/Mois)	KC	ETM	Z (m)	RFU _{theorique}	RFU_reel	B (mm)
Septembre	20,20	141,78	0,7	99,25	1,5	140,00	0,00	79,05
Octobre	18,10	84,79	0,7	59,35	1,5			
Novembre	22,32	44,62	0,7	31,23	1,5			
Décembre	36,57	31,05	0,7	21,74	1,5			
Janvier	25,91	34,63	0,7	24,24	1,5			
Février	24,39	49,37	0,7	34,56	1,5			
Mars	24,32	76,12	0,8	60,90	1,5			
Avril	25,77	106,14	0,85	90,22	1,5			
Mai	22,20	142,11	0,85	120,79	1,5	140,00	0,00	51,93
Juin	10,66	179,68	0,7	125,78	1,5	140,00	0,00	115,12
Juillet	5,32	218,09	0,7	152,66	1,5	140,00	0,00	147,34
Août	6,15	199,47	0,7	139,63	1,5	140,00	0,00	133,48

On a résumé les calculs des besoins en eaux des cultures dans ce tableau suivant :

Mois	Blé (mm)	Haricot (mm)	Carote (mm)	Orge (mm)	Tomate (mm)	Olivier (mm)	Pêcher (mm)	Total (mm)
Sep		107,41	39,35			100,32	79,05	326,12
Oct		32,19	41,25			53,97		127,42
Nov			4,49					
Dec								
Jan								
Fev	6,95							
Mars	40,05				13,74			
Avr	67,01			77,63	56,32			200,96
Mai	72,82			101,24	119,45	23,50	51,93	368,95
Juin	105,44	79,18			123,06	86,42	115,12	509,22
Juil		129,04				190,96	147,34	467,34
Aout		167,79				173,38	133,48	474,65

IV-6-1)Calcul des débits spécifiques

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture . Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3.6 \times K} \text{ (l/s/ha) } \dots\dots\dots \text{ (IV.5)}$$

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

T : Temps d'irrigation par jour;

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

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

$$q_s = \frac{509,22 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 2.61 \text{ (l/s/ha)}$$

Donc:

On a le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5 ($Q_s = 2.61 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$)

ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement.

Pour estimer le débit spécifique dans ce cas il y a trois méthodes :

Prendre la moyenne de débit spécifique de l'ensemble des cultures.

Prendre en considération le débit spécifique de la culture plus exigeante.

Prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes.

On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Olivier) pour le mois de pointe.

$$Q_{sp} = 0.98 \text{ (l/s /ha)}$$

Ce débit est inférieur à 1.5, donc le choix de ce débit est valable.

IV-6-2)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 : **964.6 ha**

D'où : $Q \text{ caractéristique} = 0.98 \times 964.6 = 945.38 \text{ l/s}$

IV-7) 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 IV- 11: besoins en eau totaux du périmètre

Les cultures	La surface de la culture (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts de la culture m ³ /ha	Les volumes des besoins en eau en m ³
Blé	300	292,3	0,75	3897,1	1169123,3
Haricot	300	515,6	0,75	6874,8	2062454,5
Carote	100	85,1	0,75	1134,6	113455,8
Orge	150	178,9	0,75	2384,9	357736,4
Tomate	44	312,6	0,75	4167,5	183369,3
Olivier	30,6	628,5	0,75	8380,6	256447,9
Pêcher	40	526,92	0,75	7025,6	281024
Total	964,6	2505,6		33407,8	4423612

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre périmètre est de 4423612 m³, ce volume peut être déduit du barrage de Mahouane.

IV-8) 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 **964.6 ha**.

Le volume des besoins en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de **4423612 m³**, prélevés à partir du barrage **Mahouane** d'une capacité totale de **147.9 Mm³**.

De ces résultats on peut conclure que la capacité du barrage suffit largement à alimenter la surface d'étude.

Chapitre V: Etude du système d'adduction**V-1) Introduction**

Un réseau de distribution d'irrigation doit être bien conçu pour pouvoir répondre à certaines exigences topographiques, techniques, hydrauliques et sécuritaires. Le système de distribution doit intégrer tous les aspects aussi bien opérationnels qu'hydrauliques, de manière à satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus.

V-2) Présentation du périmètre des plaines Sétifiennes

La zone d'étude concerne les plaines sétifiennes qui englobent deux (02) plaines :

La plaine de Mezloug est entièrement située dans la Wilaya de Sétif. Cette plaine est à plus de 1000 mètres d'altitude et à 300 km à l'Est d'Alger.

La plaine d'Ain Taghrout se localise à la limite est de la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Cette plaine est limitée au Nord par les Monts des Babors, à l'Est par Ain Arnat-Mezloug.

Dans le but du développement et de l'augmentation de la production agricole on s'est intéressé à l'aménagement hydro-agricole des plaines sétifiennes d'une superficie de **15 764.8** ha, le périmètre irrigué a été divisé en treize (13) secteurs.

Les secteurs ont été divisés en îlots de telle sorte que la surface de l'îlot alimenté à partir d'une prise ne dépasse pas 100 Ha. Ils ont été pris en considération dans la délimitation des îlots les propriétés, les routes, et les pistes ainsi que les infrastructures existantes de même que la topographie de terrain. Le périmètre a été divisé en **296** îlots.

Le tableau suivant montre la superficie des différents secteurs :

Tableau V- 1: Superficie des différents secteurs du périmètre.

Secteurs	Superficies (ha)
1	1.609,6
2	1.677,4
3	1.753,7
4	1.189,4
5	1.122,7
6	1.966,0

7	1.195,2
8	1.303,2
9	964,6
10	693,4
11	828,4
12	460,7
13	1.000,5
Total	15.764,8

Dans notre thèse, l'étude est basée sur l'aménagement hydro-agricole du secteur 9 d'une superficie de 964.6 ha. La zone d'étude se trouve dans la commune de Mezloug wilaya de Sétif.

V-3)plan de bornages

V-3-1)ilot d'irrigation

L'îlot d'irrigation est la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Le terme «îlot d'irrigation» décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Chaque îlot est desservi par d'une borne à une ou plusieurs prises. Elle est placée généralement sur la partie ayant la plus haute cote afin de surplomber l'îlot et d'assurer une irrigation de surface des différentes parcelles de l'îlot.

Une borne d'irrigation comprend:

Une vanne collective sur le corps;

Un compteur pour chaque prise;

Un limiteur de débit adapté à la surface souscrite à l'irrigation.

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire:

Laisser passer ou arrêter le débit;

Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module;

Régler la pression;

Assurer le comptage de l'eau livrée.

V-3-2)Taille maximum de l'îlot

La taille maximum de l'îlot est déterminée en tenant compte des facteurs suivants :

- le débit d'équipement de la borne
- la superficie des unités foncières existantes
- la distance maximale entre la borne et la parcelle

Pour notre secteur, le périmètre est divisé en 22 îlots. Chaque îlot, sera desservi par une ou deux bornes. Chaque borne aura une ou plusieurs sorties, suivant le nombre d'exploitants et les besoins en eau pour la superficie de l'îlot défini.

Pour, d'une part, éliminer tout risque de conflit entre agriculteurs et, d'autre part, permettre la mise en place d'une tarification ramenée au volume réellement consommé, les limites des îlots coïncident avec celles des parcelles.

V-4)Calcul hydraulique des bornes

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

$$Q_b = q_s \times S \dots\dots\dots (V.1)$$

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 h

V-4-1)Choix du diamètre de la borne

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

Tableau V- 2: Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	D= 65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150mm

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

Tableau V- 3: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique	Débit spécifique	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
		(ha)	(l/s/ha)			
B1	1	16,06	0,98	15,74	40,21	200
	2	6	0,98	5,88		
	3	6,68	0,98	6,55		
	4	2,08	0,98	2,04		
	5	10,21	0,98	10,01		
B2	1	14,11	0,98	13,83	62,31	200
	2	10,06	0,98	9,86		
	3	6,24	0,98	6,12		
	4	8,37	0,98	8,20		
	5	14,93	0,98	14,63		
	6	9,87	0,98	9,67		
B3	1	10,17	0,98	9,97	51,32	200
	2	13,2	0,98	12,94		
	3	17,22	0,98	16,88		
	4	11,78	0,98	11,54		
B4	1	15,06	0,98	14,76	49,15	200
	2	17,11	0,98	16,77		
	3	11,18	0,98	10,96		
	4	6,8	0,98	6,66		
B5	1	4,4	0,98	4,31	26,82	150
	2	8,86	0,98	8,68		
	3	14,11	0,98	13,83		
B6	1	12,73	0,98	12,48	46,66	200
	2	15,4	0,98	15,09		
	3	11,41	0,98	11,18		
	4	8,07	0,98	7,91		
B7	1	11,13	0,98	10,91	46,83	200

	2	13,53	0,98	13,26		
	3	11,87	0,98	11,63		
	4	11,26	0,98	11,03		
B8	1	14,38	0,98	14,09	30,55	150
	2	16,79	0,98	16,45		
B9	1	13,17	0,98	12,91	46,81	200
	2	16,5	0,98	16,17		
	3	8,65	0,98	8,48		
	4	9,45	0,98	9,26		
B10	1	16,01	0,98	15,69	66,26	200
	2	23,65	0,98	23,18		
	3	15,23	0,98	14,93		
	4	7,72	0,98	7,57		
	5	5	0,98	4,90		
B11	1	21	0,98	20,58	47,63	200
	2	13,32	0,98	13,05		
	3	14,28	0,98	13,99		
B12	1	9,88	0,98	9,68	30,56	150
	2	11,72	0,98	11,49		
	3	9,58	0,98	9,39		
B13	1	13,55	0,98	13,28	40,48	200
	2	6,61	0,98	6,48		
	3	6,15	0,98	6,03		
	4	8,16	0,98	8,00		
	5	6,84	0,98	6,70		
B14	1	7,42	0,98	7,27	28,21	150
	2	14,83	0,98	14,53		
	3	6,54	0,98	6,41		
B15	1	8,5	0,98	8,33	21,26	100
	2	13,19	0,98	12,93		
B16	1	10,42	0,98	10,21	31,09	150
	2	12,72	0,98	12,47		
	3	8,58	0,98	8,41		

B17	1	12,83	0,98	12,57	59,37	200
	2	8,3	0,98	8,13		
	3	16,26	0,98	15,93		
	4	10,8	0,98	10,58		
	5	12,39	0,98	12,14		
B18	1	4,58	0,98	4,49	23,71	150
	2	7,78	0,98	7,62		
	3	6,46	0,98	6,33		
	4	5,37	0,98	5,26		
B19	1	9,92	0,98	9,72	48,04	200
	2	7,81	0,98	7,65		
	3	25,07	0,98	24,57		
	4	6,22	0,98	6,10		
B20	1	9,59	0,98	9,40	47,05	200
	2	6,87	0,98	6,73		
	3	10,15	0,98	9,95		
	4	8,89	0,98	8,71		
	5	5,31	0,98	5,20		
	6	7,2	0,98	7,06		
B21	1	9,87	0,98	9,67	40,96	200
	2	14,08	0,98	13,80		
	3	6,67	0,98	6,54		
	4	11,18	0,98	10,96		
B22	1	3,02	0,98	2,96	34,18	150
	2	7,19	0,98	7,05		
	3	7,78	0,98	7,62		
	4	4,76	0,98	4,66		
	5	12,13	0,98	11,89		

V-5) Schéma d'aménagement hydro-agricole et variantes d'aménagement**a) Schéma d'adduction :**

L'eau du système d'irrigation des plaines Sétifiennes sera fournie par le barrage de Mahouane situé à 14 km au nord du côté du périmètre. Ce barrage a une capacité utile d'exploitation de 147.4 Mm³, une cote de crête de 1 149m et une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1 106 m.

Tout le système est irrigué par pression naturelle, et toutes les conduites d'adduction sont en fonte, matériel qui permet de supporter les pressions du système avec de nombreux avantages d'installation et de maintenance.

Cependant, dans le cas où la pression entre la chambre de vanne et la tête de secteur est importante (>10 bars) on préconise soit :

La réalisation d'un réservoir de stockage (de régulation) pour baisser la charge hydrostatique dans les canalisations ;

L'installation des brises charge.

Etant donné une différence de charge importante supérieure à 11 bars, la variante retenue sera une adduction du barrage vers un bassin (réservoir de régulation).

b) Schéma de distribution :(conduites secondaires et tertiaires)

Pour le réseau de distribution, des canalisations secondaires et tertiaires alimenteront les parcelles à partir de la conduite principale.

V-5-1)Dimensionnement du réservoir de distribution

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

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f \dots\dots\dots (V.2)$$

Q est le besoin maximum journalier = 945.38 l/s = 3404 m³/h

T_f : 2h

$$V = 3404 \cdot 2 = 6808 \text{ m}^3.$$

Le bassin ou réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé situé à une cote de 936 m, et la distance entre le réservoir et notre secteur irrigué est 2178 m.

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

Hauteur et 6m.

Longueur et 50 m.

Largeur et 35 m.

La Géométrie de ce réservoir est rectangulaire.

V-6) Dimensionnement du réseau de distribution

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 1.20 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 :

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

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 :

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

Avec :

- h_{pu}** : perte de charge unitaire en m/ml.
- Q** : débit en m³/s.
- D** : diamètre de la conduite considérée.
- L, M et N** : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations.
- C** : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière:

$$J = L \times Q^M / D^N \dots\dots\dots (V.5)$$

Tableau V- 4: Les paramètres de perte de charge.

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

V-7) Choix du matériau des conduites

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

La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).

La disponibilité sur le marché local.

L'intérêt économique.

Du type de sol.

V-7-1) Caractéristiques des canalisations**a) Conduites en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

Bonne résistance aux forces internes ;

Bonne résistance à la corrosion ;

Très rigides et solides.

Leur inconvénient est :

coût relativement important

b) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

Bonne résistance à la corrosion

Disponible sur le marché

Une pose de canalisation facile

Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

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

V-7-2)Choix du matériau

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

Fonte pour les conduites de 400 à 1800 mm.

PEHD pour les conduites de diamètre inférieurs à 400 mm.

V-8)Points spéciaux d'une conduite

Les points spéciaux d'une conduite sont:

Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de purge d'air.

Les points bas, où dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour le vidage exceptionnel de la conduite.

Les dérivations vers les branches.

Les sectionnements intermédiaires.

Tableau V- 5: Résultat de calcul (Vitesse, Perte de charge, Pression).

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (Ha)	débit Q(l/s)	débit Q(m3/S)	Diamètre calculé(mm)	Diamètre Normalisé(mm)	Vitesse réelle (m/s)	Perte de charge Totale(m/m)	Cote terrain aval Z(m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)	Pression (bars)
Barrage-SF9	13520	13,52	964,6	945,31	0,945	1000,2	1000	1,20	14,59	887,70	973,4	85,7	8,6
SF9-N1	148,17	0,15	964,6	945,31	0,945	1000,2	1000	1,20	0,16	887,00	933,5	86,3	8,6
N1-B1	473	0,47	48,2	47,24	0,047	223,6	250	0,96	1,84	882,4	931,6	89,0	8,9
N1-B2	42	0,04	63,58	62,31	0,062	256,8	300	0,88	0,11	881,3	933,4	91,8	9,2
N1-B3	421	0,42	52,37	51,32	0,051	233,0	250	1,04	1,92	880,9	931,6	90,4	9,0
N1-B9	77	0,08	47,67	46,72	0,047	222,3	250	0,95	0,29	883,1	933,2	89,9	9,0
N1-N2	2082	2,08	916,4	898,07	0,898	974,9	1000	1,14	2,04	881,5	931,4	89,7	9,0
N2-B8	80	0,08	31,17	30,55	0,031	179,8	200	0,97	0,42	881,3	931,0	89,5	8,9
N2-N3	675	0,68	324	317,52	0,318	579,7	600	1,12	1,20	882	894,8	12,8	1,3
N3-B7	183	0,18	124,52	122,03	0,122	359,3	400	0,97	0,41	883	894,4	11,4	1,1
B7-B5	34	0,03	77,46	75,91	0,076	283,4	300	1,07	0,13	883	894,3	11,3	1,1
B5-B4	48	0,05	50,09	49,09	0,049	227,9	250	1,00	0,20	883	894,1	11,1	1,1
N3-B13	70	0,07	41,11	40,29	0,040	206,5	250	0,82	0,20	883	894,6	11,6	1,2

N3-N4	903	0,90	199,48	195,49	0,195	454,8	500	0,99	1,60	882	893,2	11,2	1,1
N4-B16	45	0,05	31,72	31,09	0,031	181,4	200	0,99	0,24	882	893,0	11,0	1,1
N4-B15	79	0,08	21,69	21,26	0,021	150,0	160	1,05	0,64	881	892,6	11,6	1,2
N4-B14	61	0,06	28,89	28,31	0,028	173,1	200	0,90	0,28	881,5	892,9	11,4	1,1
N4-B06	110	0,11	45,43	44,52	0,045	217,1	250	0,90	0,38	881,5	892,8	11,3	1,1
N4-N5	1210	1,21	127,73	125,18	0,125	364,0	400	0,99	2,82	883	893,2	10,2	1,0
N2-N6	1172	1,17	404,13	396,05	0,396	647,4	700	1,03	1,46	881,8	931,4	89,4	8,9
N2-B10	112	0,11	68,37	67,00	0,067	266,3	300	0,95	0,34	881,8	931,1	89,1	8,9
N2-B11	60	0,06	48,6	47,63	0,048	224,5	250	0,97	0,24	881,9	931,2	89,1	8,9
N6-B19	60	0,06	49,02	48,04	0,048	225,5	250	0,98	0,24	881,5	931,2	89,5	8,9
N6-B18	73	0,07	24,46	23,97	0,024	159,3	160	1,19	0,74	882,4	930,7	88,1	8,8
N6-B17	64	0,06	60,58	59,37	0,059	250,6	250	1,21	0,38	882,2	931,1	88,6	8,9
N6-B12	95	0,10	31,18	30,56	0,031	179,8	200	0,97	0,50	882,3	930,9	88,4	8,8
N6-N7	1211	1,21	165,24	161,94	0,162	414,0	500	0,82	1,50	881,9	929,9	87,8	8,8
N6-B20	66	0,07	48,06	47,10	0,047	223,2	250	0,96	0,26	894,5	931,2	76,5	7,6
N6-B21	104	0,10	41,8	40,96	0,041	208,2	250	0,83	0,31	881,9	931,1	89,0	8,9
N7-B22	78	0,08	35,06	34,36	0,034	190,7	200	1,09	0,51	895,5	929,4	73,7	7,4
N7-N8	889	0,89	124,92	122,42	0,122	359,9	400	0,97	1,99	896	928,0	71,7	7,2

V-9) Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du périmètre des plaines Setifiennes.

Le périmètre est découpé en 22 ilots, et comporte 22 bornes, le réseau d'adduction projeté est constitué par une conduite gravitaire vers un réservoir, qui à son tour alimentera les parcelles.

Cette phase de calcul nous a permis :

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

De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permet d'utiliser plusieurs systèmes d'irrigation même les plus exigeants en pression (tel que l'aspersion) et de diversifier les cultures pour de meilleurs rendements.

Chapitre VI: Etude des techniques d'irrigation

VI-1) Introduction

Le choix de la méthode d'irrigation dans un périmètre est toujours problématique du fait de plusieurs contraintes : topographiques, hydrauliques, édaphiques et socio-économiques.

Dans ce chapitre, on détaille les principales techniques d'irrigation, leurs avantages et inconvénients, en essayant d'en tirer les meilleures conclusions quant à l'utilisation d'une technique d'irrigation.

VI-2) Les différentes techniques d'arrosages:

Les techniques d'arrosages peuvent être regroupées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation

VI-2-1) L'irrigation de surface :

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

On distingue :

VI-2-1-1) Irrigation par ruissellement ou par planche

Dans cette technique, on divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %. Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

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

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse, et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants. Les pertes par percolation profonde et en colature est importante. L'efficacité d'irrigation ne dépasse pas 50%.

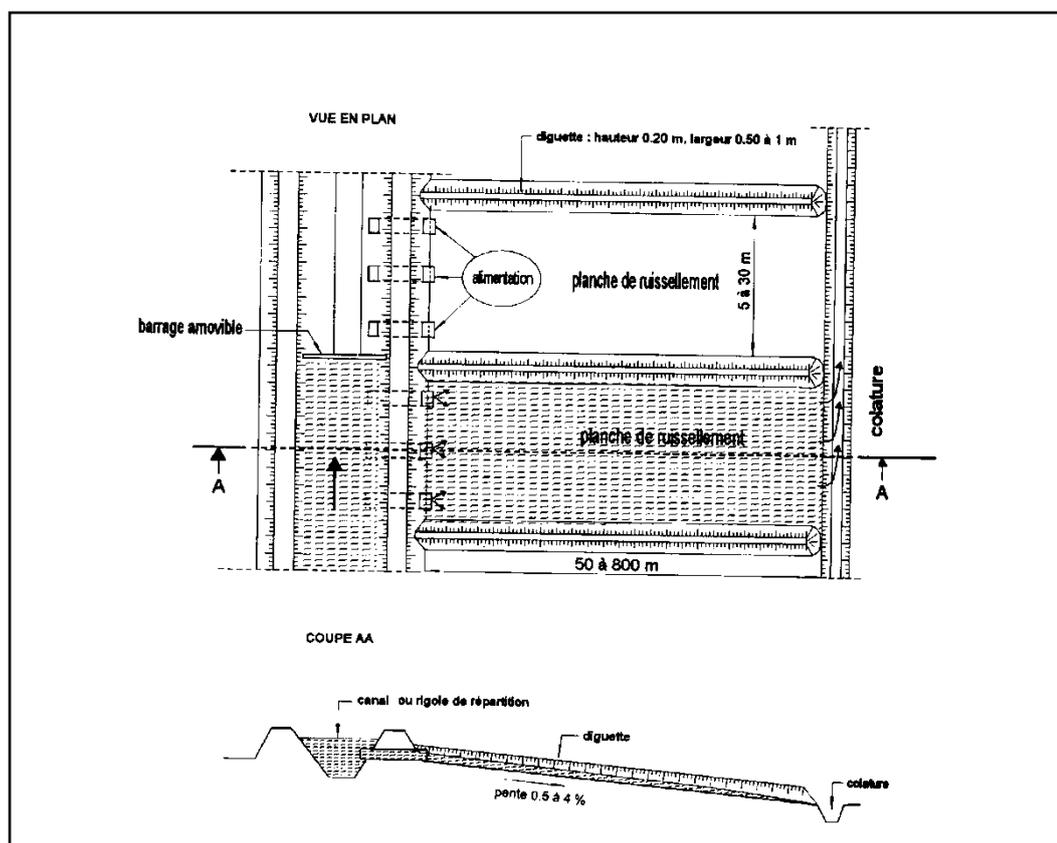


Figure VI- 1: Irrigation par planche de ruissellement

VI-2-1-2) L'arrosage à la raie

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

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

- Largeur : 25 à 40 cm.

- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.).

Cette technique exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages. L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 50 %.

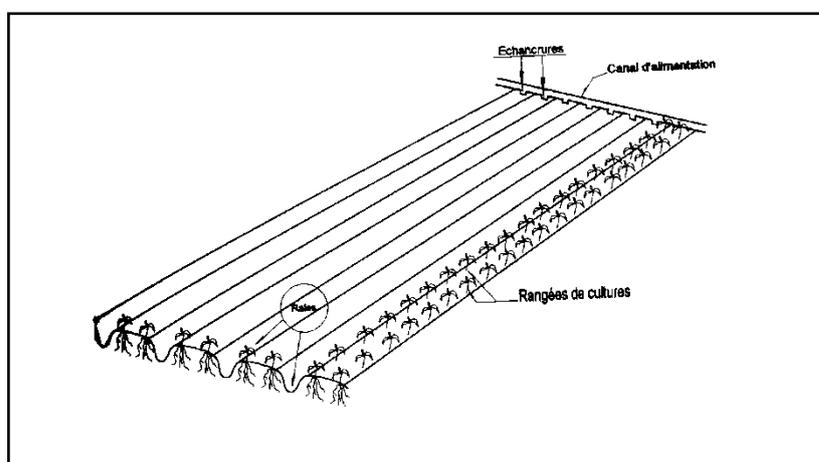


Figure VI- 2: Irrigation à la raie

VI-2-1-3) Irrigation par submersion :

Cette méthode consiste à introduire la dose d'arrosage à l'intérieur de planches horizontales bordées par des diguettes et formant bassin de submersion.

L'eau est amenée aux bassins par un canal arroseur situé entre deux séries de bassins adjacents.. La culture du riz qui nécessite des volumes d'eau importants est un des exemples de ce type d'irrigation.

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

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

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)

2). Qualité du nivellement.

3). Fort débit d'apport.

La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux. Ce système d'irrigation s'emploie généralement dans les rizicultures. L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 60%

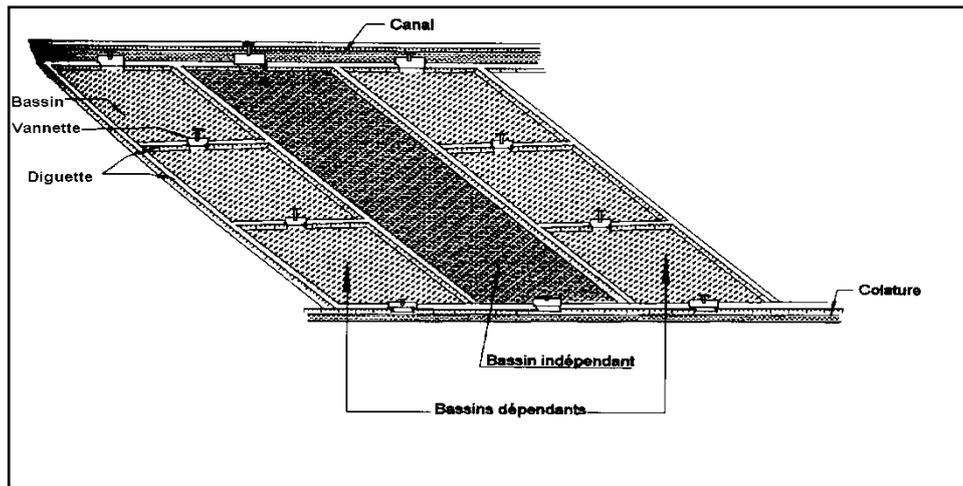


Figure VI- 3: Irrigation par submersion

L'irrigation par ruissellement et infiltration présentent plusieurs inconvénients :

- ❖ Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- ❖ Le volume d'eau utilisé est important.
- ❖ Pertes d'eau considérable.
- ❖ Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre, la durée de l'arrosage est plus longue.

VI-2-2) L'irrigation par aspersion

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures sous forme de gouttes de pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

Pour ce qui est de type de sol, l'irrigation par aspersion s'adapte à tous les types de sols ayant une bonne capacité d'infiltration ($I > 4$ mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à $I < 50$ mm /h pour sols perméables). Dans le cas de sols très argileux et très peu perméables, l'irrigation par aspersion est déconseillée.

L'irrigation par aspersion présente une bonne efficacité située entre 65% à 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses :

Fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc.

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.....)

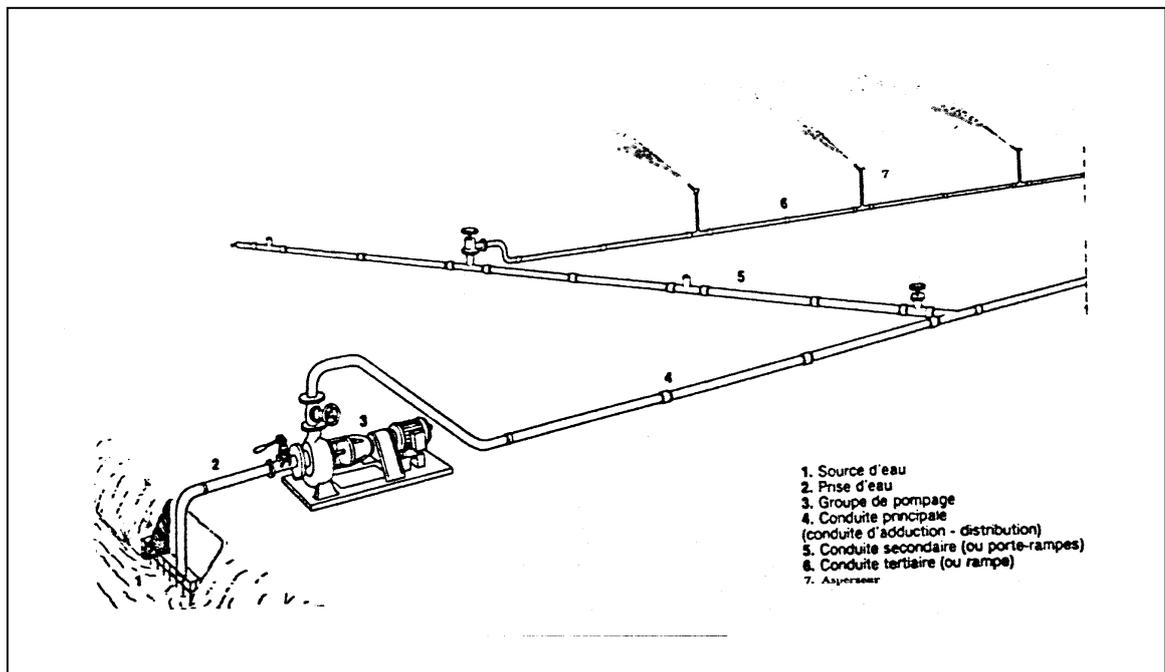


Figure VI- 4: Exemple d'une installation en aspersion

➤ Les différents types d'installation par aspersion :

A. Les équipements classiques

Les équipements classiques sont ceux qui mettent en jeu des arroseurs à basse et moyenne pression (2 à 4 bras), implantés selon des écartements inférieurs ou égaux à 24 m.

Il y a deux types d'équipements classiques :

Equipements avec rampes rigides.

Equipements avec rampes souples et asperseurs sur traineau.

B. Différentes installations à la parcelle

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

L'installation totalement fixée.

L'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés de façon permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

Couverture totale (quadrillage total)

Ce dispositif est le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés et chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe.

Couverture intégrale

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

VI-2-3) L'irrigation localisée

L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.

Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.

L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés h.

Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines), par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro-asperseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 80% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

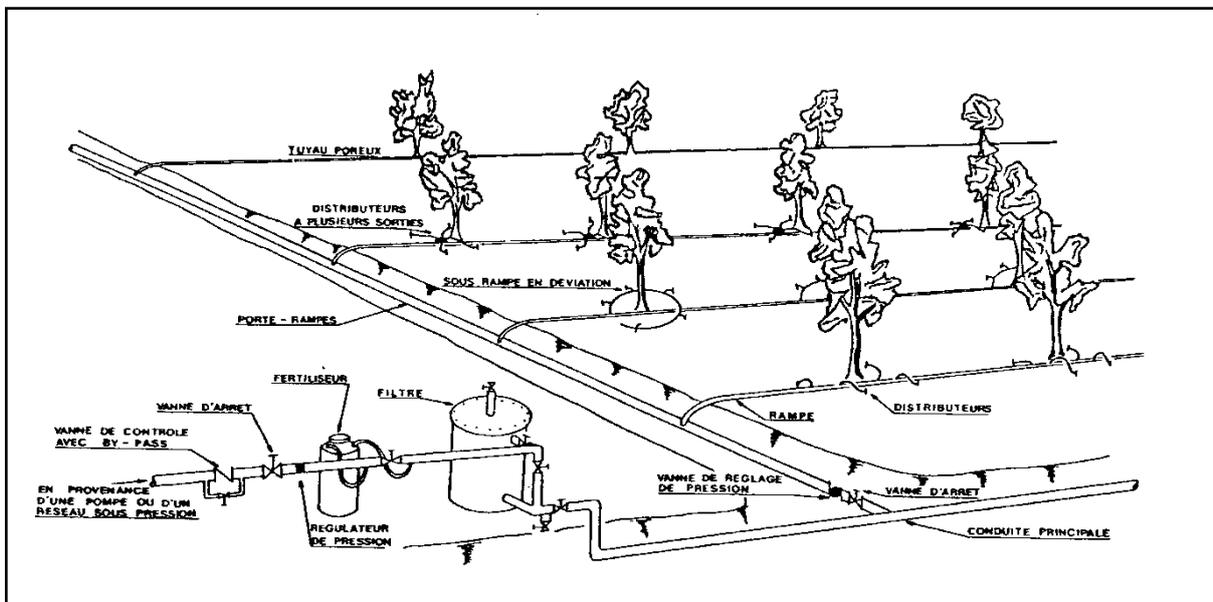


Figure VI- 5: Partie essentielle d'une installation localisée

VI-2-3-1) Composition D'une installation du système goutte à goutte

a) point de fourniture d'eau :

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

b) L'unité de tête :

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 portes rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles (généralement l'azote) : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale. Le filtre à sable (ou à gravier), avec vannes permet un nettoyage par contre-courant. Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessableurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex.

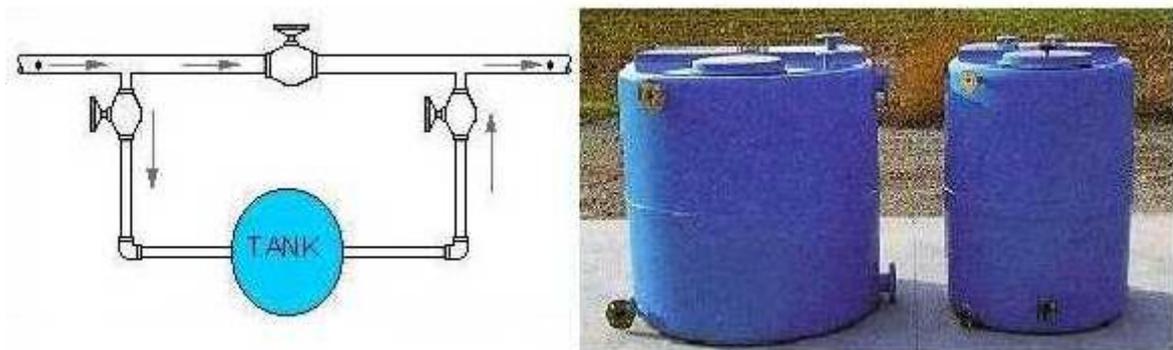


Figure VI- 6:Dilueur d'engrais

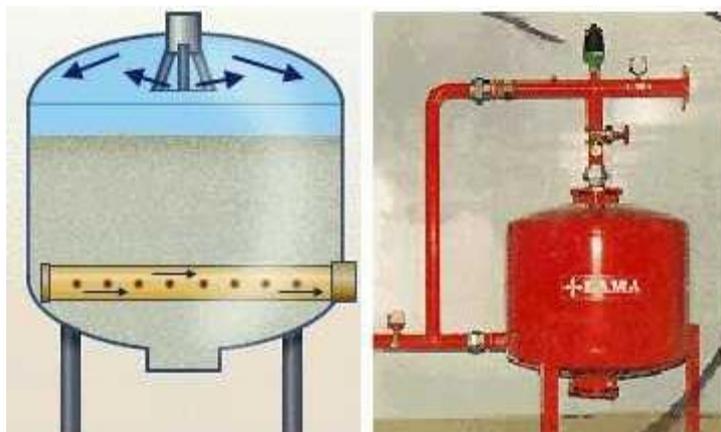


Figure VI- 7:2Filtre à gravier

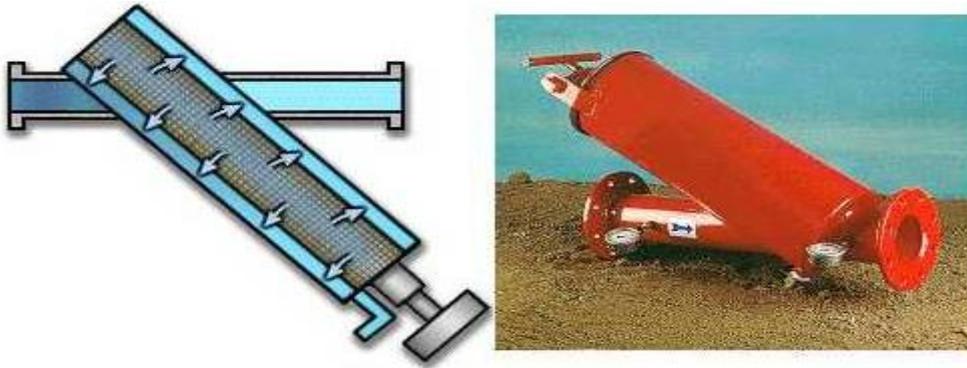


Figure VI- 8:Filtre à tamis

c) Description des conduites et rampes

Le système d'irrigation est composé de canalisations suivantes :

➤ La conduite principale :

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

➤ Le porte-rampes :

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

➤ Les rampes :

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

➤ **Les distributeurs :**

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



Figure VI- 9: Exemple d'un Goutteur

d) Différents types de distributeurs

- **Goutteurs:** les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures arboricoles. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- **Gaines:** destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
- **Tubes poreux:** la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- **Mini diffuseurs:** ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant

e) Qualité de l'eau:

Elle représente un élément essentiel en micro-irrigation, car le colmatage des distributeurs est le premier risque que doit affronter l'ingénieur. Les eaux de mauvaise qualité sont généralement issues des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins)

riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

VI-3) 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 VI- 1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

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

Remarque :

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

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

VI-4) 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 VII:Dimensionnement a la parcelle

VII-1)Introduction

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

Quelque soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon a ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation localisée dont les calculs vont êtres portés sur une parcelle type.

VII-2) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Dans cette partie on devra faire le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture des pêches et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

VII-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 de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°19, alimentée par la borne **N19°** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 1.21 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 7.81 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

La culture : pêche

besoin de pointe : 133.48 mm en Aout

caractéristiques de la surface occupées par pêcher

-surface : 7.81 ha

-longueur : 284m

-largeur : 250 m

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4 m, 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

VII-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 et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots \text{(VII.17)}$$

La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots \text{(VII.18)}$$

La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots \text{(VII.19)}$$

On prévoit 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 $K_r = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots \text{(VII.20)}$$

Le besoin maximum = 186.109 mm (mois de pointe Aout)

Besoin en eau journalière : $B_j = 133.48 / 31 = 4.31$ mm/jour

$$B_{jl} = 4.31 \times 0.8 = \mathbf{3.44}$$
 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 :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P \% = RFU \times P\% \quad \dots\dots\dots \text{(VII.21)}$$

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

On calcul le pourcentage du sol humidifié.

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

P% : Pourcentage du sol humidifié.

N : Nombre de points de distribution par arbre : 2 goutteurs.

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée d'après le catalogue elle est de 1 m.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbres 4m.

S_a : Espacement des arbres sur les rangs 4m.

$$P\% = 25\%.$$

Donc :

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

c. Calcul de la dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_p}{C_u \times E_{ff}} \dots\dots\dots \text{(VII.22)}$$

Avec :

C_u : coefficient d'uniformité qui est égal a 90%

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

D'où :

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

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 :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots \text{(VII.23)}$$

$$F_r = \frac{35}{3.44} = 10 \text{ jours}$$

Donc on prend $F_r = 10 \text{ jours}$, et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 10 \times 3.44 = 34.4 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(VII.24)}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a :

$$D_{brute} = \frac{34.4}{0.9 \times 0.9} = 42.47 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.25)}$$

e. La durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.26)}$$

Avec :

S_d : Espacement entre les distributeurs.

S_r : Espacement entre les rangs.

n : le nombre des goutteurs.

Q_g : Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{42.47 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 42.47 \text{ heures}$$

f. Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.27)}$$

$$D_j = \frac{42.47}{10} = 4.23 \text{ heures/jours}$$

g. Nombre de postes

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{4.23} = 4 \text{ postes} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.28)}$$

On prend 3 postes

h. La surface du poste

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{7.81}{4} = \mathbf{1.95 \text{ ha}} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.29)}$$

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

VII-2-3)Calculs hydrauliques

1. Conditions hydrauliques de base :

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \dots\dots\dots \text{(VII.31)}$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \quad \dots\dots\dots \text{(VII.32)}$$

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

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

Avec :

$q(g)$: Débit nominal du goutteur

$H(n)$: Pression nominale

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

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

2. Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots (\text{VII.33})$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots (\text{VII.34})$$

Avec :

Q_r : debit de la rampe (l/h)

Q_{pr} : debit 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 : $L_r = 250/2 = 125 \text{ m}$

La longueur de la porte rampe : $L_{pr} = 284 \text{ m}$

3. Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres/rampe}} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{125}{4} = 31 \text{ arbres} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.35})$$

4. *Le nombre de goutteurs par rampe :*

$$N_{\text{goutteurs/rampe}} = N_{\text{arbres}} \times n = 31 \times 2 = \mathbf{62 \text{ goutteurs}} \quad \dots\dots\dots$$

(VII.36)

5. *Le nombre des rampes :*

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{284}{4} = \mathbf{71 \text{ rampes}} \quad \dots\dots\dots \text{ (VII.37)}$$

6. *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.

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots \text{ (VII.38)}$$

$$Q_r = 4 \times 62 = 248 \text{ l/h}$$

7. *Débit de la porte rampe :*

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots \text{ (VII.39)}$$

$$Q_{pr} = 248 \times 71 = \mathbf{17608 \text{ l/h}}$$

8. *Le nombre de porte rampe :*

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

9. *Débit de la conduite tertiaire :*

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \quad \dots\dots\dots \text{ (VII.40)}$$

$$Q_{ct} = \mathbf{17608 \times 1 = 17608 \text{ l/h}}$$

VII-2-4)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 moyenne densité (PEMD), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

Les rampes :

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

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

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VII.41)}$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VII.42)}$$

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

La répartition de la perte de charge est :

Sur les portes rampes p.d.c (pr) = 0.6 mce

Sur les rampes p.d.c (r) = 1.2 mce

VII-2-5)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.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{(VII.43)}$$

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (l/h)

D : diamètre intérieur de a canalisation

VII-2-6) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge

a) Calcul du diamètre :

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

$$\varnothing r(cal) = 13.44 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

$C_w=140$ PEBD, $L= 125$ m, $D=0.016$ m, $Q= 248$ l/ h = 6.88×10^{-5} m³/s

$\Delta H_{\text{Rampe}}= 1.54$ m

On remarque que la perte de charge est supérieur a 1.2 elle depasse la limite imposée par la règle de Christiansen. Donc on augmente le diamètre , on prend $D_{\text{Normalisé}}=20$ mm

$\Delta H_{\text{Rampe}}= 0.52$ m

VII-2-7) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge

a) Calcul du diamètre :

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

$$: D = \left(\frac{0.6 * 2.75}{284 * 0.478 * 17608^{1.75}} \right)^{-\frac{1}{4.75}} = 92.77 \text{ mm}$$

$$\phi_{pr(cal)} = 92.77mm$$

On prend un diamètre normalisé de 125 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

CW=140 PEBD, L= 284 m, D=0.125 m, Q= 17608 l/ h = 4.89×10⁻³ m³/s

ΔH_ Porte rampe= 0.42 m

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 0.94 m, sont inferieures à 1.8 m.

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

VII-2-8)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

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

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s)

On supposée que la vitesse 1.15m/s

Le débit 4.89×10⁻³ m3/s d'où $D_{cal}=73.59mm$

$D_{norm}=75mm$ $V_{cal}=1.1m/s$ $L=10m$

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

$$\Delta H=0.014\text{m}$$

VII-2-9)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 VII- 1: Tableau récapitulatif.

Conduites	La rampe	Porte rampe	Conduite tertiaire
Longueur(m)	125	284	10
Diamètre(m)	0.020	0.125	0.125
Débit (m³/s)	6.88×10^{-5}	4.89×10^{-3}	4.89×10^{-3}
Pertes de charge(m)	0.52	0.42	0.014

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.

$$P(\text{m}) = 10+0.52+0.42+0.014= \mathbf{10.954\text{m}} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.45)}$$

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

VII-3) Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle d'un systèmes de goutte a goutte ou l'irrigation localisée.

Pour cette technique on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement elle est nettement plus économiques que n'importe quelle technique et donc nous aide beaucoup dans le développement de l'agriculture.

Chapitre VIII: Calcul technico-économique

VIII-1) Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par 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.

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Travaux d'excavation, lit de sables et remblais.
- Réseau de distribution.

VIII-2) Les différents travaux à entreprendre

VIII-2-1) Travaux concernant le réseau distribution

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

Exécution des tranchées

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

Pose du lit de sable

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 14 cm dans notre cas.

Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose,

on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

Epreuve de joint et de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

Nivellement et compactage

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

VIII-2-2) Calcul des volumes des travaux de distribution

a- Calcul du volume de terrassement :

Largeur du fond de la tranchée

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

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

$$B = d + 0.6 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

profondeur de la tranchée

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

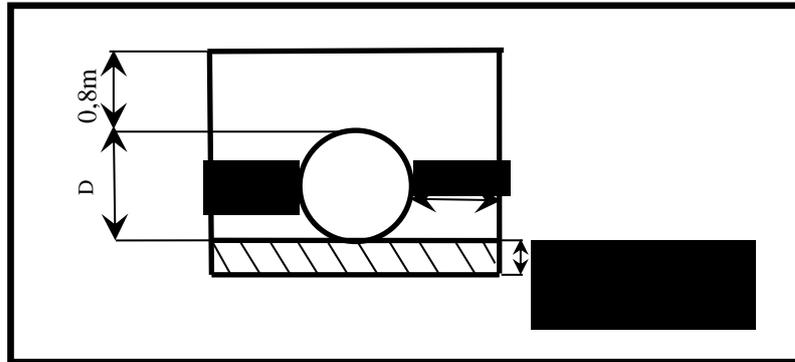


Figure VIII- 1: Schéma d'une tranchée.

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

Avec :

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

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

Section de la tranchée:

Les sections des tranchées sont :

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

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

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

Volume à excaver :

Le volume d'excavation est :

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

V_d : Volume du déblai (m³)

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

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

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

VIII-3) Evaluation du cout de projet

1) Dépense des travaux :

Les frais de terrassement sont est égal à :

Pour les déblais :

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

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

V_{deb} : Volume total de déblai

Pour les remblais:

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

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

V_{rem} : Volume total du remblai

Calcul du volume de déblai et remblai :

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

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

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L \times H \times B \dots\dots\dots \text{(VIII.8)}$$

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

Calcul du volume de lit de sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 14cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante

$$V = e \times B \times L \dots\dots\dots \text{(VIII.10)}$$

Tableau VIII- 1:Calcul des terrassements

D (m)	L m	B m3	H m3	Déblai m3	V conduite m3	Sable m3	Remblai m3	Vexedentaire (m3)
160	152	0,8	1,1	133,76	3,06	17,02	130,70	20,09
200	330	0,8	1,2	316,80	10,40	36,96	306,41	47,36
250	1553	0,9	1,19	1663,26	76,44	195,68	1586,83	272,11
300	188	0,9	1,3	219,96	13,32	23,69	206,64	37,01
400	2282	1	1,4	3194,80	287,53	319,48	2907,27	607,01
500	2114	1,2	1,44	3652,99	416,19	355,15	3236,80	771,35
600	675	1,2	1,6	1296,00	191,36	113,40	1104,64	304,76
700	1172	1,4	1,7	2789,36	452,25	229,71	2337,11	681,96
1000	2335,17	1,6	2	7472,54	1838,95	523,08	5633,60	2362,02
Total				20739,48	3289,50	1814,17	17449,98	5103,67

VIII-4) Estimation du cout de projet

VIII-4-1) Calcul des coûts des travaux

Les prix unitaires des opérations sont

Excavation (déblais) 1100DA le m³ ;

Remblais : 600DA / m³ ;

Sable : 1100DA le m³ ;

Tableau VIII- 2: Les prix totaux des travaux d'excavatio

Conduite	Unité de mesure	quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
Déblais	m3	20739,48	1100	22813426,9
Pose du lit de sable	m3	1814,17	1100	1995589,288
Remblais de tranchée	m3	17449,98	600	10469987
Evacuation des terres excédentaires	m3	5103,67	500	2551836,372
			Total	37830839,56

VIII-4-2) Estimation du cout du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution est détaillé comme suit :

Tableau VIII- 3: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire	Montant
			(DA)	(DA)
Tube Ø250	m/l	1553	2 510,95	3899505,35
Tube Ø300	m/l	188	4 003,95	752742,6
Tube Ø1000	m/l	2335,17	39 613,94	92505284,27
Tube Ø200	m/l	330	1 617,42	533748,6
Tube Ø160	m/l	152	1 033,79	157136,08
Tube Ø500	m/l	2114	17 885,15	37809207,1
Tube Ø600	m/l	675	22 831,78	15411451,5
Tube Ø700	m/l	11722	27777,32	325605745
Tube Ø400	m/l	2282	14 910,06	34024756,92
			Total	510699577,5

Figure VIII- 2: courbe de coût unitaire du m³ en fonction de la capacité de réservoir

Tableau VIII- 4: Estimation du cout de projet

Diffèrent travaux	Cout (DA)
travaux d'excavation	37830839,56
travaux du réseau de distribution	510699577,5
Total	548530417,1
TVA(19%)	104220779,2
TCC	652751196,3

Le devis total du projet dans le secteur 9 est estimé à : 652751196,3DA, soit un prix de : 676 706,88 DA/Hectare .

VIII-5)Conclusion :

En passant en revue l'ensemble des étapes, c'est à dire définition, calcul de volume et estimation du coût des taches.

Et on peut calculer avec exactitude le volume de travaux de chaque opération à réaliser pour l'implantation du réseau d'irrigation, connaissant le volume de travaux de chaque tâche et le prix unitaire de cette dernière on peut estimer le coût de chaque tâche séparément et le coût global du projet (utile pour prévoir le financement du projet) 652751196,3 DA.

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation des plaines Setifiennes, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 964.6 ha de surface dans la commune de MEZLOUG a partir de l'eau provenant du barrage de MAHOUANE .

L'étude réalisée sur le périmètre des plaines Sétifiennes, nous a permis de conclure :

L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi-aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone, d'où l'irrigation est importante pour l'intensification des cultures.

L'analyse des échantillons du sol a montré l'existence de deux classes, les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques, ce qui nous a permis de choisir les cultures, les plus appropriées.

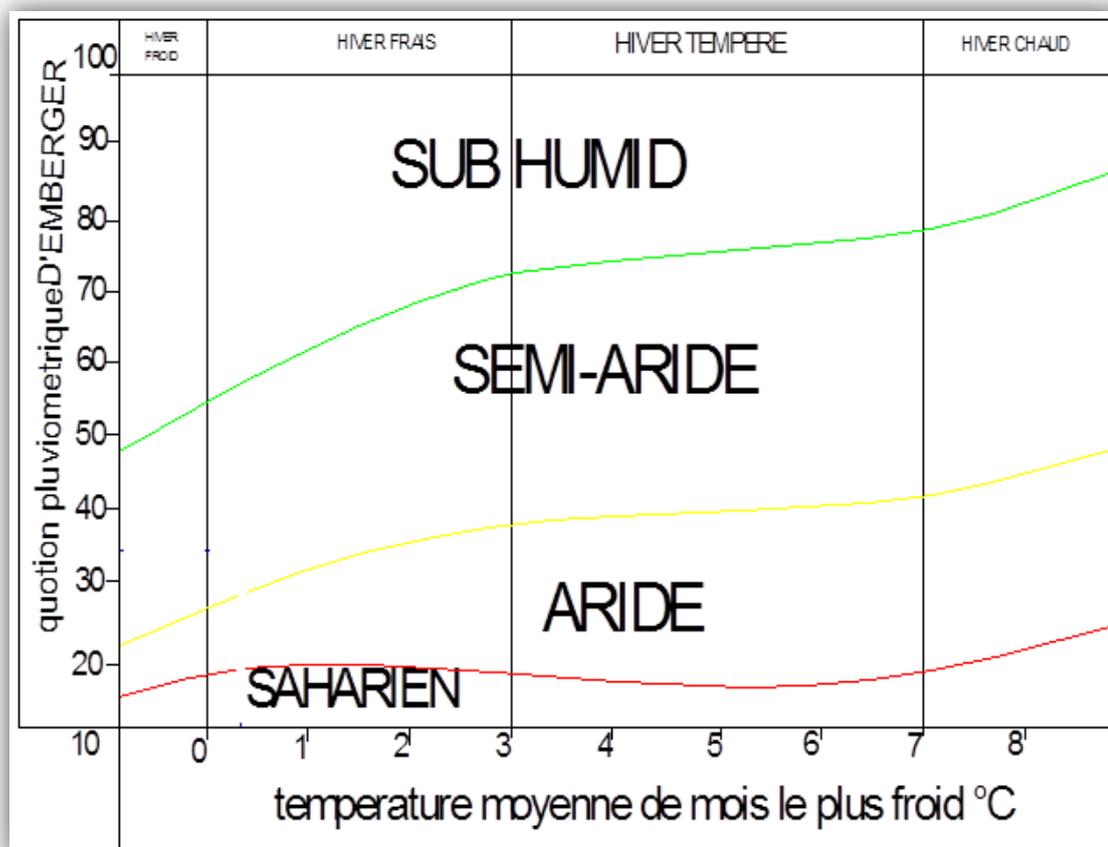
Le système d'irrigation retenu est constitué de conduites enterrées en PEHD, équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 1 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation (goutte à goutte, asperseur, ...) ,.

De façon générale, les considérations techniques et économiques montrent qu'à long terme les méthodes d'irrigation dans les Hautes Plaines Sétifiennes devraient évoluer vers l'adoption de l'aspersion pour les cultures annuelles et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.

Références bibliographiques

- **Bulletin N°33 FAO** Calcul des besoins en eau des cultures..
- **Dubreuil (1974)** : initiation a l'analyse hydrologique; Paris, France, Disponible sur Internet.
- **M. MESSAHEL (1988)** : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation).
- **TOUAIBIA. (2004)**. (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).
- **Ollier, C., Poiree, M -1983.Irrigation** : les réseaux d'irrigation ; théorie, techniques et économique d'arrosage. , Edition Eyrolles.61boulevard Saint-Germain 75005 Paris.
- <http://www.fao.org/docrep/T0231E/t0231e00.htm>

ANNEXES



Annexe I : Diagramme bioclimatique d'Emberger

Annexe II : Caractéristiques hydriques de quelque sol.

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 III : Les prix des conduites en fonte d'après l'entreprise kouGC.

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)
60	2464.36
80	3422.31
100	6682.31
125	7836.22
150	8534.23
200	10323.10
250	11542.36
300	12336.05
350	13521.23
400	14910.06
450	15982.11
500	17885.15
600	22831.78
700	27777.32
800	31722.86
900	35668.40
1000	39613.94

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

Annexe IV : Tableau des coefficients culturaux.

Annexe V :Les prix des conduites en PEHD

Réf é r e n c e	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	en MM	Produit	Service	le M/L	le M/L
11 003 0161	Tube PEHD	16	-----	PE80	10 Bars	-----	-----
11 003 0201	Tube PEHD	20	2,0	PE80	10 Bars	26,31	30,78
11 003 0251	Tube PEHD	25	2,0	PE80	10 Bars	33,85	39,60
11 003 0321	Tube PEHD	32	2,4	PE80	10 Bars	52,60	61,54
11 003 0401	Tube PEHD	40	3,0	PE80	10 Bars	82,33	96,33
11 003 0501	Tube PEHD	50	3,7	PE80	10 Bars	125,79	147,17
11 003 0631	Tube PEHD	63	4,7	PE80	10 Bars	198,97	232,79
11 003 0751	Tube PEHD	75	5,6	PE80	10 Bars	281,31	329,13
11 007 0901	Tube PEHD	90	5,4	PE100	10 Bars	335,47	392,50
11 007 1101	Tube PEHD	110	6,6	PE100	10 Bars	495,40	579,62
11 007 1251	Tube PEHD	125	7,4	PE100	10 Bars	631,13	738,42
11 007 1601	Tube PEHD	160	9,5	PE100	10 Bars	1 033,79	1 209,53
11 007 2001	Tube PEHD	200	11,9	PE100	10 Bars	1 617,42	1 892,38
11 007 2501	Tube PEHD	250	14,8	PE100	10 Bars	2 510,95	2 937,81
11 007 3151	Tube PEHD	315	18,7	PE100	10 Bars	4 003,95	4 684,62
11 007 4001	Tube PEHD	400	23,7	PE100	10 Bars	6 424,42	7 516,57
11 007 5001	Tube PEHD	500	29,7	PE100	10 Bars	10 021,19	11 724,79
11 007 6301	Tube PEHD	630	37,4	PE 100	10 Bars	15 153,49	17 729,58