



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DES PLAINES
SETIFIENNES (SECTEUR 4) A PARTIR DU BARRAGE DE
MAHOUANE WILAYA DE SETIF**

Présenté par :

ZOUAOUA Mehdi

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

Grade

Qualité

Mr : MEDDI Mohamed

Professeur

Président

Mr : YAHIAOUI Samir

M.A.A

Membre

Mme : SAIL Nadhira

M.A.A

Membre

Mme : AZIEZ Ouahiba

M.A.A

Promotrice

Session Septembre 2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*à mes chères parents qui n'ont pas cessé de m'encourager et
de prier pour moi ; pour leur amour et sacrifices jusqu'au
bout.*

à mes sœurs Salma et Yasmine.

*à toute la famille ZOUAOUA et la famille OUALI ; Surtout
ma tante Nadia, qui m'a accueilli si généreusement.*

*à tous mes enseignants durant mes études ; du primaires
jusqu'à l'université*

*à tous mes amis, spécialement Brahim, Younes, Ilias, et Fulla
qui m'a aidé et encouragé à réaliser ce travail.*

Remerciement

*Je tiens à remercier ALLAH tous puissant qui m'a donné la
force pour achever cet objectif*

*Je remercie ma promotrice Mme AZIEZ Ouahiba de m'avoir
orienté durant la réduction de ce travail.*

*Je remercie également tous les enseignants de l'ENSH qui ont
fait tous leur effort pour former les étudiants.*

*Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur
d'évaluer ce travail.*

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو التهيئة الزراعية لمنطقة سهول سطيف - قطاع 4- بشبكة سقي لضمان وصول المياه من سد مهوان إلى المزروعات. لهذا قمنا بجمع وتحليل البيانات اللازمة والعوامل والموارد المختلفة المتعلقة بدراستنا ، وبناءً على دراسة تقديرية قمنا بتخطيط وتحديد حجم شبكة سقي تضمن وصول المياه بالتدفق و الضغط الكافيين ، ولضمان الاستخدام الأمثل للمياه ، اقترحنا استخدام تقنيات السقي الحديثة التي تسمح بزيادة المردود والحد من ضياع المياه ، كل هذا بأقل تكلفة ممكنة.

Résumé :

Le but de cette étude est l'aménagement hydro-agricole de périmètre des plaines Sétifiennes- secteur 4- par un réseau d'irrigation pour s'assurer l'arrivée des eaux d'irrigation du barrage de Mahouane jusqu'aux cultures. pour cela nous avons collecté et analysé les données nécessaires et les différentes facteurs et ressources reliés à notre étude, et en se basant sur une étude estimative nous avons projeté et dimensionner un réseau d'irrigation qui assure l'arrivée de l'eau avec un débit et une pression suffisants, et pour garantir une utilisation optimale des eaux ,on a suggérer l'utilisation des techniques modernes d'irrigation qui permet d'avoir plus de rendement et des pertes d'eau minimales, tous ca avec le moindre cout possible.

Abstract:

The aim of this study is to develop the hydro-agriculture of the Sétifian plains (sector 4) through an irrigation network to ensure the arrival of irrigation water from the Mahouane dam to the crops. For this, we have collected and analyzed the necessary data and the various factors and resources related to our study. After that, based on a pilot study, we have planned and sized an irrigation network that ensures the arrival of water with sufficient flow and pressure. Moreover, to guarantee an optimal use of water, we suggested the use of modern irrigation techniques which allow to have more yield and minimum water losses, all this with the lowest possible cost.

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1) Introduction	3
I.2) Localisation de la zone d'étude	3
I.3) Voies de communication.....	4
I.4) Réseau hydrographique	5
I.5) Climat	6
I.5.1) Précipitations	6
I.5.2) Température	7
I.5.3) Humidité relative.....	8
I.5.4) Le vent.....	8
I.5.5) Le sirocco.....	8
I.5.6) La gelée.....	8
I.5.7) La neige	9
I.5.8) Duré d'insolation.....	9
I.6) Indices agro-météorologique.....	9
I.6.1) Indice de MARTONE	9
I.6.2) diagramme d'EMBERGER.....	10
I.6.3) L'indice de Bagnouls et Gausсен.....	11
I.7) conclusion.....	12

Chapitre II : Ressources en sol

II.1) Introduction	14
II.2) Aptitudes culturales des sols	14
II.3) Classification des sols	15
II.4) Caractéristiques morphologiques des différents types du sol	16
II.4.1) Les sols calsimagnésiques	16
II.4.2) Sols peu évolués	18
II.5) Interprétation des résultats analytiques des profils	20

II.6) Caractéristiques hydrodynamiques du sol	20
II.7) Conclusion	21

Chapitre III : Ressources en eau

III.1) Introduction	23
III.2) Alimentation du périmètre à partir de barrage de Mahouane	23
III.2.1) Présentation du barrage	23
III.2.2) Caractéristiques hydrauliques du barrage Mahouane	23
III.3) Qualité des eaux d'irrigation du barrage	24
III.3.1) Classification des eaux d'irrigation	24
III.3.2) Composition chimique de l'eau d'irrigation	26
III.4) Etude hydrologique.....	28
III.4.1) introduction	28
III.4.2) Choix de l'échantillon pour l'étude hydrologique	28
III.4.3) Etude statistique des précipitations	29
III.4.4) Ajustement statistique des pluies.....	31
III.4.5) Calcul des précipitations moyennes mensuelles.....	35
III.5)Conclusion	36

Chapitre IV : Estimation des besoins en eau

IV.1) Introduction	38
IV.2) L'occupation des sols	38
IV.2.1) situation actuelle	38
IV.2.2) Situation future	39
IV.2.3) Calendrier d'occupation du sol	39
IV.2.4) Assolement	40
IV.3) Besoins en eau du périmètre	40
IV.3.1) L'évapotranspiration	41
IV.3.2) Calcul de la pluie efficace	43
IV.4) Les besoins en eau d'irrigation nette d'une culture.....	43
IV.4.1) Définition	43

IV.4.2) Calcul des besoins en eau d'irrigation	44
IV.4) Calcul des besoins en eau des assolements	51
IV.5) Calcul des débits	52
IV.5.1) Calcul des débits spécifiques	52
IV.5.2) Calcul du débit caractéristique	53
IV.5.3) Estimation des Besoins annuels totaux des cultures	53
IV.6) Conclusion	54

Chapitre V : Etude du système d'adduction

V.1) Introduction	56
V.2) Le réseau d'irrigation	56
V.2.1) Réseau d'adduction	56
V.2.1.1) Le réservoir	57
V.2.2) Réseau de distribution	57
V.2.2.1) plan de bornage	58
V.2.2.2) Vitesse admissible.....	58
V.2.2.3) Dimensionnement des conduites	58
V.2.2.4) Calcul des pertes de charges	59
V.2.2.5) Choix du matériau des conduites	59
V.2.2.6) Caractéristiques des matériaux des conduites	59
V.2.2.7) choix du matériau.....	60
V.3) Calculs hydrauliques.....	60
V.3.1) Calcul hydraulique des bornes	60
V.3.2) Choix du diamètre de la borne	61
V.3.3) dimensionnement du réservoir	66
V.3.4) Dimensionnement des conduites de réseau de distribution	66
V.4) Conclusion.....	69

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

VI.1) Introduction	71
--------------------------	----

VI.2) Présentation des différentes techniques d'irrigation	71
VI.2.1) Irrigation de surface	71
VI.2.2) Irrigation par aspersion	72
VI.2.2.1) Avantages de l'irrigation par aspersion	72
VI.2.2.2) Inconvénients de l'irrigation par aspersion	73
VI.2.3) Irrigation localisée (Goutte a goutte)	73
VI.2.3.1) Avantages de l'irrigation localisée.....	73
VI.2.3.2) Inconvénient de l'irrigation localisée	73
VI.3) Choix de la technique d'arrosage	73
VI.4) Conclusion	75

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

VII.1) Introduction.....	77
VII.2) Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion	77
VIII.2.1 Données générales	77
VII.2.2) Dimensionnement théorique.....	78
VII.2.3) Dimensionnement hydraulique des rampes	80
VII.2.4) Calcul de la pression en tête du réseau.....	81
VII.3) Dimensionnement du réseau d'irrigation localisé	82
VIII.3.1 Données générales	82
VII.3.2) calcul des besoins en eau des cultures.....	82
VII.3.3) Calculs hydrauliques.....	85
VII.3.4) Dimensionnement des canalisations du réseau	87
VII.3.4.1) Vérification des pertes de charges	87
VII.3.4.2) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge.....	88
VII.3.5) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge.....	88
VII.3.6) Calcul du diamètre de la conduite tertiaire	89
VII.3.7) La pression d'eau a la borne de distribution	89
VII.4) Conclusion	90

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.1) Introduction	92
VIII.2) Exécution des travaux de pose de canalisation	92
VIII.2.1) Exécution des tranchées	92
VIII.2.2) Pose de lit de sable	92
VIII.2.3) Remblayage des tranchées	92
VIII.2.4) Nivellement et compactage	92
VIII.3) Volume des travaux du réseau d'irrigation	92
VIII.4) Evaluation du cout de projet	94
VIII.4.1) Coût des conduites de distribution	94
VIII.4.2) Coût des travaux d'excavation	94
VIII.4.3) Coût du réservoir	95
VIII.4.4) Devis estimatif du projet	95
VIII.5) Conclusion	96
Conclusion générale	98

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I. 1: Précipitations mensuelles de la station de Sétif (1980 - 2012).....	6
Tableau I. 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.....	7
Tableau I. 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %.....	8
Tableau I. 4: Les valeurs moyennes des vitesses du vent en m/s.....	8
Tableau I. 5: Nombre de jours de sirocco.....	8
Tableau I. 6: Nombre moyen de jours de gelée	9
Tableau I. 7 : Distribution mensuelle de la duré d'insolation journalière.....	9
Tableau I. 8 : Caractéristiques climatiques.....	10

Chapitre II : Ressources en sol

Tableau II.1 : Zones Homogènes de mise en valeur et superficie de sols irrigables.....	14
Tableau II. 1: Résultat analytique du profil 1	17
Tableau II.3: Résultat analytique du profil 2.....	19

Chapitre III : Ressources en eau

Tableau III. 1:caractéristiques hydrauliques du barrage Mahouane.....	23
Tableau III. 1: Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	25
Tableau III. 2: Composition chimique de l'eau du barrage.....	26
Tableau III. 3: Caractéristiques de la station pluviométrique.....	28
Tableau III. 4: Pluie moyenne mensuelle de la station de FERMATO.....	28
Tableau III. 5: Test de Wilcoxon de la station de FERMATO.....	30
Tableau III. 6: Ajustement a la loi normale.....	32
Tableau III. 8 : Ajustement a la loi log normale.....	34
Tableau III. 7: Test de validité de l'ajustement.....	35
Tableau III. 8: Année de calcul.....	36

Chapitre IV : Estimation des besoins en eau

Tableau IV. 1: Occupation agricole actuelle.....	38
Tableau IV. 2: Gamme de cultures proposées.....	39
Tableau IV.3 : Calendrier d'occupation des sols.....	39
Tableau IV. 4: Les assolements proposés.....	40
Tableau IV. 3: Calcul de l'évapotranspiration.....	42
Tableau IV.6: Calcul de la pluie efficace.....	43
Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau de blé et avoine.....	44
Tableau IV.8: Calcul des besoins en eau de l'orge grain.....	45
Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de pomme de terre arrière-saison.....	45
Tableau IV.10: Calcul des besoins en eau de pomme de terre saison.....	46
Tableau IV.11: Calcul des besoins en eau de tomate.....	46
Tableau IV.12: Calcul des besoins en eau de pomme de l'oignon vert.et l'Ail.....	47
Tableau IV.13: Calcul des besoins en eau de concombre.....	47
Tableau IV.14: Calcul des besoins en eau de carotte.....	48
Tableau IV.15: Calcul des besoins en eau de petit pois.....	48
Tableau IV.16: Calcul des besoins en eau de choux.....	49
Tableau IV.17: Calcul des besoins en eau de pêcher.....	49
Tableau IV.18: Calcul des besoins en eau de l'olivier	50
Tableau IV.19: Calcul des besoins en eau de pommier.....	50
Tableau IV.20: Besoin en eau de l'assolement 1	51
Tableau IV.21: Besoin en eau de l'assolement 2	51
Tableau IV.22: Besoins annuels totaux des cultures en m ³	53

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Tableau V. 1: Superficie des secteurs du périmètre.....	56
Tableau V.2: Les paramètres de perte de charge.....	59
Tableau V. 3: Choix du diamètre de la borne.....	61
Tableau V. 4: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.....	61
Tableau V. 5: Dimensionnement des conduites et calcul des pressions.....	67

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Tableau VI. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.....	74
--	----

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Tableau VII. 1: Résultat du calcul pratique d'aspersion.....	81
--	----

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII. 2: coût des conduites.....	94
Tableau VIII.2: calcul des différents volumes.....	94
Tableau VIII.3: coût des travaux de terrassement.....	95
Tableau VIII. 4: Estimation du cout du réservoir.....	95
Tableau VIII.5: Devis estimatif du projet.....	95

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I. 1: Carte de situation de la zone de projet	3
Figure I. 2: Plan de situation de la zone de projet	4
Figure I. 3 : Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes	6
Figure I. 4 : Température mensuelle.....	7
Figure I. 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	11
Figure I. 6: Climogramme pluviométrique de Gaussen.....	12

Chapitre III : Ressources en eau

Figure III. 1: Barrage de MAHOUANE.....	24
Figure III.2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation (selon Riverside).....	27
Figure III.3: Ajustement a la loi normale.....	33
Figure III. 2: Ajustement a la loi log normale.....	34

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Figure VIII. 1: Schéma d'une tranchée.....	93
--	----

Liste des planches

Planche 1: Plan de situation du secteur 04 .

Planche 2: Réseau d'irrigation de secteur 04.

Planche 3: Profil en long de la conduite principale.

Planche 4: Levé topographique du secteur 04

Planche 5: Plan d'un réseau d'aspersion (ilot 28 parcelle 09).

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Le domaine de l'agriculture en Algérie est l'un des domaines qui nécessitent plus d'investissements et de plus grands efforts pour améliorer la réalité économique du pays et enrichir le marché national, ce qui conduit à la prospérité des échanges et à la réduction des factures d'importation des produits agricoles.

L'activité agricole et l'activité humaine en général sont étroitement liées à la disponibilité de l'eau, et pour que l'agriculture prospère, diversifie ses produits et augmente son efficacité, des ressources doivent être fournies pour l'irrigation des cultures, en particulier dans les régions arides et semi-arides.

Dans ce contexte, et vue que le périmètre des plaines Sétifiennes connaît un manque d'eau d'irrigation, nous avons réalisé cette étude qui vise à aménager ce périmètre et à lui doter d'un réseau d'irrigation à partir du barrage de Mahouane pour assurer la disponibilité de l'eau d'irrigation aux cultures.

Le périmètre d'irrigation a une superficie de 15000 hectares, il est alimenté en eau d'une seule source, qui est le barrage de Mahouane.

Cette étude a pris en compte tous les facteurs affectant le processus d'irrigation et a analysé les données pour arriver à la mise en place d'un réseau d'irrigation efficace, soumis à toutes les normes techniques et aux coûts les plus bas.

Les étapes suivies dans ce travail sont : la présentation de la zone d'étude, étude des ressources en sol, étude des ressources en eau, estimation des besoins en eau des cultures, étude de système d'adduction, choix des techniques d'irrigation, dimensionnement à la parcelle (avec une parcelle type), et une étude technico-économique.

L'étude se termine par une conclusion générale qui recueille les principales étapes et résultats de ce travail.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1) Introduction :

Lors de la réalisation d'une étude technique, il est indispensable de connaître et analyser les différents facteurs en relation avec l'étude.

L'élaboration d'une étude hydro-agricole exige la connaissance des différents facteurs climatiques, dans ce chapitre on va présenter la zone d'étude, du point de vue localisation, hydrographie et climat.

I.2) Localisation de la zone d'étude :

La zone d'étude est située à l'EST de l'Algérie à 300 km à l'EST d'Alger, au nord de l'équateur entre les latitudes 36°01'00'' et 36°7'12'' et à l'est de la ligne de Greenwich, entre les longitudes 4°59'49'' et 5°27'00'' ,cette région est connue comme les Hautes Plaines Sétifiennes, caractérisé par une altitude qui varie entre 800 et 1000 m et une superficie brute de 28288 ha situé entre la Wilaya de Sétif et la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

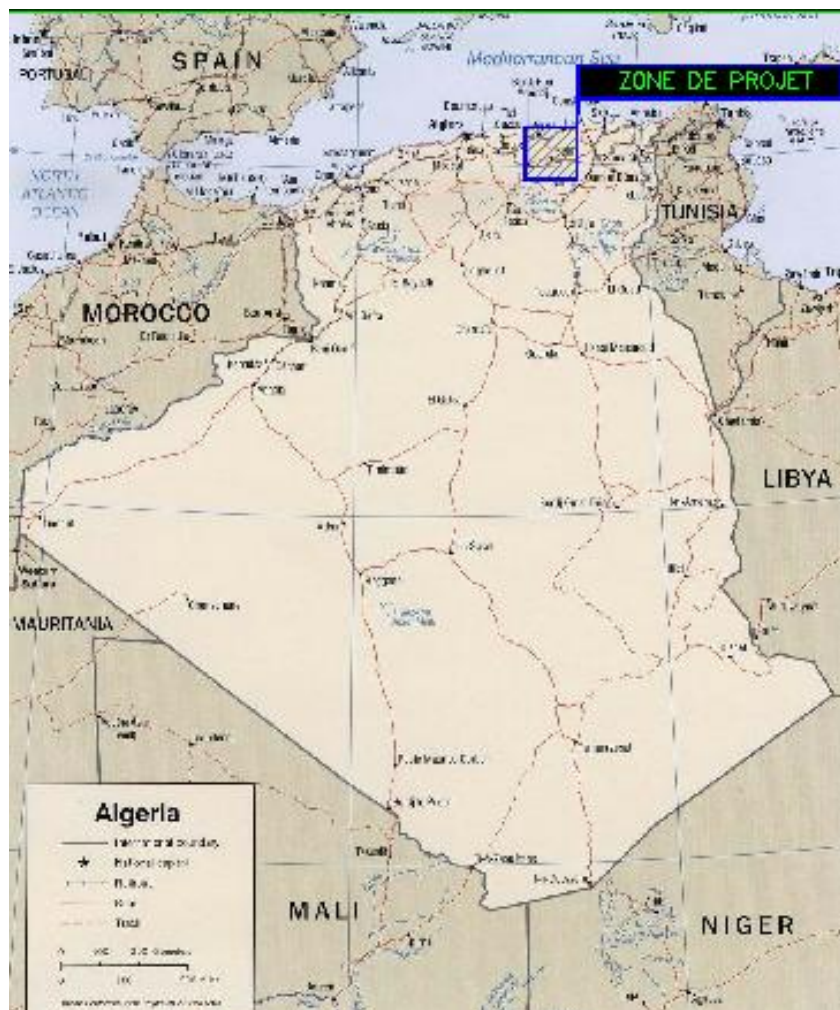


Figure I. 3: Carte de situation de la zone de projet (source ONID).

Echelle : 1/ 20 000 000 éme

Le périmètre est limité au Nord par les villes de Khelil ,Mahdia,Ain Arnat et Sétif et plus loin avec les montagne de la petite Kabylie .A l'Est avec la RN 75, au Sud avec les crêtes des montagnes de Hodna et a l'Ouest par la ligne imaginaire liant les villes de Bir Kased Ali et Ain Tesra.

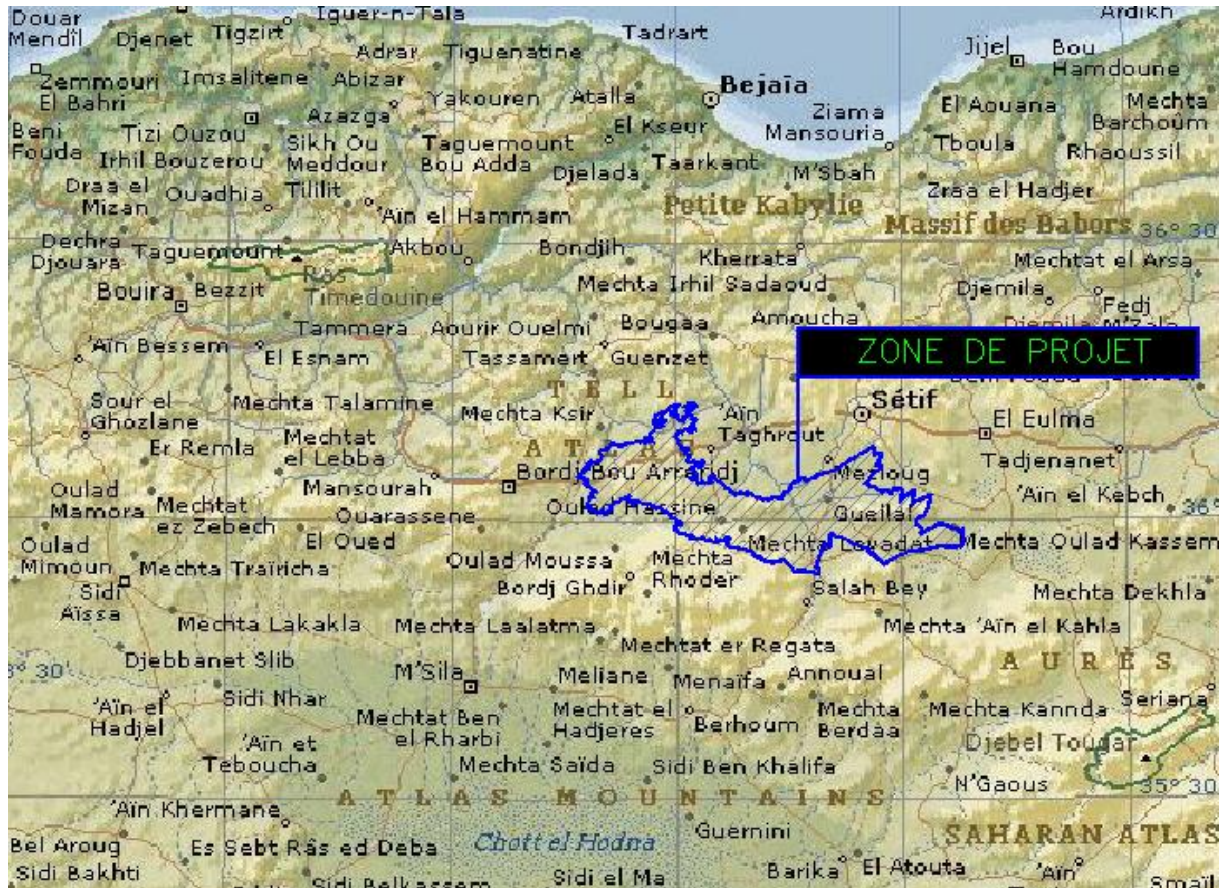


Figure I. 4: Plan de situation de la zone de projet (Source O.N.I.D).

Echelle : 1/1 000 000 éme

On a distingué deux plaines :

- La plaine de Mezloug : elle est entièrement située dans la Wilaya de Sétif à plus de 1 000 mètres d'altitude. Cette plaine est limitée à l'Est par Ain Arnat – Mezloug, à l'Ouest par Bir Kasd Ali, au Nord par les monts de la chaîne des Babors et au sud par les crêtes du Hodna.
- La plaine d'Ain Taghrout se localise à la limite Est de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Cette plaine est limitée au nord par les monts des Babors, à l'est par Ain Arnat et Mezloug.

I.3) Voies de communication:

Il existe au niveau de la zone d'étude un réseau de voies de communication qui lie entre les villes, comme la RN 5 d'Alger à Constantine et les CW 64A de Bir Kased Ali à Ain Melila, la RN 28 qui unit Sétif avec Mezloug et Ain Oulmane et la CW 113 qui unit Guellal et Guidjel.

La zone d'étude est traversée par l'autoroute Est-Ouest par le sud, au niveau de Bir Kased Ali jusqu'au barrage de Ain Zada et on remarque aussi le passage par le périmètre de la voie ferrée entre Alger et Sétif de Sud des kilomètres à l'Est de barrage de Tixter jusqu'au Nord au niveau de Mezloug.

I.4) Réseau hydrographique :

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued et de chaaba. Ils se déversent tous dans l'oued Bou Sellam, soit directement ou indirectement par l'intermédiaire de l'un de ces affluents. Les principaux oueds qui traversent la région étudiée sont les suivants :

1- Zone de Mezloug :

- Oued Bou Sellam
- Oued Ben Diab
- Oued Guellal
- Oued F'Taissa

2- Zone intermédiaire :

- Oued Tixter

3- Zone d'Ain Taghrout :

- Oued Laouinet
- Oued El Djouaher
- Oued Bir Kasdali
- Oued Sidi Bounab
- Oued Ammari
- Oued Medjid
- Oued Bir Bensjahia

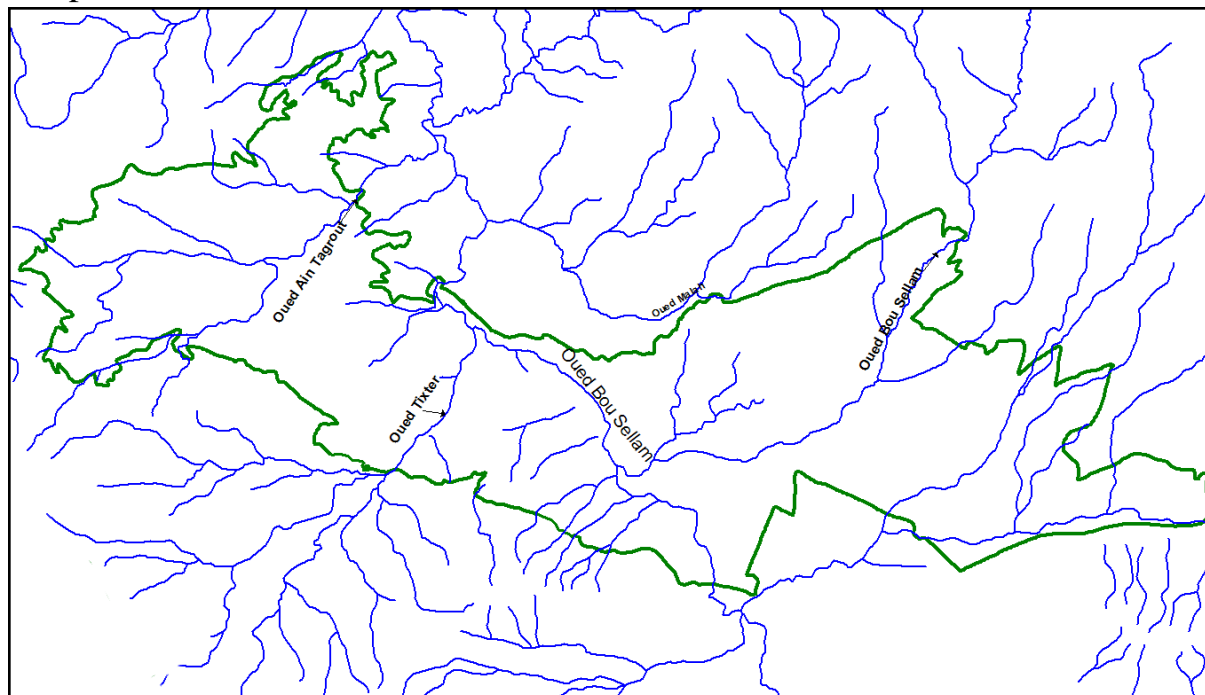


Figure I. 3 : Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (Source O.N.I.D)

Echelle : 1/ 500 000 ème

Des retenues de capacité faible sont réalisées dans le bassin versant. Certaines sont envasées et abandonnées par leurs exploitants.

I.5) Climat :

Les conditions climatiques jouent un rôle clé pour le choix des cultures à cause de leurs influences à l'évapotranspiration et les besoins en eau des cultures ainsi que la croissance des plantes.

Dans cette étude on va tenir compte des facteurs climatiques suivants : la précipitation, la température, le vent, l'humidité relative et l'évaporation.

La zone des plaines Sétifiennes se caractérise par un climat continental semi-aride avec un été sec et chaud et un hiver froid.

I.5.1) Précipitations :

Le tableau ci-dessous représente les pluies moyennes mensuelles de la station de Sétif. On peut noter que les précipitations en été sont faibles par rapport aux autres saisons.

Tableau I. 7: Précipitations mensuelles de la station de Sétif (1980 - 2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Pluies (mm)	33.8	30.1	38	60.6	46.4	45.4	36.8	43	37.9	17.7	9.4	10.9	409.8

Source : A.N.R.H

I.5.2) Température :

La température a une influence considérable sur l'agriculture, notamment sur la croissance des cultures.

L'ONM est le parti responsable des mesures et enregistrement des températures en Algérie, on a obtenu les valeurs ci-dessous à partir de la station climatologique de Sétif.

Tableau I. 8: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Min (°C)	1,2	1,8	3,9	6,3	10,5	15,1	18,7	18,7	14,8	10,8	5,6	2,3
Max (°C)	9,9	11,2	14,5	18	23,4	29,6	33,8	33,2	27,4	21,9	14,85	10,7
Moy (°C)	5,5	6,5	9,2	12,1	17	22,3	26,2	26	21,2	16,5	10,2	6,4

Source : O.N.M

min : moyenne de tous les minima.

Max : moyenne de tous les maxima.

Moy : moyenne mensuelle.

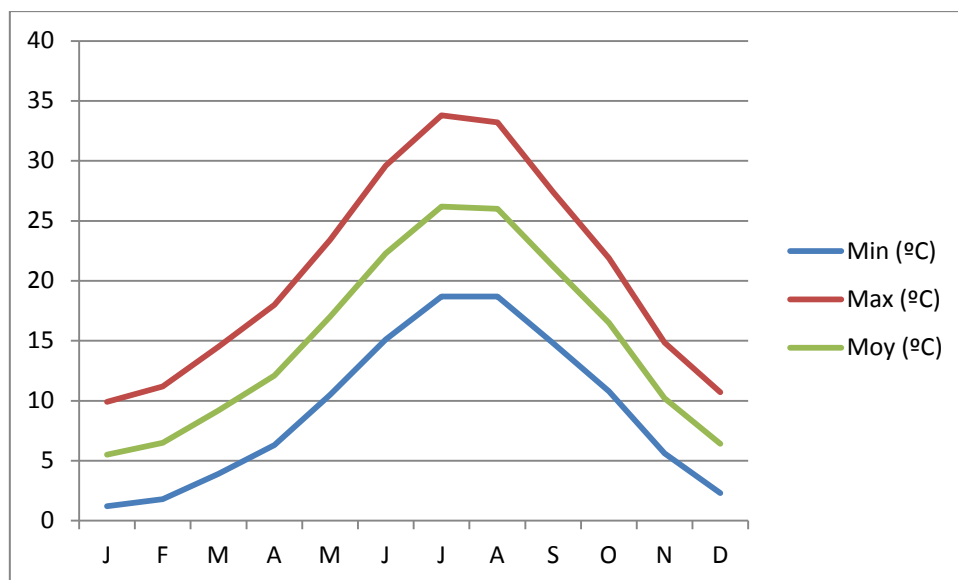


Figure I. 4 : Température mensuelle.

I.5.3) Humidité relative :

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présent dans un volume d'air et la quantité maximale de vapeur d'eau dans le même volume d'air à la même température.

Les valeurs de l'humidité relative enregistrée par la station météorologique de Sétif sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I. 9: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %.

Mois	jan	fev	mar	Avr	mai	juin	Juil	Aout	sep	oct	Nov	Dec
Humidité	83	77	76	72	65	62	52	50	85	73	81	85

Source : ONID

I.5.4) Le vent :

Il est indispensable d'étudier le vent à cause de son influence sur le choix de type d'irrigation, ainsi que l'évapotranspiration.

Ce tableau nous donne les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent à Sétif

Tableau I. 10: Les valeurs moyennes des vitesses du vent en m/s.

Mois	jan	Fev	mar	Avr	mai	juin	Juil	aout	sep	oct	Nov	Dec
V(m/s)	3.9	3.8	3.9	4.2	4.6	3.6	3.8	4	3.8	3.2	3.7	4.2

Source : ONID

I.5.5) Le sirocco :

C'est un vent saharien chaud et sec qui peut endommager les plantes et causer des chutes de rendement due à l'augmentation de la température et l'assèchement du sol, il est fréquent dans les plaines Sétifiennes.

Le nombre moyen des jours de sirocco est de 40.8 à Bir Kased Ali et 15.8 jours à Sétif.

Le tableau suivant représente le nombre moyen des jours de sirocco par mois.

Tableau I. 11: Nombre de jours de sirocco.

Mois	Jan	Fev	mar	avr	mai	juin	Juil	Aout	Sep	oct	Nov	Dec
Jours	0.2	0.5	1.8	1.7	1.2	2.4	2.6	1.8	1.6	0.7	0.8	0.0

Source : ONID

I.5.6) La gelée :

C'est un phénomène qui cause des dégâts massifs sur les plantes et les arbres, elle se produit lorsque le minimum moyen de température se situe au-dessous de 10°C. La période pendant laquelle le gel apparaît est de novembre à fin mars.

Le nombre moyen mensuel de jours de gelée est représenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau I. 12: Nombre moyen de jours de gelée.

Mois	Jan	fev	mar	avr	Mai	juin	juil	aout	Sep	Oct	nov	Dec	Année
Jours	7.8	6.4	4.2	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.6	9.3	33.5

Source : ONID

I.5.7) La neige :

La période d'enneigement à la zone d'étude s'étend du mois de novembre jusqu'à la fin d'avril, avec une moyenne de 17 jours par an.

I.5.8) Duré d'insolation :

C'est le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé, ce phénomène à un effet sur la photosynthèse et la croissance des plantes. Sa valeur moyenne annuelle dans la zone des plaines Sétifiennes est de 2990 heures avec une moyenne journalière de 8.19 heure par jour.

Tableau I. 7 : Distribution mensuelle de la duré d'insolation journalière

Mois	jan	Fev	mar	Avr	mai	juin	juil	Aout	Sep	oct	Nov	Dec
Insolation (heurs)	6.32	7.86	7.55	8.63	8.52	11.13	11.90	10.16	9.33	7.16	5.73	4.00

Source : ONID

I.6) Indices agro-métérologique :

Les indices agro-métérologiques nous aident à déterminer le type de la zone climatique, les indices les plus utilisés sont l'indice de MARTONE(1926) et EMBERGER(1932)

I.6.1) Indice de MARTONE :

MARTONE a établi un rapport entre les précipitations et la température pour obtenir un indice en appliquant cette formule :

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

Avec :

I : indice d'aridité.

P : pluviométrie annuelle en mm.

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

Donc :

$$I=409.8/(14.9+10)$$

$$I=16.46$$

Le tableau suivant donne les limites des zones climatiques selon l'indice de MARTONE :

Tableau I. 8 : Caractéristiques climatiques.

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Hyperaride
$5 < I < 10$	Aride
$10 < I < 20$	Semi-aride
$20 < I < 30$	Relativement humide (subhumide)
$I > 30$	Humide

D'après l'indice de MARTONE, on peut dire que la zone d'étude est semi-aride.

I.6.2) DIAGRAMME D'EMBERGER :

Indice climatique d'EMBERGER aussi appelé quotient pluviométrique, utilisé pour définir les cinq types de climat méditerranées, 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 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

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

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

Pour :

- p= 409.8 mm
- M= 33.8 °C
- m= 1.2 °C

On a :

- M = 33.8+273= 306.8 °K

- $m = 1.2 + 273 = 274.2 \text{ } ^\circ\text{K}$

on obtient :

$$Q = 43.27 \text{ mm}$$

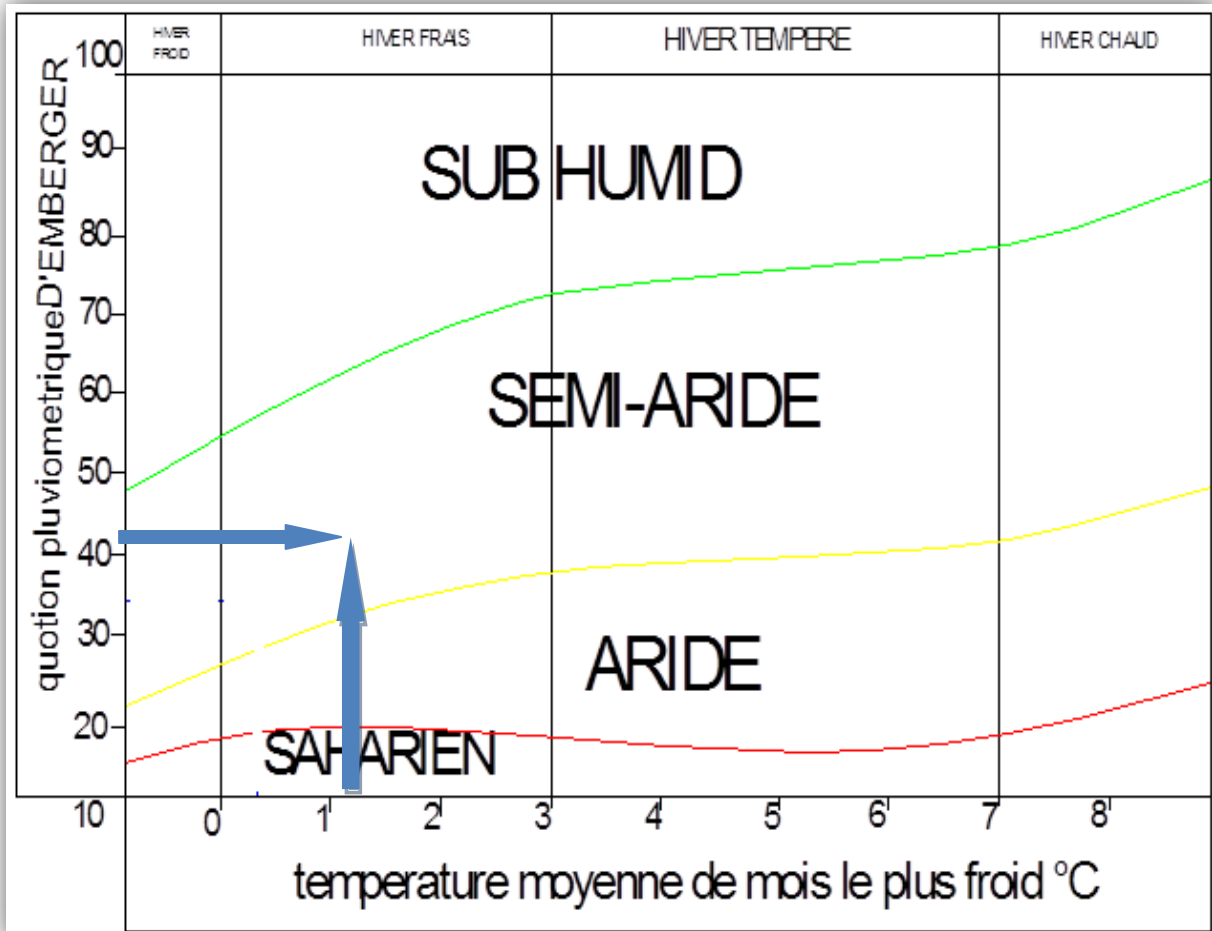


Figure I. 5: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Le climat de la zone des plaines Sétifiennes, d'après le diagramme d'EMBERGER est un climat semi-aride à hiver frais.

I.6.3) L'indice de Bagnouls et Gaussen :

C'est un graphique qui permet de déterminer les périodes sèche, il contient deux courbes, l'un représente les précipitations et l'autre représente les températures moyennes mensuelles.

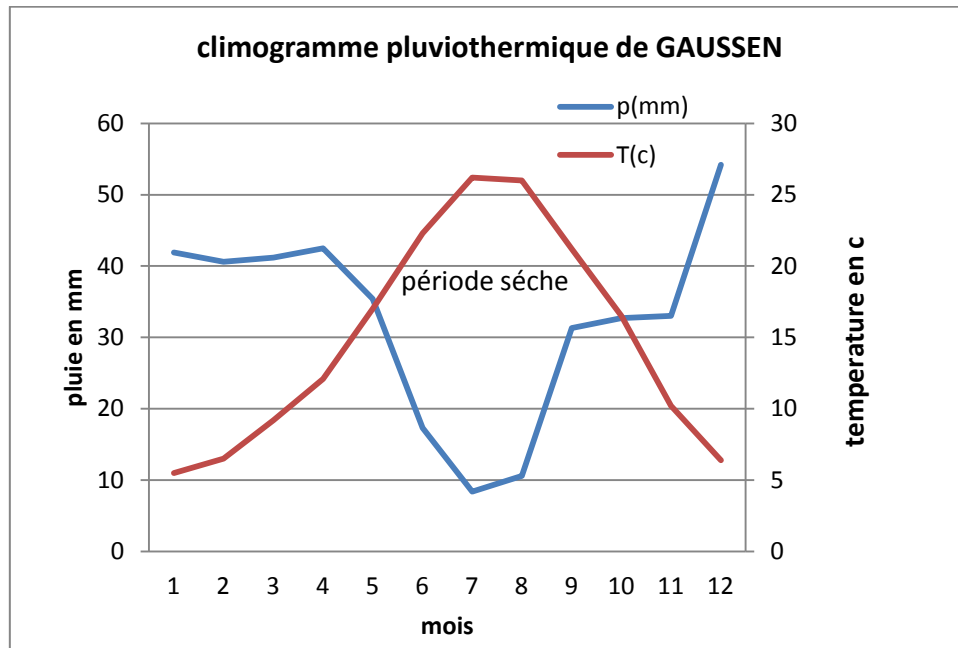


Figure I. 6: Climogramme pluviométrique de Gausse

Le diagramme montre que la période sèche (dont $p < 2T$) s'étend du mois de Mai jusqu'à Octobre.

1.7) conclusion :

La zone d'étude se situe à l'EST de l'Algérie et comprend des parties de Sétif et Bordj Bou Arreridj, caractérisé par un réseau hydrographique important et un climat semi-aride.

Les conditions climatiques étudiées et les indices calculés montrent que cette zone est propice à l'activité agricole.

Chapitre II

RESSOURCES EN SOL

Chapitre II : Ressources en sol

II.1) Introduction :

Le sol joue le rôle d'un support pour les plantes et permet de les alimenter en eau et en sels minéraux à travers sa porosité.

L'étude pédologique est donc primordiale pour réaliser une étude cohérente et intégrée, elle définit la nature et les différentes caractéristiques du sol.

II.2) Aptitudes culturales des sols :

Pour une meilleure exploitation des terres agricole, il est important de passer par cette étude qui vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures. Cette étude dépend des paramètres différents, principalement les caractéristiques morphologiques des sols (essentiellement la profondeur) et la topographie.

La répartition des superficies selon les catégories d'aptitudes en irrigation et la superficie des sols irrigables figure dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Zones Homogènes de mise en valeur et superficie de sols irrigables.

Zone Homogène	Superficie par catégorie (ha)	Superficie par catégorie (%)	Superficie irrigable (ha)	Superficie irrigable (%)
I	960,59	3,4	21113,56	74,80
II	10059,69	35,64		
III	10093,28	35,76		
IV	5373,60	19,04	5547,96	25,20
V	1741,36	6,16		
Total	28.228,52	100	28.228,52	100

Source : ONID

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

➤ 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.

➤ **CATEGORIE III**

Ce sont des sols moyennement profonds à profonds mais qui doivent être aménagés avant toute mise en valeur. Ces sols généralement reposant sur une croûte ou encroûtement calcaire et parfois un niveau marneux entre 50 à 80 cm de profondeur. Leurs aptitudes culturales sont généralement bonnes à moyennes pour les cultures industrielles et moyennes pour les cultures maraîchères, pour les cultures céréalières et fourragères dans la majorité des cas. Ils sont généralement inaptes pour les cultures arboricoles.

➤ **CATEGORIE IV**

- Il s'agit d'une zone non irrigable, caractérisée par la présence d'une croûte ou encroûtement calcaire, ou un niveau marneux toujours à très faible profondeur (0-30 cm). Ils sont inaptes pour toutes les cultures en irrigation.

➤ **CATEGORIE V**

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

II.3) Classification des sols :

Pour classer le sol de la zone d'étude, on a utilisé la classification CPCS établi par la communauté française des spécialistes de sol en 1967.

Cette classification est basée sur : la profondeur du sol, le type d'altération, type de répartition de la matière organique, ambiance physico-chimique et des caractères secondaires ou associés.

L'étude pédologique montre que les classes existantes dans le périmètre des plaines Sétifiennes sont principalement deux classes :

- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols calsimagnésique.

Il existe aussi des sols hydromorphes, mais ils se trouvent très faiblement représentés, ils occupent seulement 3% de la superficie totale du périmètre.

II.4) Caractéristiques morphologiques des différents types du sol :

II.4.1) Les sols calcimagnésiques :

Ils se forment quand les roches calcaires ou magnésiennes libèrent des quantités suffisantes de calcaire actif. Ils sont très collants aussitôt qu'il pleut et trop sec pendant la période estivale.

Ils se forment souvent de trois horizons principaux :

- Les rendzines.
- Les sols bruns calcaires et les sols bruns calciques.
- Les sols humo calcaires, humo calciques et litho calciques.

Profil n° 1

○ 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 (état 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 brunâtre), humide, texture argileuse, 15-20% de cailloux et graviers calcaires, structure massive a sous structure polyédrique moyenne a fine, collant (trempé), plastique (état humide), cohérent, compact, peu poreux, activité biologique nulle.

Tableau II. 2: Résultat analytique du profil 1.

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>Matière organique :</u>			
Matière organique%	1.38	0.98	0.69
C%	8.01	5.7	4
N%	1.01	0.65	0.54
C/N	8	9	7
<u>Reserve minérales :</u>			
CaCo3 total	25	44.8	46.4
CaCo3 actif	15.12	18.10	17.73
P205 total a P%	1.94	2.85	2.50
P205 assimilable (ppm)	52	20	30
K2o%	1.88	1.39	1.45
K2o assimilable (mg/100g)	24	11.5	12.5
<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
T en meq/100g	26	25	24
Profondeur	0-25	25-50	50-110>
<u>Solution du sol :</u>			
pH	8.80	7.70	8.10
CE mmhos/cm	0.85	0.81	0.85
<u>Caractéristiques physiques :</u>			
pF 4.2			
pF3	18.6	21.7	-
K Henin	23	25.7	-
Is	10.2	5.8	-
	-	-	3.7

II.4.2) Sols peu évolués :

Ils représentent une grande surface dans les pays semi-aride et dans des autres régions, ils ont un profil de type AC et caractérisés par une faible altération du milieu minéral et une faible teneur en matière organique. On rencontre les sols peu évolués sur plusieurs types de roches : alluvions récentes, alluvions anciennes, encroutement calcaire et dalle calcaire.

Profil n°2

○ Situation :

- Localisation : a 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, friable, collant (trempé), plastique (état humide), peu cohérent, peu poreux (micropores), activité biologique faible (restes des coquilles d'escargots, gastéropodes et quelques radicelles), réaction à l'HCL relativement importante.

Tableau II.3: Résultat analytique du profil 2.

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>Matière organique :</u>		
Matière organique%	2.41	1.93
C%	14	11.2
N%	1.42	1.19
C/N	10	9
<u>Reserve minérales :</u>		
CaCo3 total	27	27.4
CaCo3 actif	14.74	15.37
P205 total a P%	4.83	4.22
P205 assimilable (ppm)	210	95
K2o%	3.14	3.59
K2o assimilable mg/100g	40	24
<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	-	-
T en meq/100g	31	35
Profondeur (cm)	0-30	30-115
<u>Solution du sol :</u>		
pH	7.90	7.80
CE mmhos/cm	1.69	1.57
<u>Caractéristiques physiques :</u>		
pF 4.2	25	24.4
pF3	30.8	29
K Henin	4.1	12.4
Is	3.8	1.8

II.5) Interprétation des résultats analytiques des profils :

➤ La texture :

Les sols possèdent des textures fines à très fines en surface et en profondeur, il s'agit des sols argileux et argilo-limoneux.

➤ Matière organique :

Le terme matière organique du sol regroupe les constituants organiques, morts ou vivants d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol. Elle représente généralement un pourcentage de 1 à 10% de la masse du sol.

La présence de la matière organique est importante parce qu'elle assure le stockage et la mise en disposition pour les plantes, par minéralisation, des éléments nutritifs, et stimule l'activité biologique.

Pour notre cas, la matière organique forme un pourcentage qui varie entre 1.38 et 2.41% dans la première couche, et un rapport C/N faible à normale dans les sols calsimagnésiques, qui varie entre 7 et 9, ce qui indique que la décomposition de la matière organique est un peu rapide, et varie entre 9 et 10 pour les sols peu évolués, donnant une bonne décomposition de la matière organique.

➤ Le PH:

Les valeurs de PH varient entre 7.7 et 8.8 généralement, ce qui indique que les horizons sont faiblement à moyennement alcalines.

II.6) Caractéristiques hydrodynamiques du sol :

Les mesures hydrodynamiques des hautes plaines Sétifiennes ont été effectuées sur les sols aptes à l'irrigation, qui forme environ 15800 ha. Les sols étudiés se caractérisent par une infiltration lente à moyenne selon la classification de **Soil Survey Manuel**. Elle est comprise entre 0.45 à 3.35 cm/heure.

La conductivité hydraulique déterminée par la méthode de **Porchet** (absence de nappe) sur le terrain est très lente à moyenne, les valeurs moyennes se trouvent dans la zone intermédiaire (entre Ain-Taghrout et Mezloug).

D'une manière générale, les données des densités apparentes des sols sont faibles et oscillent entre 1,10 et 1,50 g/cm³. Les valeurs des densités réelles varient entre 2,35 et 2,54 g/cm³.

Les porosités oscillent entre :

42.5 et 55 % pour les horizons 0-30 cm (horizon de surface)

42 et 54 % pour les horizons 30-50 cm

38 et 55 % pour les horizons 50-100 cm

II.7) Conclusion :

A travers ce chapitre, on a pu déterminer les caractéristiques morphologiques et hydrodynamiques du sol, ainsi que les deux classes selon le CPCS.

Les résultats montrent que le sol est favorable à l'activité agricole à cause de sa nature argilo-limoneuse, sa teneur en matière organique et ses caractéristiques hydrodynamiques.

Chapitre III

RESSOURCES EN EAU

Chapitre III : Ressources en eau

III.1) Introduction :

Le périmètre des plaines Sétifiennes se situe dans une région caractérisé par un climat semi-aride, ce qui appelle à une étude des ressources en eau pour vérifier la disponibilité des eaux pour l'irrigation.

Pour notre périmètre, le Barrage de Mahouane est considéré comme ouvrage de stockage d'eau visé à alimenter le périmètre. Les précipitations sont aussi considérées comme ressources en eau.

Dans ce chapitre on va présenter et étudier les ressources en eau disponible à utiliser pour l'irrigation de notre périmètre.

III.2) Alimentation du périmètre à partir de barrage de Mahouane :

III.2.1) Présentation du barrage :

Le barrage de Mahouane se situe à 14 km au nord du périmètre des plaines Sétifiennes, il est considéré comme la seule source en eau d'irrigation pour le périmètre.

Ce barrage travaille à mode réservoir d'eau, car la majorité des eaux de ce barrage sont transférés à partir du barrage d'Aghil Emda, qui se situe à 20 km au nord, avec une dotation de 121 hm³ par an.

III.2.2) Caractéristiques hydrauliques du barrage Mahouane :

Le barrage de Mahouane est de type digue en enrochement avec un noyau étanche en agrile, et d'une capacité de stockage de 147.9 hm³.

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques hydrauliques du barrage Mahouane :

Tableau III. 1:caractéristiques hydrauliques du barrage Mahouane

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 normale	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



Figure III. 3: Barrage de MAHOUANE. (source :ONID)

III.3) Qualité des eaux d'irrigation du barrage :

La qualité chimique des eaux de barrage a été étudiée sur des échantillons prélevés au long de diverses années.

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

III.3.1) Classification des eaux d'irrigation :

Selon la classification américaine (l'USDA), on va prendre en considération deux paramètres :

- La Conductivité électrique CE (à 25°).
- le rapport d'absorption du Sodium SAR.

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. 9: 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) :

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

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots \dots \dots (III.1)$$

Avec : Na^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} en meq/l

➤ S1 : S.A.R < 10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, on peut l'utilisée pour irriguer de presque tous les sols sans qu'il y ait des problèmes d'alcalinisation.

➤ S2 : $10 < S.A.R < 18$

Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière.

➤ S3 : $18 < S.A.R < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales.

• S4 : S.A.R > 26

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation.

III.3.2) Composition chimique de l'eau d'irrigation :

Les analyses faites au laboratoire de l'ANRH montre la composition chimique moyenne de l'eau suivante :

Tableau III. 10: 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

Selon la formule de calcul de SAR on obtient la valeur suivante :

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

Ce résultat confirme que l'eau de barrage de Mahouane contient une faible quantité de sodium et il n'y a aucun risque de côté alcalinité de l'eau.

La conductivité électrique CE est égale à 0,76 mmhos/cm, ce qui indique que cette eau est moyennement saline.

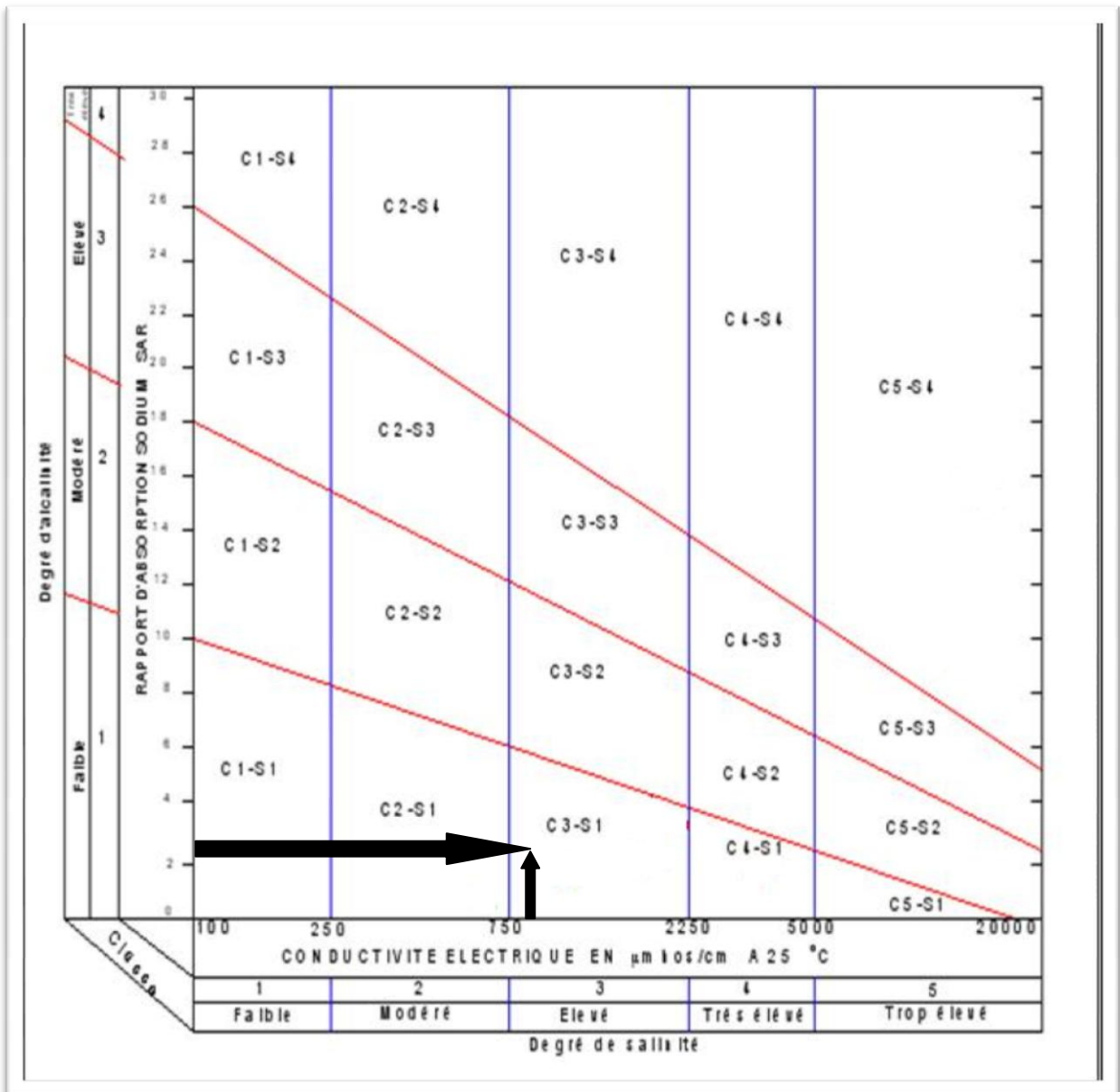


Figure III.2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation (selon RIVERSIDE).

Selon RIVERSIDE, l'eau d'irrigation du barrage Mahouane est de classe C3-S1. Il s'agit d'une eau admissible pour l'irrigation des cultures tolérantes aux sels sur des sols bien drainés (bonne perméabilité). L'article publié par FAO, intitulé (WATER QUALITY EVALUATION) confirme que le Degré de restriction d'utilisation pour cette classe est Légère à modérée.

Donc l'eau d'irrigation provenant de barrage Mahouane est appropriée pour l'irrigation.

III.4) Etude hydrologique :

III.4.1) introduction :

La pluie répond à une partie des besoins des cultures en eau, et elle représente un facteur climatologique très important, pour cette raison il est primordiale d'établir une étude hydrologique, pour avoir une bonne estimation des besoins d'eau d'irrigation.

III.4.2) choix de l'échantillon pour l'étude hydrologique :

La station de Fermato est considérée comme station de référence pour cette étude, dont les caractéristiques sont représentées ci-dessous :

Tableau III. 11: 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	1980/2012	33

Source : ANRH

Le tableau suivant représente la série pluviométrique de cette station :

Tableau III. 12: Pluie moyenne mensuelle de la station de FERMATO.

Années	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	somme
1980	10,9	15,2	24,5	97,9	23,5	22	45,1	27,7	16,1	25,6	0	26,7	335,2
1981	30,8	23,3	10,4	63,5	96	54,3	57,9	80,9	68,9	30,7	0	13,8	530,5
1982	62,2	53,1	59,9	51	5,5	9,9	14,4	26,4	19	6,4	11,9	25	344,7
1983	0,3	25,3	13,7	29,3	78,9	84	0	51,4	19,7	8	2,5	6,1	319,2
1984	7,5	112,7	11,5	116,3	54,7	25,8	94,4	32,2	42,1	0,9	24,6	0,3	523
1985	39	48,9	30,5	39,3	38,2	35	70,3	23,1	32,4	31,8	9,5	12,6	410,6
1986	6,4	40,9	52,3	42,6	30,1	92,1	28,4	15,7	38,4	0	19	4,6	370,5
1987	8,3	22,8	49,2	39,4	24,3	6	45,2	40,1	49,1	28,6	8,5	1,1	322,6
1988	26,7	2,7	30	136,5	29,1	42,6	33,2	72,1	31,4	41,3	23,8	19,7	489,1
1989	39,5	8,8	10,3	14,1	35	0	22,9	66,3	51,4	35,4	7,9	14,8	306,4
1990	31,7	3,9	96,8	83,1	15,2	54	93,6	41,5	120,2	3,7	25,4	5	574,1
1991	37,3	77,6	30,6	19,2	51	30,8	29,3	104,5	71,6	22	46,6	3,5	524
1992	56,8	14,8	30,2	111,1	47,6	54,3	36	18,9	45,8	4,8	1,2	23,5	445

années	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Somme
1993	33,7	11,1	47,2	73,4	30,7	64,7	17,2	36,4	3,7	0	14,9	8	341
1994	62,8	60	7,7	31,2	68,5	38,3	75,2	42,1	2,5	48,4	0,6	1,4	438,7
1995	41,9	34	14,8	35,4	60,8	138,7	28,8	33,9	59,4	36,4	1,8	9,1	495
1996	18,8	15,3	12,7	48,9	35,8	15,1	5	37,4	23,4	17,5	11,5	23,6	265
1997	43,9	33,4	89	65,3	26,6	56,6	16,7	62,9	98,2	25,5	0	8,8	526,9
1998	148,3	23,7	103,4	45,3	65,8	54,4	27,4	12,5	3,9	20	3,1	2,5	510,3
1999	61,1	37,4	24,5	100,7	11,4	8,2	13	17,1	34,5	6	0	6,8	320,7
2000	39,5	35,5	18,6	77,5	95	27,7	9,1	18,1	22,7	0	0	1,8	345,5
2001	55,9	7,1	23,9	9,9	26	39,7	31,7	18,6	20,2	0	29,8	0	262,8
2002	5,2	9,2	130,1	142,1	165,1	43	32,4	82,6	38,7	35,8	16,5	26,1	726,8
2003	14,4	66,1	13,5	137,9	59,4	19,6	50,7	74,9	105,4	9,9	1	56,6	609,4
2004	26	24,9	50,1	122,2	32,6	54,7	20	49,1	1,5	34,3	1,8	6,3	423,5
2005	28,4	8,4	67,9	50,3	66,1	34,1	16,8	24,7	63,1	3,8	4,5	2,3	370,4
2006	49,2	0,3	2,5	55,9	7	22,9	90,1	67,1	14,5	21,4	0	0,9	331,8
2007	29,8	22,8	17	24,8	12,6	14,1	51	19,2	45,2	5,1	22,1	15,1	278,8
2008	21,5	77	32,6	43,8	83,9	42,8	43,8	73,2	2,8	5,7	11,2	0	438,3
2009	62,6	6,8	36,6	34,7	38,4	34,7	52,3	35,2	46,7	30,5	3,6	10,6	392,7
2010	8	45,3	34,5	27,4	9,5	106,5	18,4	37,5	15,9	28,4	0	11,9	343,3
2011	2,5	15,5	37,5	20,7	38,5	74,6	8,6	49,7	9,4	16,6	0	2,4	276
2012	3	8,4	39,8	9,4	67,3	96,9	34	26	31,6	0,7	6,2	8,6	331,9

III.4.3) Etude statistique des précipitations

➤ Etude de l'homogénéisation de a série pluviométrique:

Le test de Wilcoxon est souvent utilisé pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique.

On considère deux populations X et Y de taille respective N_2 et N_1

Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec $N_2 > N_1$.

Si l'échantillon Y est issu de la même population que l'échantillon X, l'échantillon nouveau YUX est également issu de la même population.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon Y U X par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette série.

On calcul les quantités W_y et W_x :

W_y : la somme des rangs des Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale a :

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{rang } y$$

$$W_x = \sum_{j=1}^{n-1} \text{rang } x$$

L'hypothèse est vérifiée si : $W_{min} < W_y < W_{max}$

Avec :

$$W_{min} = \frac{(N_1+N_2+1)N_1-1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1+N_2+1)}{12}} \dots\dots\dots \text{(III.2)}$$

Et: $W_{max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{min} \dots\dots\dots \text{(III.3)}$

$U_{1-\frac{\alpha}{2}}$: représente la valeur de la variable centrée réduite de Gauss correspondant a une probabilité de $1 - \frac{\alpha}{2}$

Tableau III. 13: Test de Wilcoxon de la station de FERMATO.

Rang	Série	X	Y	Tri	X U Y
1	335,2	335,2	320,7	726,8	Y
2	530,5	530,5	345,5	609,4	Y
3	344,7	344,7	262,8	574,1	X
4	319,2	319,2	726,8	530,5	X
5	523	523	609,4	526,9	X
6	410,6	410,6	423,5	524	X
7	370,5	370,5	370,4	523	X
8	322,6	322,6	331,8	510,3	X
9	489,1	489,1	278,8	495	X
10	306,4	306,4	438,3	489,1	X
11	574,1	574,1	392,7	445	X
12	524	524	343,3	438,7	X
13	445	445	276	438,3	Y
14	341	341	331,9	423,5	Y
15	438,7	438,7		410,6	X
16	495	495		392,7	Y
17	265	265		370,5	X
18	526,9	526,9		370,4	Y
19	510,3	510,3		345,5	Y
20	320,7			344,7	X
21	345,5			343,3	Y

Rang	Série	X	Y	TRI	X U Y
22	262,8			341	X
23	726,8			335,2	X
24	609,4			331,9	Y
25	423,5			331,8	Y
26	370,4			322,6	X
27	331,8			320,7	Y
28	278,8			319,2	X
29	438,3			306,4	X
30	392,7			278,8	Y
31	343,3			276	Y
32	276			265	X
33	331,9			262,8	Y

$W_y=274$;

On prend $\alpha=5\%$ $\mu_{0,975}=1,96$ donc $W_{min}= 183,69$.

$W_{max}=292,31$

Selon les résultats de calcul, L'hypothèse $W_{min} < W_y < W_{max}$ est vérifiée, et notre série est homogène.

III.4.4) Ajustement statistique des pluies:

L'ajustement statistique correspond à la recherche d'une fonction mathématique permettant de modéliser le lien entre deux variables.

Il existe beaucoup de loi d'ajustement statistique, les plus utilisées pour les séries de pluie en Algérie sont :

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

➤ Ajustement des pluies à la loi normale :

Cette méthode, aussi appelé loi de Gauss, consiste à trier les valeurs de l'échantillon par ordre croissant et établir un numéro d'ordre à chaque valeur classée, puis on calcule la fréquence expérimentale par la formule suivante :

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

Avec : n : Numéro d'ordre
 N : nombre d'années observées

Ensuite on calcule les paramètres de la loi Normale (\bar{X} , δ , U , C_v)

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

Le logiciel Hyfran facilite les calculs, et donne des résultats fiables. Les résultats sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III. 14: Ajustement a la loi normale.

<i>T</i>	<i>Q</i>	<i>Xt</i>	<i>ecart-type</i>	<i>intervalle de confiance</i>
20	0.95	593.5	30.082	534 – 652
10	0.9	552.91	26.415	501 – 604
5	0.8	503.76	22.708	459 – 548
3	0.6667	457.85	20.342	417 – 497
2	0.5	409.81	19.436	371 – 447
1.5	0.3333	361.77	20.342	321 – 401

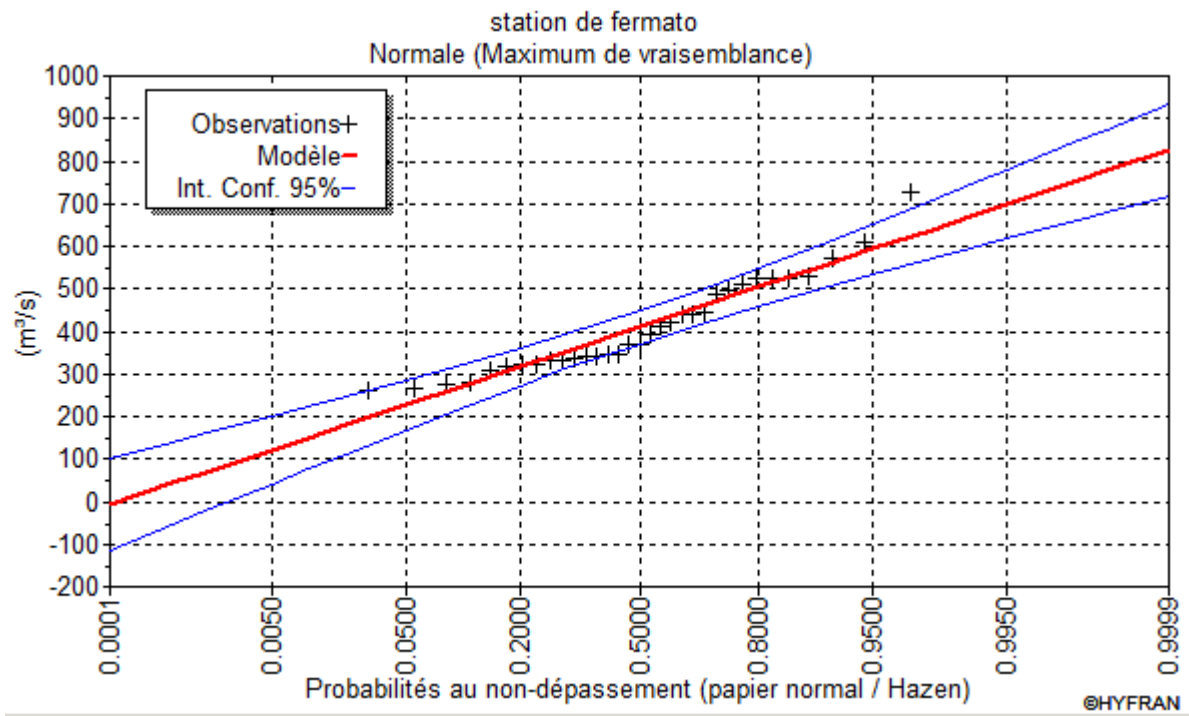


Figure III.3: Ajustement a la loi normale.

➤ **Ajustement des pluies annuelles a la loi log normale :**

L’ajustement selon la loi log normale se fait en suivant les étapes suivantes :

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

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

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

Avec :

$X_p\%$: 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

D'après le logiciel Hyfran, les résultats de l'ajustement à la loi log normale est comme suit :

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

<i>T</i>	<i>Q</i>	<i>X_t</i>	<i>ecart-type</i>	<i>intervalle de confiance</i>
20	0.95	608.45	42.748	524 - 692
10	0.9	553.43	34.142	486 - 620
5	0.8	493.41	26.168	442 - 544
3	0.6667	443.24	21.058	401 - 484
2	0.5	396.2	17.984	360 - 431
1.5	0.3333	354.15	16.824	321 - 387

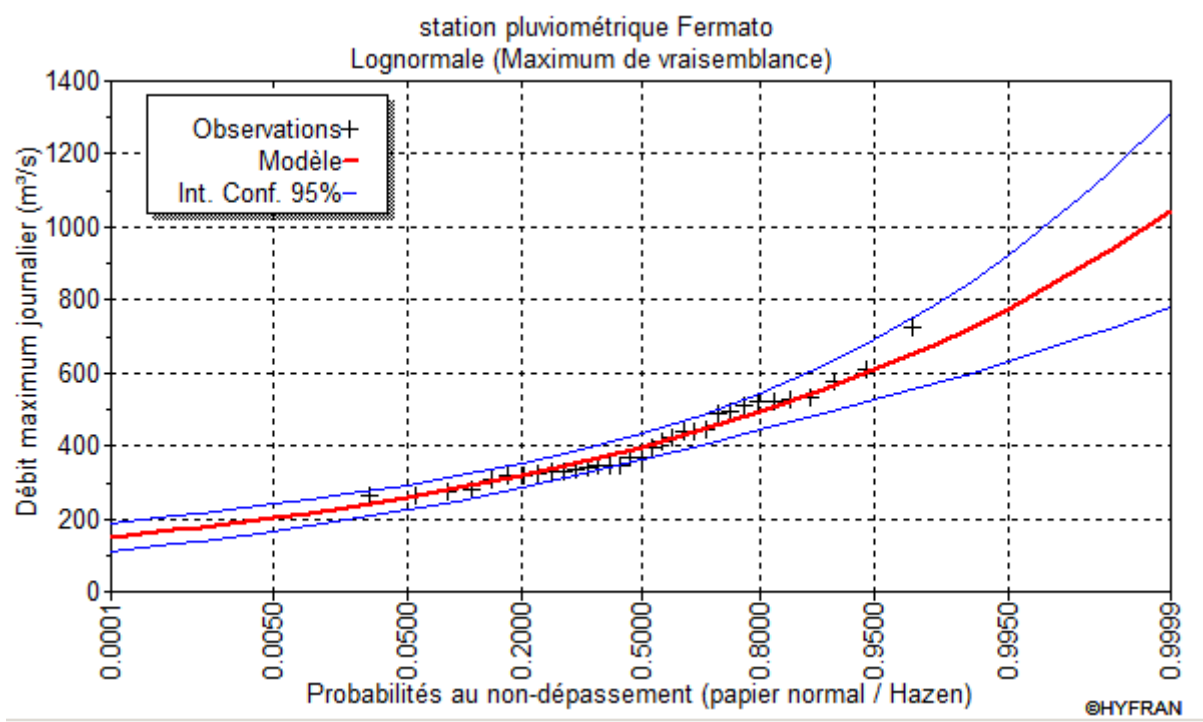


Figure III. 4: Ajustement a la loi log normale.

➤ **Test de validité d'un ajustement :**

Le test de validité d'un ajustement sert à savoir si ces effectifs ou ces fréquences sont compatibles avec une distribution théorique déterminée telle que la loi binomiale, la loi de Poisson, la loi normale ou toute autre loi de probabilité. Il convient par conséquent

de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests les plus utilisés, est le test du Khi-deux (χ^2).

A partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants :

Tableau III. 15: Test de validité de l'ajustement.

	Loi normal	Loi log-normal
χ^2 calculée	11.85	5.06
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 :

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

Sur la table de Pearson khi-deux (χ^2) théorique = 11.0705, pour : $\alpha = 0.05$ et $\gamma = 5$

Donc :

Pour la loi normale : χ^2 calculée > χ^2 théorique

Pour la loi log normale : χ^2 calculée < χ^2 théorique

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.4.5) Calcul des précipitations moyennes mensuelles :

En utilisant les résultats obtenus par l'ajustement à la loi log normale, on va calculer les pluies moyennes mensuelles probabilité 80%, en utilisant cette relation :

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

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

$$P_{20\%} = 318.14 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 396.20 \text{ mm} \quad \text{d'où: } \frac{P_{20\%}}{P_{50\%}} = 0.803$$

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

Tableau III. 16: Année de calcul.

Mois	sep	Oct	nov	Dec	jan	Fev	Mars	avril	mai	juin	juil	aout
P_{moy} (mm)	33.75	30.07	37.99	60.61	46.37	45.4	36.75	43	37.86	17.73	9.38	10.89
$P_{80\%}$ (mm)	27.01	24.15	30.51	48.67	37.24	36.46	29.51	34.53	30.4	14.24	7.53	8.74

III.5) Conclusion :

A travers ce chapitre on a représenté et analysé les ressources en eau pour le périmètre des plaines Sétifiennes. Le barrage de Mahouane est considéré comme ressource pour l'irrigation du périmètre et la classification des eaux de ce barrage a montré que c'est convenable à l'irrigation.

D'un autre côté, on a utilisé la série pluviométrique pour faire un ajustement qui nous a aidés à déterminer les pluies moyennes mensuelles probabilité 80%, afin d'obtenir une meilleure estimation des besoins en eau d'irrigation.

Chapitre IV

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Chapitre IV : Estimation des besoins en eau

IV.1) Introduction :

Pour assurer un réseau d'irrigation optimal, plusieurs étapes doivent être franchies, dont l'une des plus importantes est l'estimation des besoins en eau des plantes pour assurer leur croissance naturelle.

La pluie répond à une partie de ces besoins et le système d'irrigation joue le rôle de compenser le déficit pour une meilleure croissance et un meilleur rendement.

IV.2) L'occupation des sols :

Pour estimer les besoins de périmètre, il faut étudier la situation actuelle et future (occupation du sol et répartition des cultures).

Le choix des cultures se fait en prenant considération ces critères :

- Le climat de la région.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale selon l'étude de sol.

IV.2.1) situation actuelle :

La culture des céréales est la culture dominante dans la zone des plaines Sétifiennes, il existe aussi des cultures de maraichère et arboricultures comme il est représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV. 4: Occupation agricole actuelle.

Occupation	Surface agricole (ha)	Répartition (%)
Maraichères	101.89	6.33%
Céréale	1443.49	89.68%
Improductif	3.86	0.24%
Foret	0.32	0.02%
Terrain de parcours	22.53	1.40%
Autres	37.50	2.33%
Total	1609.6	100%

Source : ONID

IV.2.2) Situation future :

Il est primordiale dans cette étude de prévoir la situation futur à cause des plan d’expansion des terres agricoles dans notre zone. Étant donné que l'eau d'irrigation appartient à la classe C3S1, on va éviter les cultures sensibles à la salinité comme : les fraises, l’haricot, le maïs et le framboise.

Le tableau suivant représente les cultures proposées :

Tableau IV. 5: Gamme de cultures proposées.

Céréaliculture	Blé
	Orge grain
Cultures fourragère	Avoine
Maraichère	Pomme de terre saison
	Pomme de terre arrière-saison
	Tomate
	Oignon vert
	Ail
	Concombre
	Carotte
	Petit pois
	Choux
Arboriculture	Pécher (pleine production)
	Pommier (pleine production)
	Olivier (pleine production)

IV.2.3) Calendrier d’occupation du sol :

Tableau IV.3 : Calendrier d'occupation des sols.

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé			←————→									
Orge			←————→									
Avoine			←————→									
Pomme de terre arrière saison		←————→										
Pomme de terre saison						←————→						

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Tomate							←	→				
Oignon vert		←	→									
Ail		←	→									
Concombre										←	→	
Carotte	←	→										
Petit pois				←	→							
Choux	←	→										

IV.2.4) Assolement

La rotation des cultures a deux objectifs principaux: prévention des maladies et apport de bonnes quantités de substance nutritives aux cultures.

On propose l'assolement suivant :

Tableau IV. 4: Les assolements proposés.

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge grain
Blé	Pomme de terre (S)
Ail +oignon	Tomate
Pomme de terre (S)	concombre
Tomate	Oignon
Choux	Petits pois
Pomme de terre (AS)	Carotte
Concombre	Avoine
Pêcher, Olivier, pommier.	Pêcher, Olivier, pommier.

IV.3) Besoins en eau du périmètre :

Le terme besoins en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à la croissance naturelle et optimale de la culture pour obtenir un rendement maximal.

IV.3.1) L'évapotranspiration :

C'est la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface de couverture végétale, exprimé en m³/ha/jour, en m³/ha/mois, en m³/ha/an, ou en mm/j

➤ **L'évapotranspiration de référence (ET₀) :**

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est définie comme le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 cm et 15 cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive. La valeur d'ET₀ est calculée par deux méthodes :

- Méthodes directes : en utilisant les appareils de mesures.
- Méthodes indirectes : en utilisant les formules empiriques.

Il existe beaucoup de formules empiriques pour estimer la valeur de l'ET₀, comme la formule de Turc (1960), la formule de Penman, Formule de Thornthwaite (1948), Formule de Blaney- Criddle (1959).

La formule qu'on va utiliser est la formule de Penman-Monteith.

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

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration, c'est une valeur qui varie pendant la période de végétation.

L'évapotranspiration maximale se calcule comme suit :

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

Avec :

K_c : Le coefficient cultural. Il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

ET₀ : Evapotranspiration de référence.

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence (ET₀) se base sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

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

ET₀ : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹]

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

G : densité de flux de chaleur dans le sol [$\text{MJ m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$].

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [$^{\circ}\text{C}$].

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 [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$].

Δ : Pente de la courbe de pression de vapeur saturante [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT** version **8.0**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Setif.

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles en ($^{\circ}\text{C}$).
- 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 (ET_0), calculée à l'aide du logiciel CROPWAT.

Tableau IV. 6: Calcul de l'évapotranspiration.

Pays : Algérie		Station : SETIF					
Altitude : 1038m.		latitude : 36.18°N		Longitude : 5.42 °			
Mois	Temps Min $^{\circ}\text{C}$	Temps Max $^{\circ}\text{C}$	Humidité %	Vent m/s	Insol Heures	Radiation $\text{MJ/m}^2\cdot\text{jour}$	ET_0 - penman mm/mois
Janvier	1,2	9.9	83	3.9	6.3	10.0	36.05
Fevrier	1,8	11.2	77	3.8	7.9	13.9	48.14
Mars	3.9	14.5	76	3.9	7.6	16.7	74.46
Avril	6.3	18.0	72	4.2	8.6	20.7	102.57
Mai	10.5	23.4	65	4.6	8.5	22.2	148.30
Juin	15.1	29.6	62	3.6	11.1	26.4	185.61
Juillet	18.7	33.8	52	3.8	11.9	27.2	237.52
Aout	18.7	33.8	50	4.0	10.2	23.4	229.93

Mois	Temps Min °C	Temps Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insol Heures	Radiation MJ/m².jour	ETo- penman mm/mois
Septembre	14.8	27.4	85	3.8	9.3	19.7	117.68
Octobre	10.8	21.9	73	3.2	7.2	14.0	92.01
Novembre	5.6	14.9	81	3.7	5.7	10.0	49.84
Décembre	2.3	10.7	85	4.2	4.0	7.4	33.87
Moy	9.1	20.8	72	3.9	8.2	17.6	1355.99

IV.3.2) Calcul de la pluie efficace :

La pluie efficace est défini comme étant la partie de la pluie disponible à l’infiltration, donc cette parti réussie à contribuer effectivement à la satisfaction des besoins en eau de la culture.

Les pluies efficaces sont estimées par la relation suivante :

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

Tableau IV.6: Calcul de la pluie efficace.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Aout
P_{80%} (mm)	27.01	24.15	30.51	48.67	37.24	36.46	29.5 1	34.53	30.43	14.24	7.53	8.74
P_{eff} (mm)	21.61	19.32	24.41	38.94	29.79	29.17	23.6 1	27.62	24.32	11.39	6.02	6.992

IV.4) Les besoins en eau d’irrigation nette d’une culture :

IV.4.1) Définition :

C’est la quantité d’eau (non compris les apports de précipitations, du l’eau de sous-sol, de l’eau emmagasiné dans le sol, les débits entrant superficielles ou souterraines) nécessaire à fournir à une culture pour satisfaire les besoins en eau durant tout son cycle végétatif.

IV.4.2) Calcul des besoins en eau d'irrigation :

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

Avec :

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

E.T.M : évapotranspiration (mm/mois).

P_{eff} : pluie efficace

RFU : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures.

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \dots\dots\dots (IV.4)$$

Avec :

H_{cc} : Humidité a la capacité aux champs (25%)

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

D_a : densité apparente (1.4)

Y : degré de tarissement (2/3)

Z : profondeur d'enracinement en mm

Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau de blé et avoine

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84	0.3	28	6.44	0.4	19.94	0
Dec	38.94	33.87	0.5	46.66	9.33	0.78	26.42	0
Jan	29.79	36.05	0.5	46.66	15.55	0.86	31.00	0
Fev	29.17	48.14	0.6	56	15.55	0.93	44.77	0
Mar	23.61	74.46	0.6	56	18.66	1	74.46	32.18
Avr	27.62	102.57	0.6	56	0	1.04	106.67	79.05
Mai	24.32	148.3	0.6	56	0	0.87	129.02	104.70
Juin	11.39	185.61	0.6	56	0	0.37	68.676	57.28
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.8: Calcul des besoins en eau de l'orge grain.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84	0.3	28	6.44	0.4	19.94	0
Dec	38.94	33.87	0.5	46.66	9.33	0.65	22.02	0
Jan	29.79	36.05	0.5	46.66	15.55	0.9	32.45	0
Fev	29.17	48.14	0.6	56	15.55	0.9	43.33	0
Mar	23.61	74.46	0.6	56	18.66	0.9	67.02	24.74
Avr	27.62	102.57	0.6	56	0	0.85	87.18	59.56
Mai	24.32	148.3	0.6	56	0	0.6	88.98	64.66
Juin	11.39	185.61	0.6	56	0	0.35	64.96	53.57
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de pomme de terre arrière-saison.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01	0.4	37.33	0	0.5	46.00	26.68
Nov	24.41	49.84	0.6	56	0	0.7	34.89	10.48
Dec	38.94	33.87	0.6	56	18.67	1	33.87	0
Jan	29.79	36.05	0.6	56	18.67	0.75	27.04	0
Fev	29.17	48.14						
Mar	23.61	74.46						
Avr	27.62	102.57						
Mai	24.32	148.3						
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.10: Calcul des besoins en eau de pomme de terre saison.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84						
Dec	38.94	33.87						
Jan	29.79	36.05						
Fev	29.17	48.14	0.4	37.33	18.03	0.5	24.07	0
Mar	23.61	74.46	0.6	56	12.44	0.85	63.29	27.24
Avr	27.62	102.57	0.6	56	18.67	1.04	106.67	60.37
Mai	24.32	148.3	0.6	56	18.67	0.89	131.99	89.00
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.11: Calcul des besoins en eau de tomate.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84						
Dec	38.94	33.87						
Jan	29.79	36.05						
Fev	29.17	48.14						
Mar	23.61	74.46	0.7	65.33	16.05	0.5	37.23	0
Avr	27.62	102.57	0.9	84	21.78	0.85	87.18	37.79
Mai	24.32	148.3	1.2	112	0	1.15	170.55	146.23
Juin	11.39	185.61	1.2	112	0	0.9	167.05	155.66
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.12: Calcul des besoins en eau de pomme de l'oignon vert et l'Ail.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01	0,40	37.33	7.2	0.5	46.01	19.48
Nov	24.41	49.84	0,40	37.33	12.44	0.75	37.38	0.52
Dec	38.94	33.87	0,40	37.33	12.44	0.95	32.18	0
Jan	29.79	36.05	0,40	37.33	12.44	0.95	34.25	0
Fev	29.17	48.14	0,40	37.33	12.44	0.7	33.70	0
Mar	23.61	74.46						
Avr	27.62	102.57						
Mai	24.32	148.3						
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.13: Calcul des besoins en eau de concombre.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84						
Dec	38.94	33.87						
Jan	29.79	36.05						
Fev	29.17	48.14						
Mar	23.61	74.46						
Avr	27.62	102.57						
Mai	24.32	148.3	0,40	37.33	9.21	0.38	56.35	22.83
Juin	11.39	185.61	0,45	42	0	0.57	105.80	94.41
Juil	6.02	237.52	0,50	46.67	0	0.85	201.89	195.87
Aout	6.992	229.93	0,60	56	0	0.85	195.44	188.45

Tableau IV.14: Calcul des besoins en eau de carotte.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	K _c	ETM	B
Sep	21.61	117.68	0.3	28	0	0.42	49.43	27.81
Oct	19.32	92.01	0.4	37.33	0	0.7	64.41	45.09
Nov	24.41	49.84	0.5	46.67	0	0.81	40.37	15.96
Dec	38.94	33.87	0.6	56	0	0.77	26.08	0
Jan	29.79	36.05	0.7	65.33	19.47	0.57	20.55	0
Fev	29.17	48.14						
Mar	23.61	74.46						
Avr	27.62	102.57						
Mai	24.32	148.3						
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.15: Calcul des besoins en eau de petit pois.

Mois	P _{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	K _c	ETM	B
Sep	21.61	117.68						
Oct	19.32	92.01						
Nov	24.41	49.84						
Dec	38.94	33.87	0.4	37.33	12.205	0.45	15.2415	0
Jan	29.79	36.05	0.7	65.33	19.47	0.8	28.84	0
Fev	29.17	48.14	0.7	65.33	14.895	1	48.14	4.08
Mar	23.61	74.46	0.7	65.33	9.72	0.95	70.737	37.40
Avr	27.62	102.57	0.6	56	0	0.5	51.285	23.67
Mai	24.32	148.3						
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.16: Calcul des besoins en eau de choux.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68	0.3	28	2.33	0.5	58.84	34.90
Oct	19.32	92.01	0.4	37.33	9.33	0.7	64.41	35.75
Nov	24.41	49.84	0.5	46.67	12.44	0.85	42.36	5.51
Dec	38.94	33.87	0.6	56	15.56	0.8	27.10	0
Jan	29.79	36.05						
Fev	29.17	48.14						
Mar	23.61	74.46						
Avr	27.62	102.57						
Mai	24.32	148.3						
Juin	11.39	185.61						
Juil	6.02	237.52						
Aout	6.992	229.93						

Tableau IV.17: Calcul des besoins en eau de pêcher.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68	1.5	140	0	0.55	64.72	43.11
Oct	19.32	92.01	1.5	140	46.66	0.55	50.61	0
Nov	24.41	49.84	1.5	140	46.66	0.55	27.41	0
Dec	38.94	33.87	1.5	140	46.66	0.75	25.40	0
Jan	29.79	36.05	1.5	140	46.66	0.75	27.038	0
Fev	29.17	48.14	1.5	140	46.66	0.75	36.11	0
Mar	23.61	74.46	1.5	140	46.66	0.75	55.85	0
Avr	27.62	102.57	1.5	140	46.66	0.55	56.4135	0
Mai	24.32	148.3	1.5	140	0	0.55	81.57	57.25
Juin	11.39	185.61	1.5	140	0	0.55	102.09	90.70
Juil	6.02	237.52	1.5	140	0	0.55	130.64	124.62
Aout	6.992	229.93	1.5	140	0	0.55	126.46	119.47

Tableau IV.18: Calcul des besoins en eau de l'olivier.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	ETM	B
Sep	21.61	117.68	1.5	140	0	0.85	100.03	78.42
Oct	19.32	92.01	1.5	140	46.66	0.85	78.21	12.22
Nov	24.41	49.84	1.5	140	46.66	0.75	37.38	0
Dec	38.94	33.87	1.5	140	46.66	0.65	22.02	0
Jan	29.79	36.05	1.5	140	46.66	0.65	23.43	0
Fev	29.17	48.14	1.5	140	46.66	0.65	31.29	0
Mar	23.61	74.46	1.5	140	46.66	0.65	48.40	0
Avr	27.62	102.57	1.5	140	46.66	0.65	66.67	0
Mai	24.32	148.3	1.5	140	0	0.65	96.40	72.08
Juin	11.39	185.61	1.5	140	0	0.8	148.49	137.10
Juil	6.02	237.52	1.5	140	0	0.9	213.77	207.75
Aout	6.992	229.93	1.5	140	0	0.9	206.94	199.95

Tableau IV.19: Calcul des besoins en eau de pommier.

Mois	P_{eff}	ETP	Z	RFU théorique	RFU réel	Kc	E4	B
Sep	21.61	117.68	1.5	140	0	0.7	82.38	60.77
Oct	19.32	92.01	1.5	140	46.66	0.7	64.41	0
Nov	24.41	49.84	1.5	140	46.66	0.7	34.89	0
Dec	38.94	33.87	1.5	140	46.66	0.7	23.71	0
Jan	29.79	36.05	1.5	140	46.66	0.7	25.24	0
Fev	29.17	48.14	1.5	140	46.66	0.7	33.70	0
Mar	23.61	74.46	1.5	140	46.66	0.8	59.57	0
Avr	27.62	102.57	1.5	140	46.66	0.85	87.18	12.90
Mai	24.32	148.3	1.5	140	0	0.85	126.06	101.74
Juin	11.39	185.61	1.5	140	0	0.7	129.93	118.53
Juil	6.02	237.52	1.5	140	0	0.7	166.26	160.24
Aout	6.992	229.93	1.5	140	0	0.7	160.95	153.96

IV.4 Calcul des besoins en eau des assolements :

Assolement 1

Tableau IV.20: Besoin en eau de l'assolement 1.

Mois	Blé	Ail+ oignon	Pomme de terre (s)	Tomate	Choux	Pomme de terre (as)	Conco- mbre	pécher	olivier	Pommi- er	Bes- max	Somme
Sept					34.90			43.11	78.42	60.77	78.42	217.2
Oct		19.48			35.75	26.68		0	12.22	0	35.75	67.45
Nov		0.52			5.51	10.48		0	0	0	10.48	15.51
Déc								0	0	0	0	0
Jan								0	0	0	0	0
Fev								0	0	0	0	0
Mar	32.18		27.24					0	0	0	32.18	59.42
Avr	79.05		60.37	37.79				0	0	12.90	79.05	190.11
Mai	104.7		89.00	146.23			22.83	57.25	72.08	101.74	146.23	593.83
Juin	57.28			155.66			94.41	90.70	137.10	118.53	155.66	653.68
Juil							195.87	124.62	207.75	160.24	207.75	688.48
Aout							188.45	119.47	199.95	153.96	199.95	661.83

Assolement 2 :

Tableau IV.21: Besoin en eau de l'assolement 2.

Mois	avoine	Oigno n	Pomme de terre (s)	tomate	Concom bre	Petit pois	Carott e	pecher	olivier	Pomm ier	Bes- max	Somme
Sept							27.81	43.11	78.42	60.77	84.30	210.11
Oct		19.48					45.09	0	12.22	0	58.89	76.79
Nov		0.52					15.96	0	0	0	15.96	16.48
Déc							27.82	0	0	0	27.82	27.82
Jan							45.09	0	0	0	45.09	45.09
Fev						4.08		0	0	0	4.08	4.08
Mar	32.18		27.24			37.40		0	0	0	37.40	96.82
Avr	79.05		60.37	37.79		23.67		0	0	12.90	79.05	213.78
Mai	104.70		89.00	146.23	22.83			57.25	72.08	101.74	146.23	740.06
Juin	57.28			155.66	94.41			90.70	137.10	118.53	155.66	809.34
Juil								124.62	207.75	160.24	207.75	896.23
Aout								119.47	199.95	153.96	199.95	861.78

IV.5) Calcul des débits :**IV.5.1) Calcul des débits spécifiques :**

Les calculs précédents sont faits pour la détermination des débits nécessaires pour répondre aux besoins des cultures. À partir de ces calculs on peut déterminer le débit spécifique par la relation suivante :

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

B_m : Besoin mensuel maximum net, 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

$$q_s = \frac{896.23 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 4.61 \text{ (l/s/ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5 l/s/ ha, dans ce cas on prend les besoins de pointe de la culture la plus exigeante (olivier) :

$$q_s = \frac{207.75 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 1.0687 \text{ (l/s/ha)}$$

IV.5.2) Calcul du débit caractéristique :

Le débit caractéristique est le débit maximum fourni au périmètre, il est calculé par la relation suivante : **Q caractéristique=Qsp × surface**

Avec :

Surface de secteur 4 est égale à 1189.4ha

Débit caractéristique du périmètre :

$$Q_c = 1.0687 \times 1189.4 = 1271.1 \text{ l/s.}$$

IV.5.3) Estimation des Besoins annuels totaux des cultures en m³ :

Après établir cette estimation on peut connaître si les ressources en eau (barrage de MAHOUANE) sont suffisantes pour les besoins du périmètre.

Tableau IV.22: Besoins annuels totaux des cultures en m³

Culture	Superficie (ha)	Besoins net (mm)	Efficienc	Besoins brutes (m ³ /ha)	Besoins totaux
Blé	356.82	273.21	0.75	3642.8	1299823.9
Orge grain	148.675	202.53	0.75	2700.4	401481.97
Avoine	148.675	273.21	0.75	3642.8	541593.29
Pomme de terre saison	41.629	176.61	0.75	2354.8	98027.97
Pomme de terre arrière-saison	29.735	26.69	0.75	355.87	10581.70
Tomate	23.788	339.68	0.75	4529.07	107737.44
Oignon vert	29.735	20	0.75	266.67	7929.33
Ail	53.523	20	0.75	266.67	14272.8
Concombre	23.788	501.56	0.75	6687.47	159081.46
Carotte	41.629	161.77	0.75	2156.93	89790.98
Petit pois	47.576	56.15	0.75	748.67	35618.57
Choux	59.47	76.16	0.75	1015.47	60389.80
Pêcher	47.576	435.15	0.75	5802	276035.95
Pommier	47.576	608.14	0.75	8108.53	385771.58
Olivier	47.576	707.52	0.75	9433.6	448812.95

Le volume total des besoins en eau des cultures est de 4.25 millions m³, c'est un volume qu'on peut déduire du barrage Mahouane.

IV.6) Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons estimé les besoins du périmètre des plaines Sétifiennes (secteur 4) à travers les formules empiriques et les différents calculs.

Ce secteur caractérisé par une surface de 1189.4 ha exige un volume annuel de 4.25 million m^3 d'eau, prélevé du barrage de Mahouane

La capacité de stockage du barrage Mahouane est de 147 Mm^3 , donc les besoins en eau de ce secteur peuvent être prélevés à partir de ce barrage.

Chapitre V

ETUDE DE SYSTEME D'ADDUCTION

Chapitre V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION.

V.1) Introduction :

Le périmètre des plaines Sétifiennes est alimenté en eau à partir du barrage Mahouane, à travers un réseau d'adduction et distribution qui transporte l'eau vers les 13 Secteurs du périmètre. Ce chapitre vise à optimiser ce réseau d'irrigation.

Le but est d'obtenir un réseau performant en tenant compte de l'aspect économique.

V.2) Le réseau d'irrigation :

Le réseau d'irrigation est l'ensemble des conduites et des ouvrages et des équipements qui assurent l'acheminement de l'eau de la source jusqu'aux cultures.

Ce réseau se compose de deux parties :

- le réseau d'adduction.
- le réseau de distribution.

Le but est de mettre en place une conduite qui relie le périmètre d'irrigation au barrage de Mahouane et un réseau d'irrigation qui assure la distribution de l'eau aux ilots avec provision d'une pression suffisante.

V.2.1) Réseau d'adduction :

Le barrage de Mahouane est considéré comme la seule source d'eau d'irrigation pour le périmètre des plaines Sétifiennes. Il est situé à 14 km au nord du périmètre.

Le périmètre est divisé en 13 secteurs avec une surface totale de 15764.8 ha, les secteurs sont divisés en ilots avec une surface qui ne dépasse pas 100 ha. La délimitation des îlots est faite en prenant en considération les propriétés, les routes, et les pistes, les infrastructures existantes et la topographie.

Le tableau suivant représente la surface de chaque secteur :

Tableau V. 2: Superficie des secteurs du périmètre.

Secteur	Superficie (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

Secteur	Superficie (ha)
7	1.195,2
8	1.303,2
9	964,6
10	693,4
11	828,4
12	460,7
13	1.000,5

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il faut tenir compte de certains impératifs :

- Il faut chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes.
- Le tracé doit être le plus court possible.
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, Oueds,...).

V.2.1.1) Le réservoir :

Le barrage de Mahouane a une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1 106 m. et le secteur a une altitude qui varie entre 950 m et 918 m, ce qui engendre un problème de pression, la pression va dépasser 10 bars même avec des pertes de charge, donc on va choisir une de ces solutions :

- Réalisation d'un réservoir de stockage pour baisser la pression dans le réseau.
- Installation des brises charge

La variante choisie est de réaliser un réservoir de stockage.

Le réservoir doit être à une altitude qui assure une pression suffisante sur le réseau de distribution, la cote choisie est 990 m.

V.2.2) Réseau de distribution :

Ce réseau est constitué par des conduites enterrées qui assurent un débit et une pression suffisante par l'intermédiaire des bornes d'irrigation.

V.2.2.1) plan de bornage :

Les bornes d'irrigations sont des organes hydrauliques qui relient entre le réseau de distribution et le réseau tertiaire de chaque ilot. La borne est le point limite du réseau où l'administration du réseau peut intervenir dans la gestion de l'eau. En aval de la borne, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

L'ilot est une unité hydro-agricole, alimentée par une seule borne d'irrigation. la division du secteur en ilots doit prendre en considération les points suivants :

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

La borne d'irrigation assure plusieurs fonctions, par exemple:

- Ouverture / fermeture de l'alimentation en eau.
- Réglage du débit.
- Régulation de la pression aval.
- Comptage du volume d'eau consommé.

V.2.2.2) Vitesse admissible :

La vitesse admissible varie généralement entre 0.5 m/s et 2.5 m/s, dans cette étude on va prendre comme vitesse admissible 1.25 m/s.

V.2.2.3) Dimensionnement des conduites :

Le dimensionnement des conduites se base sur la vitesse admissible de l'eau. On va appliquer la formule de «LABYE " pour le calcul de diamètre qu'on va normaliser :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\mathbf{V.1})$$

Avec :

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

V.2.2.4) Calcul des pertes de charges :

La formule de Lechapt et Calmon permet d'estimer les pertes de charge unitaires, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (\text{V.2})$$

Avec :

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

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la conduite considérée en m.

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:

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots (\text{V.3})$$

Tableau V.2: 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.2.2.5) Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau dépend des critères suivants :

- Le matériau choisi doit répondre aux conditions hydrauliques (débit, pression).
- Le matériau doit être disponible sur le marché local.
- L'intérêt économique.
- Il faut prendre en considération le type de sol.

V.2.2.6) Caractéristiques des matériaux des conduites :**a) Conduite en PEHD:****Avantage :**

- durée de vie importante.
- insensible à la corrosion.
- disponible dans le marché avec un cout relativement faible.
- limitation du nombre de joint avec la soudure donc de source de fuites.
- souplesse relative évitant parfois des pièces en milieu urbain.

Inconvénients :

- sensibilité à certains traitements chlorés.
- sensible aux variations de température.
- indétectable avec les outils de géo détection classique (inconvenient pouvant être palier par l'ajout de boules ou câbles marqueurs).

b) Conduite en fonte :**Avantage :**

- grande résistance mécanique..
- détection assez bonne avec les outils de géo détection classique même si le signal diminue à chaque joint.
- solide et rigide

Inconvénients:

- sensible à la corrosion.
- sensible aux chocs lors de la pose.
- mise en place de joints tous les 6 mètres, multipliant les sources de fuites

V.2.2.7) choix du matériau:

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

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

V.3) Calculs hydrauliques:

V.3.1) Calcul hydraulique des bornes :

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

$$Q_b = q_s \times S \quad \dots\dots\dots (V.4)$$

Tel que : Q_b : Débit de chaque ilot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'ilot en ha.

V.3.2) Choix du diamètre de la borne :

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

Tableau V. 3: Choix du diamètre de la borne.

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

Le tableau suivant représente le calcul des débits des bornes :

Tableau V. 4: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
1	1	60.07	64.20	82.91	200
	2	9.51	10.16		
	3	3.83	4.09		
	4	4.17	4.46		
2	1	24.31	25.98	37.95	200
	2	3.21	3.43		
	3	2.54	2.71		
	4	2.31	2.47		
	5	2.03	2.17		
	6	1.11	1.19		

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
3	1	2.61	2.79	17.98	100
	2	9.91	10.59		
	3	2.37	2.53		
	4	1.94	2.07		
4	1	9.86	10.54	17.04	100
	2	6.08	6.50		
5	1	4.78	5.11	42.77	200
	2	12.44	13.29		
	3	22.80	24.37		
6	1	5.20	5.56	32.91	150
	2	3.67	3.92		
	3	5.20	5.56		
	4	13.39	14.31		
	5	3.33	3.56		
7	1	29.12	31.13	103.04	200
	2	22.69	24.26		
	3	22.31	23.85		
	4	23.29	24.90		
8	1	5.33	5.70	53.45	200
	2	7.50	8.02		
	3	18.96	20.26		
	4	4.37	4.67		
	5	11.02	11.78		
	6	2.83	3.02		
9	1	48.53	51.86	51.86	200
10	1	2.89	3.09	15.68	100
	2	9.90	10.58		
	3	1.88	2.01		
11	1	45.21	48.32	72.48	200
	2	22.61	24.16		

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
12	1	10.51	11.23	28.3	150
	2	2.09	2.23		
	3	3.89	4.16		
	4	7.31	7.81		
	5	0.54	0.58		
	6	2.14	2.29		
13	1	18.25	19.50	49.32	150
	2	2.36	2.52		
	3	20.38	21.78		
	4	0.74	0.79		
	5	2.45	2.62		
	6	1.97	2.11		
14	1	2.99	3.20	42.80	200
	2	12.02	12.85		
	3	12.12	12.95		
	4	9.03	9.65		
	5	1.32	1.41		
	6	2.56	2.74		
15	1	7.17	7.66	26.8	150
	2	10.62	11.35		
	3	2.24	2.39		
	4	5.05	5.40		
16	1	8.47	9.05	64.06	200
	2	14.24	15.22		
	3	34.12	36.46		
	4	3.12	3.33		
17	1	2.46	2.63	72.73	200
	2	34.19	36.54		
	3	11.22	11.99		
	4	7.12	7.61		
	5	13.06	13.95		

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
18	1	2.25	2.40	66.66	200
	2	8.08	8.64		
	3	4.78	5.11		
	4	6.17	6.59		
	5	4.76	5.09		
	6	3.55	3.79		
	7	32.79	35.04		
19	1	18.41	19.67	50.16	200
	2	11.10	11.86		
	3	6.48	6.93		
	4	6.02	6.43		
	5	4.93	5.27		
20	1	19.81	21.17	49.66	200
	2	4.19	4.48		
	3	11.39	12.17		
	4	11.08	11.84		
21	1	0.87	0.93	14.84	100
	2	3.74	4.00		
	3	0.25	0.27		
	4	3.68	3.93		
	5	2.14	2.29		
	6	3.20	3.42		
22	1	18.27	19.53	32.39	150
	2	3.74	4.00		
	3	8.29	8.86		
23	1	4.37	4.67	28.47	150
	2	18.34	19.60		
	3	0.54	0.58		
	4	2.19	2.34		
	5	1.20	1.28		
24	1	9.03	9.65	21.55	100

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
	2	2.72	2.91		
	3	3.69	3.94		
	4	4.73	5.05		
25	1	7.00	7.48	31.06	150
	2	1.19	1.27		
	3	5.38	5.75		
	4	5.64	6.03		
	5	9.51	10.16		
	6	0.35	0.37		
26	1	47.24	50.49	62.94	200
	2	7.37	7.88		
	3	4.28	4.57		
27	1	2.71	2.90	34.99	200
	2	19.49	20.82		
	3	5.57	5.95		
	4	4.98	5.32		
28	1	7.32	7.82	56.33	200
	2	8.25	8.82		
	3	5.93	6.34		
	4	2.38	2.54		
	5	9.35	9.99		
	6	6.66	7.12		
	7	4.63	4.95		
	8	5.02	5.36		
	9	2.12	2.27		
	10	1.05	1.12		
29	1	4.07	4.35	9.32	65
	2	1.42	1.52		
	3	1.88	2.01		
	4	1.35	1.44		

V.3.3) Dimensionnement du réservoir :

Pour dimensionner le réservoir, on utilise la méthode suivante:

Le volume du réservoir est calculé comme suit:

$$V = Q \cdot T_f \dots\dots\dots (\text{V.5})$$

Q est le besoin maximum journalier = 1271.1 l/s = 4575.96 m³/h

T_f : 2h

On aura :

$$V = 4575.96 \cdot 2 = 9151.92 \text{ m}^3.$$

La forme choisie pour le réservoir est rectangulaire avec les dimensions comme suit:

- Hauteur : 5m.

- Longueur : 50 m.

- Largeur : 40 m.

Donc le réservoir aura :

- Une forme rectangulaire.
- Un volume de 40×50×5= 10000 m³.
- Une altitude de 990 m.

V.3.4) Dimensionnement des conduites de réseau de distribution :**Tableau V. 5: Dimensionnement des conduites et calcul des pressions.**

tronçon	Longueur (m)	Débit (m ³ /s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge totale (m)	Cote du terrain aval (m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)
RES-SF4	4460.5	1.27043	1137.58	1200	1.12	3.71	957	986.29	29.28
SF4-B1	826.6	0.84761	929.19	1000	1.08	0.80	946	985.49	39.49
SF4-B5	1300	0.42282	656.27	700	1.01	2.01	938.2	984.27	46.07
B1-B3	583.4	0.7647	882.58	900	1.20	0.79	938.7	984.70	46.00
B3-B2	196.4	0.74672	872.14	900	1.17	0.25	934.9	984.50	49.55
B5-N1	329.5	0.38005	622.20	700	0.99	0.42	937.8	983.86	46.06
N1-B24	681.3	0.08552	295.15	315	1.1	2.81	936.6	981.04	44.44
B24-B6	269.9	0.06397	255.27	250	1.30	2.05	935.2	979.00	43.80
B6-B25	378.2	0.03106	177.87	200	0.99	2.24	932.4	976.76	44.36
N1-B7	1019.6	0.29453	547.74	600	1.04	1.69	929.3	982.13	52.83
B7-B14	914.5	0.19151	441.67	500	0.96	1.34	931.9	980.42	48.52
B14-B17	375.9	0.14871	389.20	400	1.18	1.33	930.3	979.08	48.78
B17-B18	296	0.07598	278.20	315	0.98	0.98	934.5	978.11	43.61
B18-B29	690.1	0.00932	97.43	125	0.76	4.42	926	973.68	47.68
B2-B23	270.8	0.70877	849.69	900	1.11	0.32	932.1	984.13	52.03
B23-B22	231.3	0.6803	832.45	900	1.07	0.25	930	983.88	53.88

tronçon	Longueur (m)	Débit (m ³ /s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre normalisé (mm)	Vitesse (m/s)	Perte de charge totale (m)	Cote du terrain aval (m)	Cote piézométrique (m)	Pression (m)
B22-N2	173	0.64791	812.39	900	1.02	0.17	929.8	983.71	53.91
N2-B8	335.6	0.05345	233.33	250	1.08	1.81	929.8	981.90	52.10
N2-B4	242.4	0.59446	778.16	800	1.18	0.37	929.5	983.35	53.85
B4-B21	91.2	0.57742	766.92	800	1.15	0.13	929.1	983.22	54.12
B21-N3	498.9	0.56258	757.00	800	1.12	0.68	929	982.54	53.54
N3-B26	80	0.11226	338.16	315	1.44	0.55	928.9	981.98	53.08
B26-B13	1078	0.04932	224.14	250	1.01	5.00	922.6	976.98	54.38
N3-B10	354.8	0.45032	677.28	700	1.17	0.62	927.9	981.92	54.02
B10-B9	125.1	0.43464	665.38	700	1.13	0.20	927.8	981.71	53.91
B9-B12	682.6	0.38278	624.43	700	1.00	0.88	926.9	980.84	53.94
B12-B11	86	0.35448	600.90	600	1.25	0.21	926.4	980.63	54.23
B11-N4	140.4	0.282	535.96	600	1.00	0.22	926.3	980.41	54.11
N4-B15	590.1	0.07646	279.08	315	0.98	1.97	923.9	978.44	54.54
B15-B20	411.3	0.04966	224.91	250	1.01	1.93	921.6	976.51	54.91
N4-B27	367	0.20554	457.57	500	1.05	0.78	925	979.63	54.63
B27-B16	521.9	0.17055	416.80	400	1.07	1.33	922.5	977.23	54.73
B16-B28	223.4	0.10649	329.35	315	1.37	1.40	922	975.83	53.83
B28-B19	373	0.05016	226.04	250	1.02	1.79	920.4	974.04	53.64

V.4) Conclusion

A travers ce chapitre, on a étudié le réseau d'irrigation de notre périmètre du réservoir jusqu'aux bornes d'irrigations.

Le périmètre est divisé en 29 ilots, après le calcul de débit de chaque borne, choix de matériau des conduites et la projection du tracé de schémas d'adduction, on a pu dimensionner les conduites de façon d'avoir une pression suffisante avec un cout minimal.

Chapitre VI

TECHNIQUES D'IRRIGATION

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

VI.1) Introduction :

Au fil du temps, les agriculteurs ont développé les techniques d'irrigation et ont innové de nouvelles idées pour améliorer l'irrigation afin de garantir que l'eau parvient mieux aux plantes et au moindre coût.

Le choix de la technique d'irrigation dépend de beaucoup de facteurs techniques (type de la culture, type de sol, qualité de l'eau, la topographie, climat) et économiques (coût d'investissement, coût de la main-d'œuvre et de l'entretien).

Donc pour choisir les techniques convenables il faut analyser les différents facteurs, c'est ça le but de ce chapitre.

VI.2) Présentation des différentes techniques d'irrigation :

VI.2.1) Irrigation de surface :

Ce type d'irrigation regroupe recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau est répartie sur le terrain à irriguer par un écoulement gravitaire de surface. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (Ruissellement, infiltration, et capillarité).

Les techniques d'irrigation de surface sont regroupées en 3 groupes principaux :

a- Irrigation par Submersion :

Cette méthode consiste à introduire la dose d'arrosage à l'intérieur de planches horizontales bordées par des diguettes de hauteur et une revanche minimum de 10 cm. Cette technique est utilisée généralement en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'efficacité de cette technique varie entre 45 et 70%.

Avantage :

Coût d'investissement faible à la parcelle pour l'agriculteur.

Pas d'apport énergétique extérieur.

Alimentation des nappes phréatiques.

Inconvénients :

Tassement du sol.

Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité.

Nécessite l'assainissement.

Perte des quantités importantes d'eau.

b- Irrigation par planches :

Cette technique s'effectue par ruissellement d'une lame d'eau sur une planche délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche. Le terrain doit être en pente parfaitement nivelée.

L'efficacité observée, varie de 45 % à 85 %.

Avantages de cette technique :

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

Inconvénients de cette technique :

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

c- Irrigation 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 et régulière.

La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec une largeur entre 25 et 40 cm et une profondeur entre 15 et 30 cm.

L'efficacité pour cette méthode varie entre 40% et 70%.

VI.2.2) Irrigation par aspersion :

Cette technique consiste à acheminer l'eau aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses comme les céréales et les fourragères.

VI.2.2.1) Avantages de l'irrigation par aspersion :

Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.

Nécessite moins de mains d'œuvres.

Economie d'eau.

Possibilité d'automatisation du système d'irrigation.

VI.2.2.2) Inconvénients de l'irrigation par aspersion :

Elle favorisait l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'aire plus sec.

Elle favorise le développement des mauvaises herbes.

VI.2.3) Irrigation localisée (Goutte a goutte) :

C'est un système d'irrigation qui consiste à l'alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées. L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.

VI.2.3.1) Avantages de l'irrigation localisée:

Economie de l'eau.

Précision de l'apport en eau.

Réduction des pertes par évaporation.

S'adapte bien a tout type du sol et du relief.

Economie de mains d'œuvre.

VI.2.3.2) Inconvénient de l'irrigation localisée :

Coût d'investissement élevé.

Contrôle difficile des goutteurs.

Risque d'obstruction des goutteurs.

Risque de salinisation.

Nécessite une main d'œuvre qualifiée..

VI.3) Choix de la technique d'arrosage :

Pour le choix les techniques d'irrigation les plus fonctionnelles, il faut déterminer les contraintes de chaque type d'arrosage par une analyse multicritère qui vise à déterminer la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone d'étude.

Cette analyse est détaillée comme suit :

Tableau VI. 2: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.

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

Avec :

x: inadéquat ou déconseillé.

+: Adapté avec réserve.

+ + : Adapté.

+ + + : Très adapté.

VI.4) Conclusion :

Sur la base de l'analyse précédente, et en fonction des caractéristiques climatiques et agro-pédologiques de La zone d'étude, on peut choisir la technique d'irrigation par aspersion pour les céréales et le goutte à goutte pour certains cultures maraîchers et arboricultures qui présentent beaucoup d'avantage par rapport à les autres techniques d'irrigation.

Chapitre VII

DIMENTIONNEMENT A LA PARCELLE

Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle

VII.1) Introduction :

L'utilisation des techniques modernes d'irrigation et l'automatisation des différents dispositifs et leur télécontrôle ont largement contribué au développement de l'agriculture et à la diversité et la disponibilité des produits agricoles.

On sait que l'installation des moyens de transport de l'eau au niveau de la parcelle nécessite une étude pour s'assurer que l'eau atteint toutes les parties de la zone agricole au moindre coût et sans gaspillage d'eau.

Dans ce chapitre on va choisir une parcelle type et on va faire les calculs nécessaires pour l'installation des conduites et différentes paramètres pour deux méthodes d'irrigation (irrigation par aspersion et irrigation localisé).

VII.2) Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion :

VIII.2.1 Données générales :

Parcelle	Ilot N° 28 P09
Dimensions	212 ×100 (m×m)
Surface	2.12 ha
Culture	Blé
Temps de travail	22heures /jours ; 26jours/mois
Besoins de pointe	104.70 mm
Perméabilité du sol	K=7mm/h
Débit caractéristique	2.27 l/s

La dose pratique : La RFU est calculée comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \quad \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

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

Da : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement en mm : 60 cm

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

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

Donc :

$$\mathbf{RFU} = \frac{(25-15)}{100} \times 1.4 \times 0.6 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{56 \text{ mm.}}$$

VII.2.2) Dimensionnement théorique:

A. Calcul du diamètre de l'ajutage :

On pose $p \leq k$ avec :

P : la pluviométrie de la buse.

K : perméabilité du sol égale à 7mm/h.

Le diamètre de la buse est calculé par la relation suivante :

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots \mathbf{(VII.2)}$$

D'où :
$$\mathbf{d} = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = \mathbf{4.85 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (Annexe 3), on choisi parmi les diamètres normalisés des buses , la buse avec diamètre de **4.8mm**.

B. calcul de la porté du jet (L) :

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

$$\mathbf{L} = \mathbf{3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}} \dots\dots\dots \mathbf{(VII.3)}$$

Avec :

d : diamètre de la buse en mm

h : pression de la buse en (m) , h = 30 m.

$$\mathbf{L} = \mathbf{3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = 15.38 \text{ m.}}$$

Théoriquement on peut utiliser la formule précédente, mais d'après le catalogue du fournisseur Perrot (Annexe 3), pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression de service minimale de **3.0 bars** la portée calculée est de **16,0m**.

C. Ecartement entre les rampes et les arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

- L'écartement E_l entre les lignes d'arrosage est egal a 1,25 L pour un vent faible et à 1,02 L pour un vent fort.
- L'écartement E_a entre les arroseurs sur la rampe est egal a 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude presente des vitesses de vent correspondants à des conditions de vent peu violents, donc on prend les valeurs suivantes :

$$\mathbf{E_l} = \mathbf{1.25 \times 16 = 20 \text{ m}}$$

$$\mathbf{E_a} = \mathbf{0.8 \times 16 = 12.8 \text{ m}}$$

On prend les valeurs normalisées suivantes :

$$E_l = 18 \text{ m}$$

$$E_a = 12 \text{ m}$$

D. Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(\text{VII.4})$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} = 4.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

E. Verification de la pluviometrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_a \times E_l} \dots\dots\dots(\text{VII.5})$$

$$p = \frac{1.50 \times 1000}{12 \times 18} = 6.94 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi vérifie la condition : $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$.

F. Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \times \text{NJ}}{B_{\text{pointe}}} \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

Avec :

$$\text{Dose}_{\text{RFU}} = 56 \text{ mm}$$

$$\text{NJ} = 26 \text{ jours/mois}$$

$$B_{\text{pointe}} = 104.70 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{56 \times 26}{104.7} = 13.9 \text{ jours}$$

On va irriguer chaque 13 jour (2 fois par mois).

Efficiencie d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier = $104.7/30 = 3.49 \text{ mm}$

La nouvelle dose réelle = $13 \times 3.49 = 45.37 \text{ mm}$

La nouvelle dose brute = $45.37/0.75 = 60.5 \text{ mm}$

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} \dots\dots\dots(\text{VII.7})$$

Pour $P = 7 \text{ mm/h}$ on aura comme temps d'arrosage :

$T_a = 60.5 / 7 = 8.64 \text{ h}$ le temps d'arrosage est de **9 heures**.

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur .

G. Calcul de l'unité d'arrosage S_u :

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

$$S_u = \frac{S}{T \times n} \dots\dots\dots \text{(VII.8)}$$

$$S_u = \frac{2.12}{13 \times 2} = 0.0815 \text{ Ha}$$

H. Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}} \dots\dots\dots \text{(VII.9)}$$

$$N_{asp} = \frac{0.0815 \times 10000}{18 \times 12} = 4 \text{ asperseurs}$$

i. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$

$$V = \frac{2 \times 2 \times 60.5 \times 18 \times 12}{1000} = 52.27 \text{ m}^3$$

VII.2.3) Dimensionnement hydraulique des rampes :

La parcelle a une superficie de 2.12 ha, avec 212 m de longueur et 100 m de largeur.

a) La longueur de la rampe :

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \dots\dots\dots \text{(VII.10)}$$

$$L_r = \frac{100}{2} - \frac{12}{2} = 44 \text{ m}$$

On prend $L_r = 42.0 \text{ m}$

b) Le nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots \text{(VII.11)}$$

$$N_{asp/rampe} = \frac{42}{12} = 4 \text{ asperseurs.}$$

c) Nombre de rampes :

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/rampe}} = 1 \text{ rampe} \dots\dots\dots \text{(VII.12)}$$

Donc une seule rampe est suffisante.

d) Débit d'une rampe :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe} \dots\dots\dots \text{(VII.13)}$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 4 = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

e) Débit de la porte rampe :

$$Q_{\text{porte rampe}} = Q_{\text{rampe}} \times N_{\text{rampes}} \dots\dots\dots \text{(VII.14)}$$

$$Q_{\text{porte rampe}} = 6 \times 1 = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

f) Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :

La méthode utilisée pour le dimensionnement des conduite est par prendre une vitesse Où :

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

On va calculer le diamètre en prenant une vitesse admissible de V=1.5m/s

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.67 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.038 \text{ m}$$

g) Calcul des pertes de charge :

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

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots \text{(VII.15)}$$

Avec :

ΔH : Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Debit de la conduite en m³/s .

C_H : coefficient equivaut à 130.

D : diamètre de la conduite en m.

Pour la rampe on a : L=42 m, D= 0.040 m, Q= 0.00167 m³/s

Pour le porte rampe on a : L= 205 m, D=0.040 m, Q=0.00167 m³/s

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VII. 3: Résultat du calcul pratique d'aspersion.

Conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (m ³ /s)	Perte de charge (m/m)	Perte de charge totale (m)
Rampe	42	40	0.00167	0.0598	2.51
Porte rampe	205	40	0.00167	0.0598	12.24

VII.2.4) Calcul de la pression en tête du réseau:

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots \text{(VII.16)}$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H_1 : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H_2 : Perte de charge totale de la rampe et la porte rampe.

H_3 : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+14.75+0=44.75 \text{ m.}$$

$H=44.75$ mce, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est égale à 5 bars.

VII.3) Dimensionnement du réseau d'irrigation localisé :

Le système d'irrigation localisé, aussi appelé goutte à goutte est le système le plus utilisé et le plus efficace pour l'arboriculture et les maraichères avec une faible consommation d'énergie et une faible perte d'eau par rapport aux autres techniques d'irrigation.

Pour le dimensionnement on va prendre la même parcelle type comme exemple avec les mêmes caractéristiques et paramètres et on va choisir le Pêcher comme culture à irriguer.

VIII.3.1 Données générales :

Parcelle	Ilot N° 28 P09
Dimensions	212 × 100 (m×m)
Surface	2.12 ha
Culture	Pêcher
Ecartement	4×4 m
Besoins de pointe	124.62 mm (juillet)
Espacement des gouteurs	2m
Nombre des gouteurs pour un arbre	2
Débit nominale d'un goutteur	4 L/h
Pression nominale	10 m.c.e

VII.3.2) Calcul des besoins en eau des cultures:

a. Influence du taux de couverture du sol :

Lors de l'utilisation de la technique d'irrigation localisée, on ne va pas irriguer la totalité de la surface de la parcelle, les apports d'eau sont destinés à irriguer une portion faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc 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) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85} \dots\dots\dots (\text{VII.17})$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs \dots\dots\dots (\text{VII.19})$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60%, les résultats selon les 3 formules varient entre 0.71 et 0.80.

On prend un coefficient $Kr = 0.80$ avec des besoins maximales de 124.62mm en juillet

b. Les besoins journalières :

Les besoins journalières sont calculés comme suit :

$$B_j = \frac{\text{besoins mensuelles}}{\text{nombre de jours du mois}}$$

Donc $B_j = 124.62/31 = 4.02 \text{ mm/j}$.

En tenant compte de K_r , on utilise cette formule pour obtenir les besoins journalières :

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

$$B_{jl} = 4.154 \times 0.8 = \mathbf{3.32 \text{ mm/j}}$$

c. Calcul de la dose nette :

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

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

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 (1500 mm)

D_a : Densité apparente 1.4

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P \% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots (\text{VII.22})$$

Avec :

P : pourcentage du sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs.

$$P\% = \frac{2 \times 2 \times 1}{4 \times 4} = 25 \%$$

Donc :

$$D_p = (25 - 15) \times \frac{2}{3} \times 1500 \times 1.4 \times 0.25 = 35 \text{ mm}$$

d. Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p}{C_u \times E_{ff}} \dots\dots\dots (\text{VII.23})$$

Avec :

C_u : coefficient d'uniformité égal a 90%

E_{ff} : efficience du réseau d'irrigation qui est egal a 90%

D'où :

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

e. 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 :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots (\text{VII.24})$$

$$F_r = \frac{35}{3.32} = 10.5 \text{ jours}$$

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

$$D_r = 10 \times 3.32 = 33.2 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{VII.25})$$

La nouvelle dose brute est égale a :

$$D_{brute} = \frac{33.2}{0.9 \times 0.9} = 41 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{VII.26})$$

f. La durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots (\text{VII.27})$$

Avec :

S_d : Espacement entre les distributeurs.

S_r : Espacement entre les rangs.

n : le nombre des goutteurs.

Q_g: Débit des goutteurs.

$$\theta = \frac{41 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 41 \text{ heures}$$

g. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r} \dots\dots\dots (\text{VII.28})$$

$$D_j = \frac{41}{10} = 4.1 \text{ heures/jours}$$

h. Nombre de postes :

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{4.1} = 5.37 \text{ postes} \dots\dots\dots (\text{VII.29})$$

On prend 5 postes

i. La surface du poste :

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{2.12}{5} = 0.424 \text{ ha} \dots\dots\dots (\text{VII.30})$$

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

VII.3.3) Calculs hydrauliques:

➤ **Conditions hydrauliques de base :**

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

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

La variation maximale de la pression :

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

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant.

H : la pression dans la rampe en m.c.e

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

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

$$\Delta H (\max) = \frac{0.1 \times 10}{0.5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

➤ **Le débit :**

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

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

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 est de : 50 m

La longueur de la porte rampe est de : 212 m

➤ **Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{arbres/rampe} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{50}{4} = 12 \text{ arbres} \dots\dots\dots \text{(VII.35)}$$

➤ **Le nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 12 \times 2 = 24 \text{ goutteurs} \dots\dots\dots \text{(VII.36)}$$

➤ **Le nombre des rampes :**

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{212}{4} \times 2 = 106 \text{ rampes} \dots\dots\dots \text{(VII.37)}$$

➤ **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.

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

$$Q_r = 4 \times 24 = 96 \text{ l/h}$$

➤ **Débit de la porte rampe :**

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

$$Q_{pr} = 96 \times 106 = \mathbf{10176 \text{ l/h}}$$

VII.3.4) Dimensionnement des canalisations du réseau :

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en PEBD ou bien en PEHD, avec une pression nominale PN4 ou bien PN6.

➤ **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).

Le diamètre de porte rampe est calculé d'après la formule suivante :

$$\varnothing_{pr} = \left[\frac{P.d.c (pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VII.40)}$$

Avec :

- Pdc (pr) : la perte de charge dans la porte rampe.
- Q (pr) : le débit de la porte rampe en l/h.
- L (pr) : la longueur de porte rampe en m.
- \varnothing_{pr} : 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

➤ **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 est calculé d'après les formules suivantes :

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

Avec :

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

VII.3.4.1) Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un $D = 16$ mm, Perte de charge selon hazen-williams.

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{(VII.42)}$$

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (l/h)

D : diamètre intérieur de canalisation.

VII.3.4.2) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge :

a) Calcul du diamètre :

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

$$\varnothing r(cal) = 8.15 \text{ mm.}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

$$C_w=140 \text{ PEBD, } L= 50 \text{ m, } D=0.016 \text{ m, } Q= 96 \text{ l/h} = 2.67 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta H_{\text{Rampe}} = 0.11 \text{ m}$$

La valeur de la perte de charge est inférieure à 1.2 m.c.e (hr max) et remarque que la perte de charge ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.3.5) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge :**a) Calcul du diamètre :**

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

$$\varnothing_{pr} = 71.27 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé 75 mm

b) Vérification de la perte de charge :

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

$$C_w = 140 \text{ PEBD}, L = 212 \text{ m}, D = 0.075 \text{ m}, Q = 10176 \text{ l/h} = 2.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta H_{\text{Porte rampe}} = 1.38 \text{ m}$$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.49 m, sont inférieures à 1.8 m donc ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

VII.3.6) Calcul du diamètre de la conduite tertiaire :

Le dimensionnement de la conduite tertiaire est fait par la méthode de vitesse admissible qui est 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \dots\dots\dots \text{(VII.43)}$$

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s)

on aura :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.00282}{\pi \times 1.05}} = 58 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre normalisé 75 mm.

Pour le calcul de la perte de charge dans cette conduite on applique la formule de Lechapt et Calmon :

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

On obtient : $H_p = 5 \text{ m}$

VII.3.7) La pression d'eau a la borne de distribution :

La pression d'eau nécessaire pour le fonctionnement de ce système 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).

A partir des calculs précédentes on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation et le goutteur le plus défavorable.

$$P(m) = 10 + 1.49 + 5 = 16.49 \text{ m} \dots\dots\dots \text{(VII.44)}$$

La pression d'eau au niveau de la borne d'irrigation est suffisante pour le fonctionnement de ce système.

VII.4) Conclusion :

A travers ce chapitre, on a dimensionné le réseau d'irrigation à la parcelle, avec deux systèmes d'irrigation : l'aspersion et le goutte à goutte, à l'intermédiaire d'une parcelle type.

Le réseau d'irrigation par aspersion exige de prendre en considération certains paramètres comme la perméabilité du sol et la vitesse du vent. Après avoir choisi le blé comme culture, on a dimensionné le réseau d'irrigation par aspersion.

L'irrigation localisée est un très bon système d'irrigation qui aide à réduire les pertes d'eau et de d'énergie. Le dimensionnement de ce réseau est fait avec une parcelle de pécher.

Chapitre VIII

CALCUL TECHNIQUE - ECONOMIQUE

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

VIII.1) Introduction :

Après avoir terminé les différentes étapes de l'étude, il est important de mener une étude pour estimer le coût du projet dans toutes ses parties, y compris les travaux, la préparation et le coût des différentes commodités nécessaires à la réalisation du projet.

VIII.2) Exécution des travaux de pose de canalisation :

VIII.2.1) Exécution des tranchées

Cette opération est faite mécaniquement (par une pelle mécanique), et les dimensions des tranchées dépendent du diamètre de la conduite dans chaque tronçon.

VIII.2.2) Pose de lit de sable :

Le rôle de lit de sable est de répartir uniformément les charges sur la zone d'appui, il est important de suivre les opérations suivantes avant de poser la conduite :

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée ;
- Respecter les côtes du profil en long ;
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée ;

VIII.2.3) Remblayage des tranchées

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite. Pour cela on utilise le remblai résultant de l'excavation.

VIII.2.4) Nivellement et compactage

Après le remblayage, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage du sol pour augmenter sa densité et éviter le tassement du sol.

VIII.3) Volume des travaux du réseau d'irrigation :

➤ profondeur de la tranchée :

La profondeur de la tranchée doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, et la prévention des contacts avec les autres conduites.

$$H_{tr} = e + d + h \quad (\text{m}) \quad \dots \quad (\text{VIII.1})$$

Avec :

H_{tr} : Profondeur de la tranchée.

e: hauteur du lit de pose.

d: diamètre de la conduite.

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

➤ **Largeur du fond de la tranchée**

Pour la largeur de la tranchée on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

Donc la largeur est calculée comme suit :

$$B = d + 0.6 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.2)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

➤ **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

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

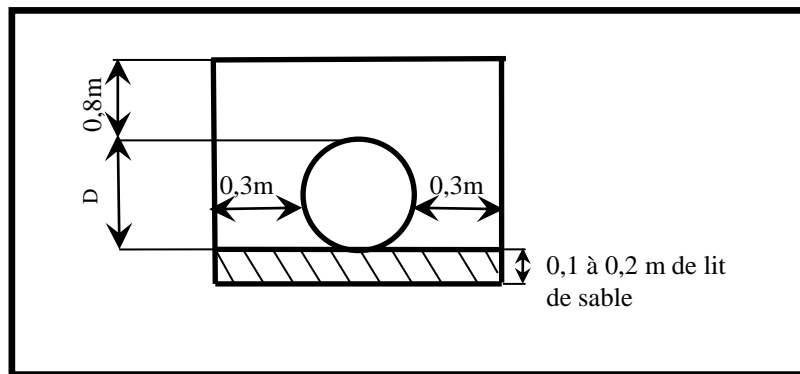
V_d : Volume du déblai (m3)

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).



FigureVIII. 2: Schéma d'une tranchée.

➤ **Volume de remblai**

Ce volume est calculé comme suit :

$$V_{remblai} = V_{déblai} - \left(\frac{\pi}{4} D^2 \times L\right) - V_{sable} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.4)}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite.

L : longueur de la conduite.

VIII.4) Evaluation du cout de projet :**VIII.4.1) Coût des conduites de distribution :**

Le tableau suivant représente les quantités et le prix unitaire et totale des conduites :

Tableau VIII. 4: coût des conduites.

Conduite	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
125	ml	690.1	738.43	509590.543
200	ml	378.2	1892.38	715698.116
250	ml	2467.8	2937.81	7249927.52
315	ml	1870.8	4684.62	8763987.1
400	ml	897.8	14910.06	13386251.9
500	ml	1281.5	17885.15	22919819.7
600	ml	1246	22831.78	28448397.9
700	ml	2792	27777.32	77554277.4
800	ml	832.5	31722.86	26409281
900	ml	1454.9	35668.4	51893955.2
1000	ml	826.6	39613.94	32744882.8
1200	ml	4460.5	53864.35	240261933
			Total	510 858 002,00

VIII.4.2) Coût Des travaux d'excavation :

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau VIII.2: calcul des différents volumes.

Conduite	Longueur	Largeur	Hauteur	V déblai	V sable	V remblai
125	690.1	0.725	1.025	512.831	50.032	454.330
200	378.2	0.800	1.100	332.816	30.256	290.678
250	2467.8	0.850	1.150	2412.275	209.763	2081.374
315	1870.8	0.915	1.215	2079.815	171.178	1762.843
400	897.8	1.000	1.300	1167.140	89.780	964.539
500	1281.5	1.100	1.400	1973.510	140.965	1580.923
600	1246.0	1.200	1.500	2242.800	149.520	1740.982
700	2792.0	1.300	1.600	5807.360	362.960	4369.912

Conduite	Longueur	Largeur	Hauteur	V déblai	V sable	V remblai
800	832.5	1.400	1.700	1981.350	116.550	1446.340
900	1454.9	1.500	1.800	3928.230	218.235	2784.428
1000	826.6	1.600	1.900	2512.864	132.256	1731.398
1200	4460.5	1.800	2.100	16860.690	802.890	11013.093
Somme				41811.680	2474.385	30220.840

Le coût des travaux de terrassement est représenté dans le tableau suivant :

Tableau VIII.3: coût des travaux de terrassement.

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	m ³	41811.680	250	10452920
Lit de sable	m ³	2474.385	1000	2474385
Remblai	m ³	30220.840	150	4533126
			Total	17 460 431,00

VIII.4.3) Coût du réservoir :

Tableau VIII. 4: Estimation du cout du réservoir.

Désignation	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Réservoir 10000 m ³	U	1	138 035 000 ,00	138 035 000 ,00
			Total	138 035 000 ,00

VIII.4.4) Devis estimatif du projet :

Tableau VIII.5 : Devis estimatif du projet.

Travaux	Montant (DA)
Travaux de terrassement	17 460 431 ,00
Réservoir	138 035 000 ,00
Conduites	510 858 002 ,00
Total (HT)	666 353 433 ,00
T.V.A (19%)	126 607 152 ,27
Total	792 960 585 ,27

VIII.5) conclusion :

A travers ce chapitre, on a vu les détails des travaux de terrassement et pose de canalisation, et on a estimé le volume des travaux ainsi que le devis estimatif du projet.

Le coût du projet est relativement moyen, il est de 792 960 585 DA (666 689 DA par ha) , mais il aura des bénéfices importants sur le marché agricole et l'économie nationale en générale.

CONCLUSION GENERALE

Au cours de cette étude, on a pu établir les différentes étapes pour l'aménagement hydro-agricole des plaines Sétifiennes (secteur 4), dans le but de soutenir l'activité agricole et la création de richesse agricole dans la région.

L'étude comprenait la totalité du secteur 4 qui occupe une superficie de 1189.4 ha, qui se situe à Sétif, la zone d'étude est caractérisée par un climat semi aride avec une saison humide et une saison sèche.

Le périmètre est alimenté en eau par le barrage de Mahouane, qui a une qualité d'eau appropriée à l'irrigation avec une altitude qui assure un écoulement gravitaire sans utilisation de pompage.

Le réseau d'irrigation est dimensionné en se basant sur une étude estimative des besoins en eau des cultures, et il est fait de manière à assurer un débit et une pression suffisants, avec des conduites en PEHD et en fonte, qui acheminent l'eau vers les 29 bornes d'irrigation.

Les techniques d'irrigation suggérées sont : l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée, un exemple a été étudié pour chacune des techniques avec une parcelle type.

Le projet aura des résultats positifs et des impacts clairs sur le marché agricole et l'amélioration des conditions sociales de la population.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1] Bulletin N°33 FAO Calcul des besoins en eau des cultures.

[2] B. TOUAIBIA. (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).

[3] MESSAHEL MEKKI ,1988 : irrigation au goutte à goutte (régime d'irrigation),
Edition O.P.U Alger .P 89

[4] CLEMENT et GALAND ; 1979

Annexes

Annexe 1


	Classes CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				
	C1 0 - 250	C2 250 - 750	C3 750-2250	C4 2250 - 5000	C5 5000 - 10000
S1 0 - 10	C1S1	C2S1	C3S1	C4S1	C5S1
S2 10 - 18	C1S2	C2S2	C3S2	C4S2	C5S2
S3 18 - 26	C1S3	C2S3	C3S3	C4S3	C5S3
S4 > 26	C1S4	C2S4	C3S4	C4S4	C5S4

Source: (CLEMANT et GALAND, 1979).

Annexe 2

Interprétation des Classes	
	Eau présentant une bonne qualité pour l'irrigation, utilisable avec précautions pour les plantes sensibles.
	Eau de qualité bonne à moyenne a utilisé avec précaution pour les sols mal drainés et pour les plantes sensibles
	Qualité moyenne à médiocre a utilisé avec précaution ; nécessite un drainage avec des doses de lessivage et/ou apport de gypse.
	Eau de qualité médiocre à mauvaise, utilisée avec précaution pour les sols lourds et les plantes sensibles, l'emploi pour les sols légers et bien drainés nécessite une dose de lessivage et/ou apport de gypse.
	Eau de qualité très mauvaise utilisée que pour les sols légers et bien drainés et pour les plantes résistantes avec nécessité de doses de lessivages et/ou apport de gypse.
	Qualité très mauvaise a n'utilisé que pour les circonstances exceptionnelles.
	Eau déconseillée pour l'irrigation.

Annexe 3



**Caractéristiques de
l'asperseur circulaire
PERROT ZF 30**

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

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

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

Annexe 4

Réf é re nce	Désignation	Diamètre	Epaisseur	Qualité	Pression	Prix HT	Prix TTC
		Ext en MM	e n 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

Annexe 5

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