

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

Aménagement hydro-agricole des plaines Sétifiennes
(Secteur 1) à partir du barrage de MAHOUANE wilaya de
Sétif

PRESENTE PAR

Mlle ZEFIZEF Rayane

Devant les membres de jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M^{me} : MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Membre
M^{me} : SAADOUNE Samra	M.C.B	Membre
M^r : KOLAIA Djaffar	Assistant	Membre
M^r : BENKACI Tarik	M.A.B	Promoteur

Septembre - 2016

Dédicace

Du fond du cœur, je dédie cette thèse en signe d'amour, de respect et de reconnaissance:

A mes chers parents Djahid et Ouarda

Pour leur soutien, patience et leurs sacrifices durant mes études et durant ce projet. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que dieu le tout puissant, vous préserve, vous accorde santé, bonheur et vous protège de tout mal.

A mon cher frère Mohamed Sadek

Je prie dieu le tout puissant, pour qu'il te protège et te donne tout le bonheur, succès et la réussite dans tes études.

A mes chères et adorables sœurs Imen et Sarah

Je prie dieu pour qu'il vous donne bonheur, prospérité et réussite.

A mes chers grands parents Saadoune, Mouni et Azzedine

Que ce modeste travail soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que dieu vous préserve santé et longue vie.

A la mémoire de ma grand-mère Aicha

J'aurais tant aimé que tu sois présente.

A mes adorables cousines Lyna et Doria

Que je considère comme des sœurs pour moi, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon affection la plus sincère.

A mes amis de toujours Djebbour Youcef, Kachir Asma, Akeb Schahrazed,

Sahbi Meriem, Ziad Affaf, Toudja Asma...

En souvenir de notre sincère amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

A toute la famille ZEFIZEF et REDJAH et a tous ceux que j'ai omis de citer.

Remerciement

Au terme de cette étude, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier en premier lieu dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, les moyens et les personnes qui m'ont aidé à l'élaboration de ce modeste travail.

Je tiens à présenter ma reconnaissance et mes remerciements à mon encadreur monsieur **Ali Tarek BENKACI**, pour le temps consacré à la lecture, les conseils et l'orientation qui ont rythmé les différentes étapes de mon mémoire. Je le remercie aussi pour sa sympathie et sa disponibilité à encadrer ce travail à travers ses critiques et ses propositions.

Je tiens à remercier du fond du cœur :

- Monsieur LEKEHEL Nouredine pour son aide, ses conseils, sa disponibilité et pour les détails nécessaires concernant le thème traité dans ce travail.
- Tous les membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'examiner et juger mon travail.
- Tous mes professeurs de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, pour le savoir qu'ils m'ont transmis durant mon parcours universitaire.
- Tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce projet.

ملخص :

الهدف من مذكرة تخرجي هو إجراء التغييرات اللازمة، وتطوير المنشآت الزراعية في سهول سطيف لري المنطقة المغلقة من مياه سد مھوان المتواجد بسطيف، هذا الأخير مدعوم من مياه سد اغيل أمدا المتواجد بحوالي 6 كم من منطقة بجاية. من خلال هذه الدراسة، نستنتج أن الري ضروري لتطوير الزراعة لأنه في بعض المناطق شبه القاحلة، هطول الأمطار غير كافية و غير المنتظمة، مما يعني إدخال تقنيات الري الحديثة مثل الرش و التقطير و ذلك لتحسين استخدام المياه و الحد من الخسائر.

Résumer :

L'objectif de mon mémoire de fin d'études est de réaliser les transformations nécessaires, et l'aménagement hydro-agricole des plaines Sétifiennes, afin d'irriguer la zone délimitée avec l'eau provenant du barrage de Mehouane et qui sera alimenté par l'eau provenant du barrage d'Ighil Emda.

De cette étude, il en sort que l'irrigation est indispensable pour développer l'agriculture car dans certaines zones semi arides, les précipitations sont insuffisantes et irrégulières, ce qui implique l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation telles que les systèmes gouttes a gouttes et l'aspersion, pour optimiser l'utilisation de l'eau par la plante et limiter les pertes.

Abstract :

The aim of my thesis is to make the necessary changes, and hydro-agricultural development of Setif plains to irrigate the area enclosed with water from the dam Mehouane and will be powered by water from the dam Ighil Emda.

In this study, it comes out that irrigation is essential to develop agriculture because in some semi-arid areas ; rainfall is insufficient and irregular, which implies the introduction of new irrigation techniques such as the system of drops and sprinkling drops, optimizing the use of water by plant and limit losses.

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction -----	3
I.1) Localisation et présentation de la zone d'étude -----	3
I.1.1) Situation géographique -----	3
I.1.2) Voies de communication -----	5
I.2) Réseau hydrographique -----	6
I.3) Géologie -----	7
I.3.1) les formations quaternaires -----	7
I.3.2) les formations mio-pliocènes -----	8
I.4) Conditions climatiques -----	8
I.5) Indices agro-météorologiques -----	12
I.5.1) Classification du climat selon l'indice de De Martone : -----	12
I.5.2) Classification du climat selon le diagramme d'Emberger -----	13
I.5.3) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen -----	14
I.6) Etude socio économique -----	15
I.6.1) population -----	15
Conclusion -----	18

Chapitre II : Ressources en sol

<i>Introduction</i> -----	19
II.1) Classification des sols -----	19
II.2) Caractéristiques morphologiques et analyse des sols -----	19
II.3) Caractéristiques physico-chimique des sols -----	25
II.3.1) Caractéristiques physiques -----	25
II.3.2) Caractéristiques chimiques -----	26

II.4) Etude foncière -----	28
II.5) Aptitudes culturales-----	29
II.5.1) Détermination des aptitudes culturales des sols -----	29
Conclusion -----	31

Chapitre III : Ressources en eau

Introduction -----	32
III.1) Alimentation en eau du périmètre : le barrage de Mahouane-----	32
III.2) Description du système de transfert -----	32
<i>III.3) Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Mahouane -----</i>	<i>33</i>
III.3.1) Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage -----	35
III.3.2) classification des eaux pour l'irrigation -----	35
<i>III.3.3) Composition chimique de l'eau d'irrigation-----</i>	<i>37</i>
III.4) Etude hydrologique -----	39
III.4.1) Choix de la station pluviométrique-----	39
III.4.2) Etude statistique des précipitations-----	41
III.4.3) Ajustement statistique des pluies -----	43
III.4.4) Détermination de l'année de calcul : -----	48
Conclusion -----	50

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Introduction -----	51
IV.1) Occupation du périmètre : les cultures envisageables -----	51
IV.1.1) situation actuelle -----	51
IV.1.2) Situation future -----	52
IV.2) Besoins en eau du périmètre -----	57
IV.2.1) L'évapotranspiration -----	57
IV.2.2) Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence (ETP ou ET0)-----	58
IV.3) Calcul de la pluie efficace -----	60

IV.4) Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures -----	60
IV.5) Estimation des besoins en eau des cultures -----	61
IV.6) Calcul des besoins en eau des assolements -----	68
IV.6.1) Calcul des débits spécifiques -----	69
IV.6.2) Calcul du débit caractéristique -----	69
IV.7) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre -----	70
Conclusion -----	71

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Introduction -----	72
V.1) Présentation du périmètre des plaines Sétifiennes -----	72
V.2) Organisation du périmètre : plan de bornages -----	73
V.2.1) disposition des ilots d'irrigation -----	73
V.2.2) Taille maximum de l'ilot -----	73
V.2.3) Rôle et fonction de la borne d'irrigation -----	74
V.3) Calcul hydraulique des bornes -----	75
V.3.1) Choix du diamètre de la borne -----	76
V.4) Schéma d'aménagement hydro-agricole et variantes d'aménagement -----	79
V.5) Dimensionnement du réseau de distribution -----	80
V.6) Choix du matériau des conduites -----	81
V.6.1) Caractéristiques des canalisations -----	81
V.6.2) Choix du matériau -----	82
V.7) Points spéciaux d'une conduite -----	82
Conclusion -----	86

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Introduction -----	87
VI.1) Les techniques d'irrigation -----	87

VI.1.1) Irrigation de surface -----	87
VI.1.2) Irrigation par aspersion -----	88
VI.1.3) Irrigation localisée (Goutte a goutte) -----	89
VI.2) Choix de la technique d'arrosage -----	91
Conclusion -----	93

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Introduction -----	94
VII.1) Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion -----	94
VII.1.1) Données générales : -----	94
VII.1.2) Dimensionnement théorique-----	95
VII.1.3) Dimensionnement hydraulique des rampes -----	98
VII.1.4) Calcul de la pression en tête du réseau -----	100
VII.2) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte -----	100
VII.2.1) Données générales :-----	Erreur ! Signet non défini.
VII.2.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée-----	101
VII.2.3) Calculs hydrauliques -----	105
VII.2.4) Dimensionnement des canalisations du réseau -----	108
VII.2.5) Vérification des pertes de charges -----	109
VII.2.6) Calcul du diamètre de la rampe et vérification de la perte de charge-----	110
VII.2.7) Calcul du diamètre du porte rampe et vérification de la perte de charge-----	110
VII.3.8) Calcul du diamètre de la conduite tertiaire-----	111
VII.2.9) La pression d'eau a la borne de distribution -----	112
Conclusion -----	113

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Introduction -----	114
VIII.1 Les différents travaux à entreprendre -----	114
VIII.1.1) Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution -----	114

VIII.1.2	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution -----	115
VIII.2	Evaluation du cout de projet-----	117
VIII.3)	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution -----	117
VIII.3.1)	Calcul du volume de déblai -----	117
VIII.3.2)	<i>Calcul du volume du lit de sable</i> -----	118
VIII.3.3)	Calcul du volume de remblai-----	118
VIII.4)	Estimation du cout du projet-----	119
VIII.4.1)	Estimation du cout de pose de canalisation -----	119
VIII.4.2)	Estimation du cout du réseau de distribution -----	119
VIII.4.3)	Estimation du cout du réservoir-----	120
VIII.5)	Devis estimatif du projet-----	121
VIII.6)	Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé -----	121
	Conclusion -----	122
	Conclusion générale -----	123

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I. 1: Précipitations mensuelles de la station de Sétif.-----	8
Tableau I. 2: Données de températures recueillis dans la station de Sétif en °C. -----	9
Tableau I. 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %. -----	10
Tableau I. 4: La vitesse du vent en m/s. -----	10
Tableau I. 5: Nombre de jours de sirocco durant l'année. -----	10
Tableau I. 6: Nombre moyen de jours de gelée blanche. -----	11
Tableau I. 7: Moyenne mensuelle de l'insolation. -----	11
Tableau I. 8: Caractéristiques climatiques. -----	12
Tableau I. 9: Répartition en tranche d'âge et par sexe de la population de la wilaya de Sétif.---	16

Chapitre II : Ressources en sol

Tableau II. 1: Résultat analytique du profil 1. -----	21
Tableau II. 2: Résultat analytique du profil 2. -----	24
Tableau II. 3: Distribution du foncier a la zone d'étude par classes.-----	28
Tableau II. 4: Les aptitudes culturales associées à chaque zone.-----	30

Chapitre III : Ressources en eau

Tableau III. 1: Fiche synoptique du barrage de MAHOUANE.-----	33
Tableau III. 2: Classe des eaux en fonction de la conductivité électrique. -----	36
Tableau III. 3: Composition chimique de l'eau du barrage. -----	37
Tableau III. 4: Caractéristiques de la station pluviométrique. -----	39
Tableau III. 5: Pluie moyenne mensuelle observé de la station de FERMATO.-----	40
Tableau III. 6: Test de Wilcoxon de la station de FERMATO. -----	42
Tableau III. 7: Ajustement a la loi normale. -----	44
Tableau III. 8: Ajustement a la loi log normale. -----	46
Tableau III. 9: Test de validité de l'ajustement.-----	47
Tableau III. 10: Année de calcul. -----	49

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Tableau IV. 1: Occupation agricole actuelle. -----	52
Tableau IV. 2: Gamme de cultures proposées à la zone d'étude.-----	53
Tableau IV. 3: Les assolements proposés.-----	54
Tableau IV. 4: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux.-----	55
Tableau IV. 5: Calcul de l'évapotranspiration.-----	59
Tableau IV. 6: Estimation des besoins en eau de l'orge en vert. -----	61
Tableau IV. 7: Estimation des besoins en eau de l'haricot. -----	61
Tableau IV. 8: Estimation des besoins en eau des petits pois.-----	62
Tableau IV. 9: Estimation des besoins en eau du concombre.-----	62
Tableau IV. 10: Estimation des besoins en eau du blé et de l'avoine. -----	63
Tableau IV. 11: Estimation des besoins en eau de l'oignon et de l'ail. -----	63
Tableau IV. 12: Estimation des besoins en eau de la tomate.-----	64
Tableau IV. 13: Estimation des besoins en eau de la pomme de terre (AS). -----	64
Tableau IV. 14: Estimation des besoins en eau de la pomme de terre saison. -----	65
Tableau IV. 15: Estimation des besoins en eau des choux. -----	65
Tableau IV. 16: Estimation des besoins en eau des carottes. -----	66
Tableau IV. 17: Estimation des besoins en eau de l'olivier. -----	66
Tableau IV. 18: Estimation des besoins en eau du pêcher. -----	67
Tableau IV. 19: Estimation des besoins en eau du pommier.-----	67
Tableau IV. 20: Besoin en eau de l'assolement 1. -----	68
Tableau IV. 21: Besoin en eau de l'assolement 2. -----	68
Tableau IV. 22: Les besoins totaux du périmètre.-----	70

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Tableau V. 1: Superficie des différents secteurs du périmètre.-----	73
Tableau V. 2: Choix du diamètre de la borne. -----	76
Tableau V. 3: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes. -----	76
Tableau V. 4: Les paramètres de perte de charge.-----	81
Tableau V. 5: Résultat de calcul (Vitesse, Perte de charge, Pression).-----	83

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Tableau VI. 1: Analyse multicritère du choix de la technique d'irrigation.-----	92
---	----

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

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

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII. 1: Calcul du volume du déblai. -----	118
Tableau VIII. 2: Calcul du volume du lit de sable.-----	118
Tableau VIII. 3: Calcul du volume de remblai.-----	119
Tableau VIII. 4: Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction.-----	119
Tableau VIII. 5: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution. -----	120
Tableau VIII. 6: Estimation du cout du réservoir.-----	120
Tableau VIII. 7: Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion. -----	121
Tableau VIII. 8: Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé. -----	121

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I. 1: Plan de situation de la wilaya de Sétif. -----	4
Figure I. 2: Plan de situation de la zone de projet (Source O.N.I.D).-----	5
Figure I. 3: Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (Source O.N.I.D)-----	7
Figure I. 4: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER. -----	14
Figure I. 5: Climogramme pluviométrique de Gausсен.-----	15
Figure I. 6: Pyramide des âges de la wilaya de Sétif (Source O.N.I.D). -----	17

Chapitre III : Ressources en eau

Figure III. 1: Barrage de MAHOUANE. -----	34
Figure III. 2: Conduites de distribution pour l'irrigation.-----	35
Figure III. 3: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation. -----	38
Figure III. 4: Ajustement a la loi normale. -----	45
Figure III. 5: Ajustement a la loi Log normale.-----	47

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Figure V. 1: Exemple de borne avec des sorties multiples. -----	75
---	----

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Figure 1: Schéma d'une tranchée.-----	116
---------------------------------------	-----

Liste des planches

Planche 1: Plan synoptique du secteur 1 Mezloug W.Sétif.

Planche 2: Plan d'adduction du secteur 1 Mezloug W.Sétif.

Planche 3: Levé topographique du secteur 1 Mezloug W.Sétif.

Planche 4: Plan d'un réseau d'aspersion (îlot 14 parcelle 3).

Planche 5: Profil en long de la conduite principale.



Introduction générale

Introduction générale

L'agriculture, une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'était développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de « vaches maigres ».

Aujourd'hui, la sécheresse qui a commencé à sévir depuis plusieurs décennies (Les années 80) et une pluviométrie capricieuse rendent le problème de l'eau particulièrement difficile.

En effet, les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

La situation de l'agriculture en Algérie reste très délicate, la production agricole est étroitement liée à l'intensification de l'agriculture qui ne peut se faire qu'à partir des systèmes d'irrigation modernes.

Une grande partie de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures sensibles ou délicates. Le développement de l'agriculture est encore loin et va dépendre de la réalisation d'infrastructures hydrauliques, du renouvellement des populations agricoles et de la gestion des secteurs agricoles.

Le développement nécessite la mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau de toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau (barrages, réseaux d'irrigation et l'épuration des eaux usées...).

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

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

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

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

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction

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

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

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

I.1) Localisation et présentation de la zone d'étude

I.1.1) SITUATION GEOGRAPHIQUE

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

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

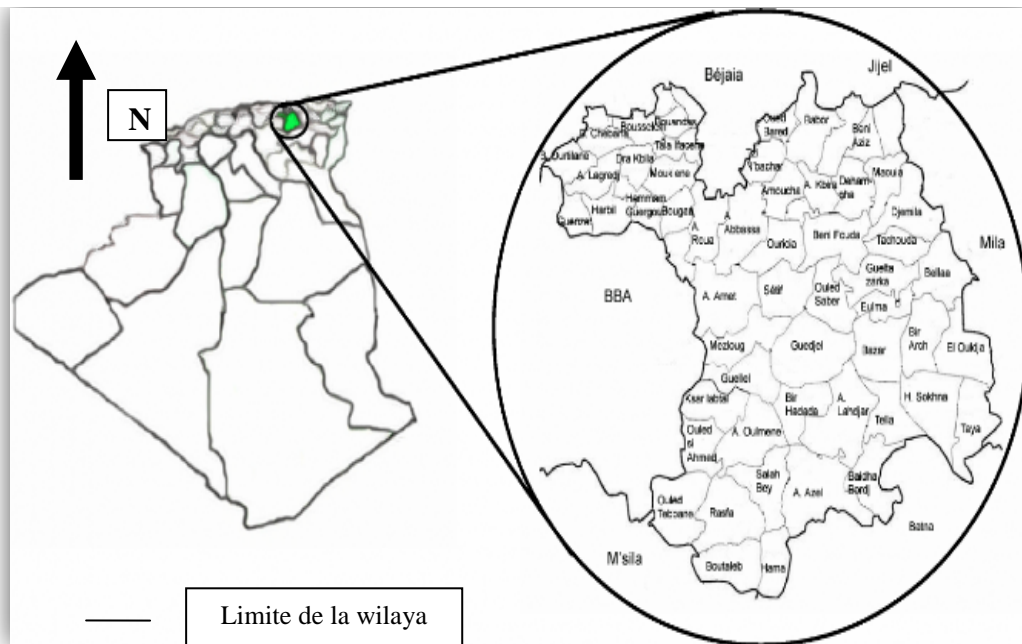


Figure I. 1: Carte de situation de la wilaya de Sétif (source ONID).

Echelle : 1/ 1 000 000 éme

La zone d'étude occupe une superficie de 15 000 ha, Nous avons distingué deux plaines : La plaine de Mezcloug est entièrement située dans la wilaya de Sétif. Cette plaine est à plus de 1000 mètres d'altitude et à 300 Km à l'Est d'Alger.

Elle est limitée :

- À l'Est par Ain Arnat – Mezcloug
- À l'Ouest par Bir Kasdali
- 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 de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Cette plaine est limitée au Nord par les monts des Babors, à l'est par Ain Arnat Mezcloug.

L'irrigation des plaines se fera à partir du barrage de Mahouane, situé sur le cours supérieur de l'oued Bou Sellam et qui sera alimenté par le barrage d'Ighil Emda.

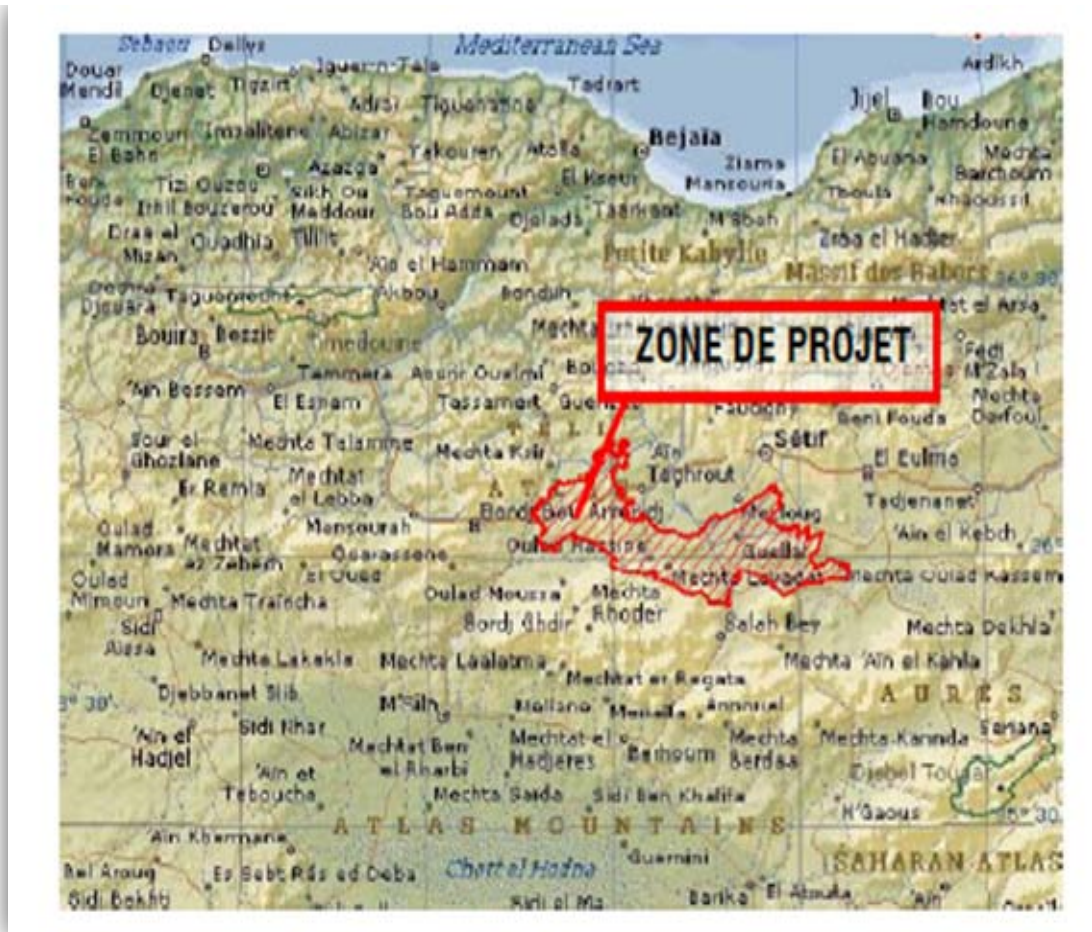


Figure I. 2: Plan de situation de la zone de projet (Source O.N.I.D).

Echelle : 1/1 000 000 éme

I.1.2) VOIES DE COMMUNICATION

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

I.2) Réseau hydrographique

La zone d'étude est traversée par un ensemble important d'oued. Les principaux oueds qui traversent la région étudiée et par zones sont les suivants :

1- Zone de Mezloug :

- Oued Bou Sellam

2- Zone intermédiaire :

- Oued Bou Sellam
- Oued Tixter

3- Zone de Ain Taghrout:

- Oued Ain Taghrout

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

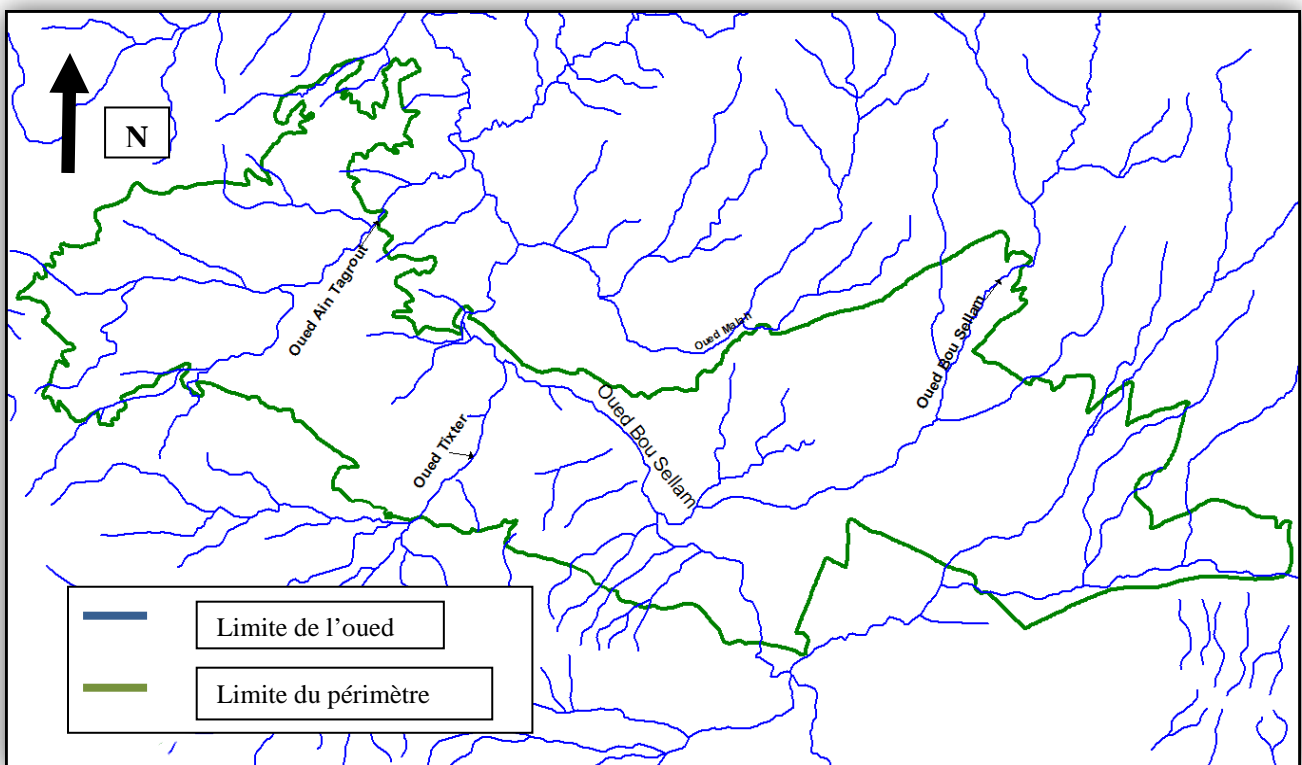


Figure I. 3: Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes (Source O.N.I.D)

Echelle : 1/ 500 000 ème

I.3) Géologie

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

I.3.1) LES FORMATIONS QUATERNAIRES

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

I.3.2) LES FORMATIONS MIO-PLIOCENES

- Mio-pliocène continental : sables, limons rougeâtres, cailloutis et conglomérats. C'est une puissante accumulation de cailloutis de limons rougeâtres argilo-sableux ou marno-calcaires qui correspond a des épandages fluviatiles dans un bassin dépendant de la dépression Sétifiienne.

I.4) Conditions climatiques

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

Dans un projet d'irrigation, outre les facteurs climatiques les plus déterminants tenant à la situation géographique du projet et à ses données de températures et de pluviométrie, d'humidité relative, d'évapotranspiration, d'intensité des vents et leur direction, ainsi que l'ensoleillement forment un ensemble d'éléments décisifs.

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

Pluviométrie

Le régime pluviométrique est irrégulier en quantité et en intensité, les vents froids d'hiver et de printemps provenant du nord et nord ouest influent sur les périodes de pluviosité et exercent une action sur la réserve hydrique du sol. Les pluies annuelles moyennes sont de 386 mm/an.

Les pluies mensuelles moyennes de la station de Sétif citées dans le tableau I.1, montrent d'appréciables quantités d'eau pouvant atteindre ou dépasser parfois le cumul saisonnier hivernal. On peut également constater que dès l'automne, les premières précipitations orageuses font leur apparition.

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

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

Source : O.N.I.D

Températures

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

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

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

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

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

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

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Min (°C)	0.4	1.1	3.2	5.5	9.2	13.5	16.9	16.7	13.9	9.1	4.5	1.3	7.9
Max (°C)	9.2	11.0	14.0	18.1	22.4	27.7	32.5	31.9	27.0	20.4	14.0	10.1	19.9
Moy (°C)	4.8	6.0	8.6	11.8	15.8	20.6	24.7	24.3	20.4	14.7	14.7	5.7	13.9

Source : O.N.M

min : moyenne de tous les minima

Max : moyenne de tous les maxima

Moy : moyenne mensuelle

Humidité relative

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

Tableau I. 3: Les valeurs de l'humidité relative de l'air en %.

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

Source : O.N.I.D

Vent

Les vents influent considérablement sur le l'évapotranspiration, de plus ils représentent un facteur important dans le cas de l'irrigation par aspersion.

Au cours de l'année, les vents dominants sont de direction Nord-Ouest. Les vents de direction Nord-est sont frais et chauds, et peuvent favoriser les maladies cryptogamiques. La moyenne annuelle de la force du vent est de 2.9m/s. La fréquence de la direction du vent est présentée dans le tableau suivant :

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

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

Source : O.N.I.D

Le sirocco

Le sirocco est fréquent dans la zone d'étude, il se manifeste de Mai à Septembre, ce vent sec et chaud peut causer des dégâts importants aux cultures en faisant augmenter la température et en asséchant le sol. Le nombre moyen de jours de sirocco est de 40.8 à Bir Kasd Ali et 15.8 à Sétif.

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

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

Source : O.N.I.D

La gelée

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

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

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

Tableau I. 6: Nombre moyen de jours de gelée blanche.

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

Source : O.N.I.D

Neiges

Sur les hautes plaines sétifiennes, les chutes de neige tombent pendant plusieurs jours de fin novembre à début Avril, soit 17 jours en moyenne par an. L'enneigement est important. Les quantités d'eau produites par la neige vont alimenter les nappes, principalement, celles de la terrasse alluviale.

La grêle

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

L'enseillement

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

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

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

Source : O.N.M

I.5) Indices agro-météorologiques

I.5.1) CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON L'INDICE DE DE MARTONE :

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

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

Avec :

I : indice d'aridité.

P : pluviométrie annuelle en mm

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

Donc :

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

$$I = 15.29$$

Les limites des zones climatiques d'après l'indice de « De Martonne » sont données dans le tableau suivant :

Tableau I. 8: Caractéristiques climatiques.

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
$I < 5$	Désertique
$5 < I < 10$	Très sec (aride)
$10 < I < 20$	Sec (semi aride)
$20 < I < 30$	Relativement humide (sub-humide)
$I > 30$	Humide

Source: Bulletin n°24 FAO.

Au vu des valeurs de l'indice d'aridité obtenues, à partir de la formule « De Martone », le périmètre des plaines Sétifiennes dont fait objet cette étude, se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride.

I.5.2) CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER

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

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

Avec :

Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

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

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

Pour :

- $p = 365.5 \text{ mm}$
- $M = 32.5 \text{ }^\circ\text{C}$

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

On a :

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

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

AN :

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

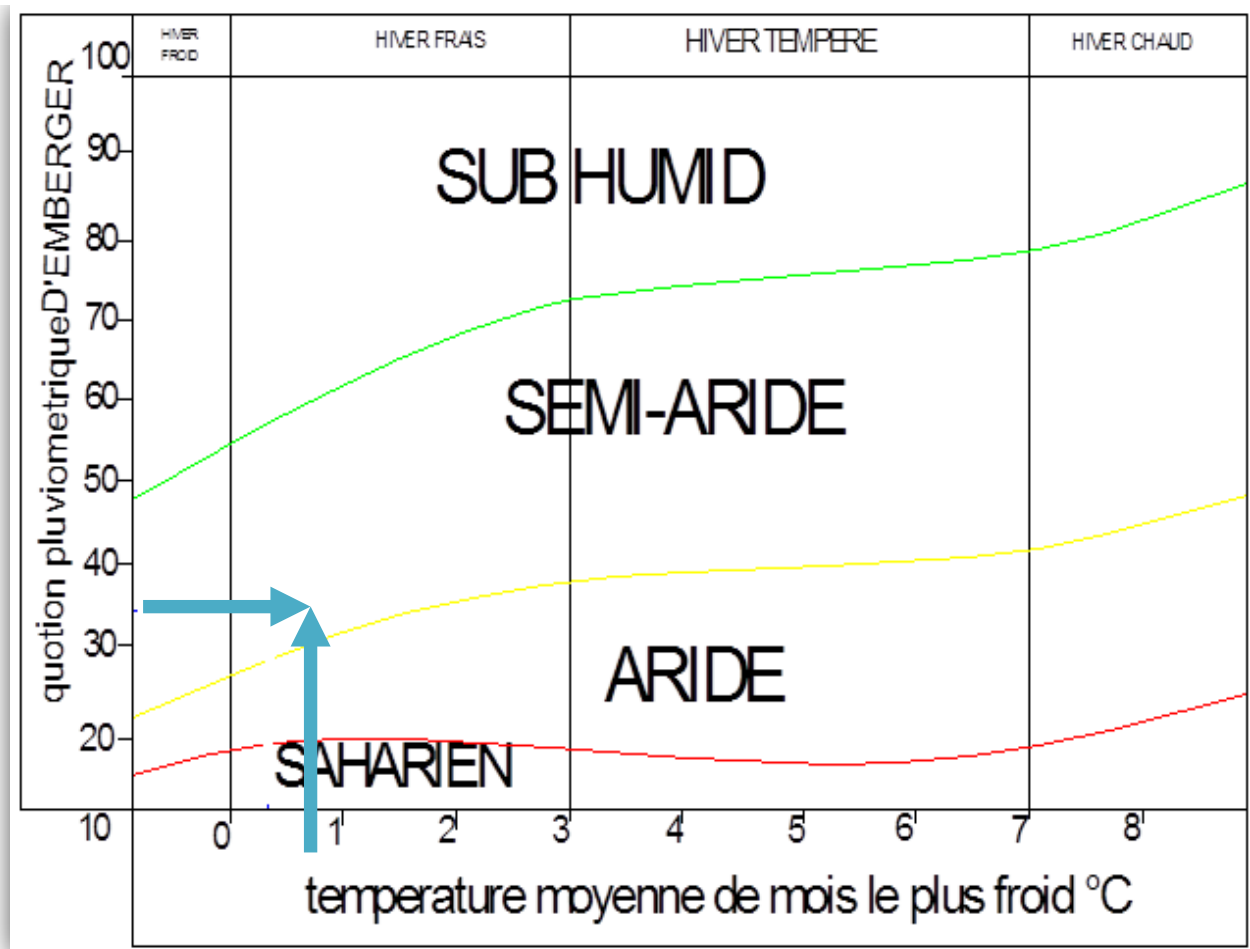


Figure I. 4: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

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

I.5.3) CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON L'INDICE DE BAGNOULS ET GAUSSEN

L'aridité est un phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible, Dans les régions dites arides, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (notée ETP).

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

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

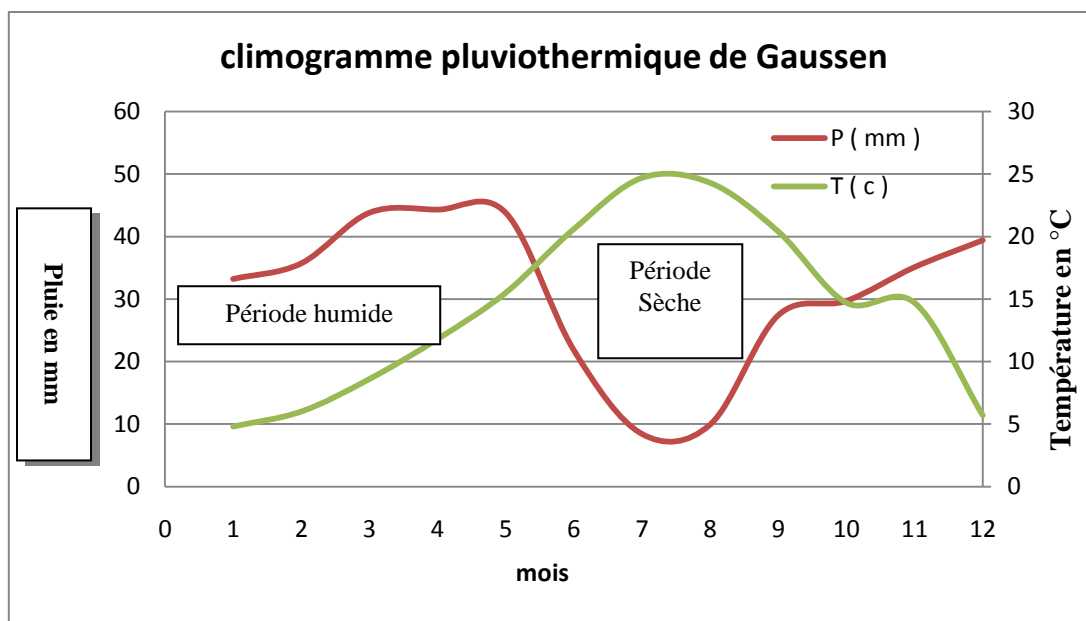


Figure I. 5: Climogramme pluviométrique de Gausson.

D'après BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois sec est un mois où les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne mensuelle ($P < 2T$).

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

I.6) Etude socio économique

I.6.1) POPULATION

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

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

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

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

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

Tableau I. 9: Répartition en tranche d'âge et par sexe de la population de la wilaya de Sétif.

Sexe Age	Masculin	Féminin	Ensemble	%
0-4 ans	68.832	67.761	136.593	9,14
5-9 ans	88.706	85.247	173.953	11,64
10-14 ans	107.253	103.165	210.418	14,08
15-19 ans	108.011	105.544	213.555	14,29
20-24 ans	79.786	76.683	156.469	10,47
25-29 ans	61.743	62.146	123.883	8,29
30-34 ans	49.979	50.150	100.129	6,70

35-39 ans	46.614	45.593	92.207	6,17
40-44 ans	38.714	37.653	76.367	5,11
45-49 ans	31.084	27.947	59.031	3,95
50-54 ans	15.031	15.455	30.486	2,04
55-59 ans	13.551	15.142	28.693	1,92
60 ans et plus	45.443	47.216	92.659	6,20
Ensemble	754.747	739.702	1494.449	100
%	50,50	49,50	100%	-

Source : APC.

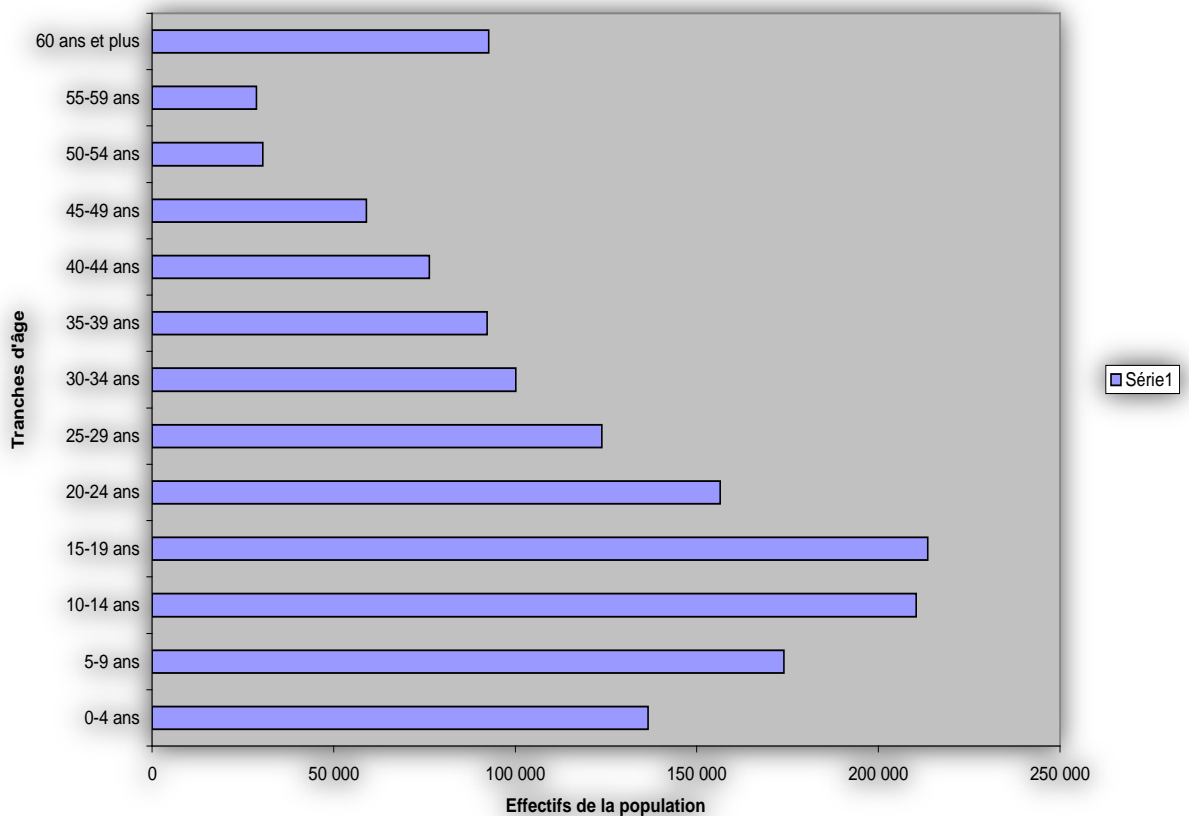


Figure I. 6: Pyramide des âges de la wilaya de Sétif (Source APC).

On remarque que la pyramide des âges est très large à la base ce qui indique une population jeune. Cette population constitue un volant de main d'œuvre important.

Conclusion

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

Les paramètres agro-météorologiques indiquent que notre zone est soumise à un régime pluviométrique semi-aride. Dans ce cas, l'introduction de l'irrigation s'avère utile pour l'intensification des cultures.

Chapitre II

Ressources en sol

Chapitre II : Ressources en sol

Introduction

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

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

II.1) Classification des sols

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

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

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

- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols calcimagnésiques (peu différenciés et différenciés)

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

II.2) Caractéristiques morphologiques et analyse des sols

A. Les sols peu évolués

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

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

Profil n°1

o 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.

o 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 radicules), réaction à l'HCL relativement importante.

Tableau II. 1: Résultat analytique du profil 1.

Profondeur (cm)	0-30	30-115
<u>Granulométrie :</u>		
Argile %	57	56
Limons fins%	28	28
Limons grossiers%	8	8
Sables fins%	3	3
Sables grossiers%	1	0
<u>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
<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

B. Les sols calcimagnésiques

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

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

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

Profil n°2

o Situation :

- Localisation : à 25 m de la route menant à ouled Boutara
- Coordonnées Lambert : X= 731.200 Y= 308.650 Z=900 m
- Site : bord de la parcelle
- Topographie : plane
- Géomorphologie : plaine
- Utilisation du sol : labouré
- Charge de surface : 20-25% de cailloux et graviers calcaires
- Drainage externe : nul
- Erosion : nulle

- Microrelief : plat
- Aptitude : bonne
- Roche mère : alluvions anciennes
- Classification : sols calcimagnésique, carbonatés, brun calcaire peu différencié, modal, sur alluvions anciennes, profond, texture limono –argileuse

○ **Description des horizons :**

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

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

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

Tableau II. 2: Résultat analytique du profil 2.

Profondeur	0-25	25-50	50-110>
<u>Granulométrie :</u>			
Argile %	34	51	50
Limons fins%	29	32	31
Limons grossiers%	16	5	6
Sables fins%	11	5	6
Sables grossiers%	6	4	3
<u>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
<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.3) Caractéristiques physico-chimique des sols

II.3.1) CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

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

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

- **La texture :**

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

Les analyses granulométriques ont montrées que les sols possèdent des textures fines à très fines en surface et en profondeur, pour atteindre des taux élevés (>40%).

C'est dans les sols peu évolués que le taux d'argile le plus élevé a été obtenu. Cependant, un nombre significatif d'échantillons possède des textures équilibrées.

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

- **La structure :**

La structure permet de préciser l'organisation des divers types de sols et les limites de certains horizons. Elle n'est pas une valeur constante : elle varie dans le temps avec les saisons, en fonction de l'humidité et sous l'effet de la culture. L'agent principal de la structure du sol est

l'eau. On parle de structure «stable» ou «instable» selon que le sol est résistant à l'eau et dont les agrégats se délitent ou pas en milieu humide.

Un ensemble de propriétés comme la perméabilité, la porosité et la cohésion sont étroitement liées à la structure.

- **Point de flétrissement et capacité de rétention :**

- a) **point de flétrissement :**

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

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

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

- 13 à 20 % pour les sols peu évolués avec une moyenne de 15 %.
- 13.5 à 20 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés avec une moyenne de 18%.

- b) **Capacité de rétention :**

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

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

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

- 22 à 28 % pour les sols peu évolués avec une moyenne de 26 %.
- 19 à 26 % pour les sols calcimagnésiques peu différenciés avec une moyenne de 24 %.

II.3.2) CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

- **Le PH :**

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

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

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

La capacité d'échange cationique (CEC), exprimée en meq/100g traduit la richesse du sol en éléments nutritifs. Les résultats analytiques donnent les valeurs assez intéressantes, entre 16 et 32 meq/100g, ce qui correspond à des sols moyennement riches en éléments nutritifs. Dans les horizons de surface, elle reste supérieure à 18 meq/100g. Cependant, les valeurs les plus fréquentes obtenues se situent entre 16 et 25 meq/100g.

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

II.4) Etude foncière

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

Tableau II. 3: Distribution du foncier a la zone d'étude par classes.

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

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

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

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

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

II.5) Aptitudes culturales

II.5.1) DETERMINATION DES APTITUDES CULTURALES DES SOLS

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

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

❖ CATEGORIE I

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

aptitudes en irrigation sont bonnes pour les cultures industrielles, céréalières et fourragères, bonnes pour les cultures maraîchères et les cultures arbustives.

❖ **CATEGORIE II**

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

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

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

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

Conclusion

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

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

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

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

Chapitre III

Ressources en eau

Chapitre III : Ressources en eau-Hydrologie

Introduction

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

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

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

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

III.1) Alimentation en eau du périmètre : le barrage de Mahouane

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

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

- Le système « Ouest », dont la finalité est d'alimenter en eau potable (AEP) et en eau brute destinée à l'irrigation des plaines sétifiennes sur 15800 ha.
- Le système « Est » dont la finalité est d'alimenter en eau potable (AEP) et en eau brute destinée à l'irrigation des plaines d'El Eulma sur 20000 ha.

III.2) Description du système de transfert

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

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

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

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

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

III.3) Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Mahouane

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

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

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

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

Cote des plus hautes eaux	NGA	1146,70
Volume régularisé	Mm ³	121

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



Figure III. 1: Barrage de MAHOUANE.

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

- La demande en eau pour l'alimentation en eau potable de la ville de Sétif, et pour l'irrigation des plaines sétifiennes.
- Les pertes par évaporation.
- Les pertes par infiltration.
- Les 10% des apports provenant du refoulement depuis le barrage d'Ighil Emda. Ces pertes correspondent aux pertes dus au refoulement.



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

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

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

III.3.1) QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION DES EAUX DU BARRAGE

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

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

III.3.2) CLASSIFICATION DES EAUX POUR L'IRRIGATION

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

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

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

➤ **Classification américaine :**

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

- **La Conductivité électrique (CE) :**

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

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

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

Classe	Conductivité électrique CE	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0.25$	Eau de risque faible (salinité)
C2	$0.25 < CE \leq 0.75$	Eau de risque moyen
C3	$0.75 < CE \leq 2.25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2.25$	Eau de risque très élevé

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

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

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

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

- S1 : S.A.R < 10

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

- S2 : $10 < S.A.R < 18$

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

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

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

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

III.3.3) COMPOSITION CHIMIQUE DE L'EAU D'IRRIGATION

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

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

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

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

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

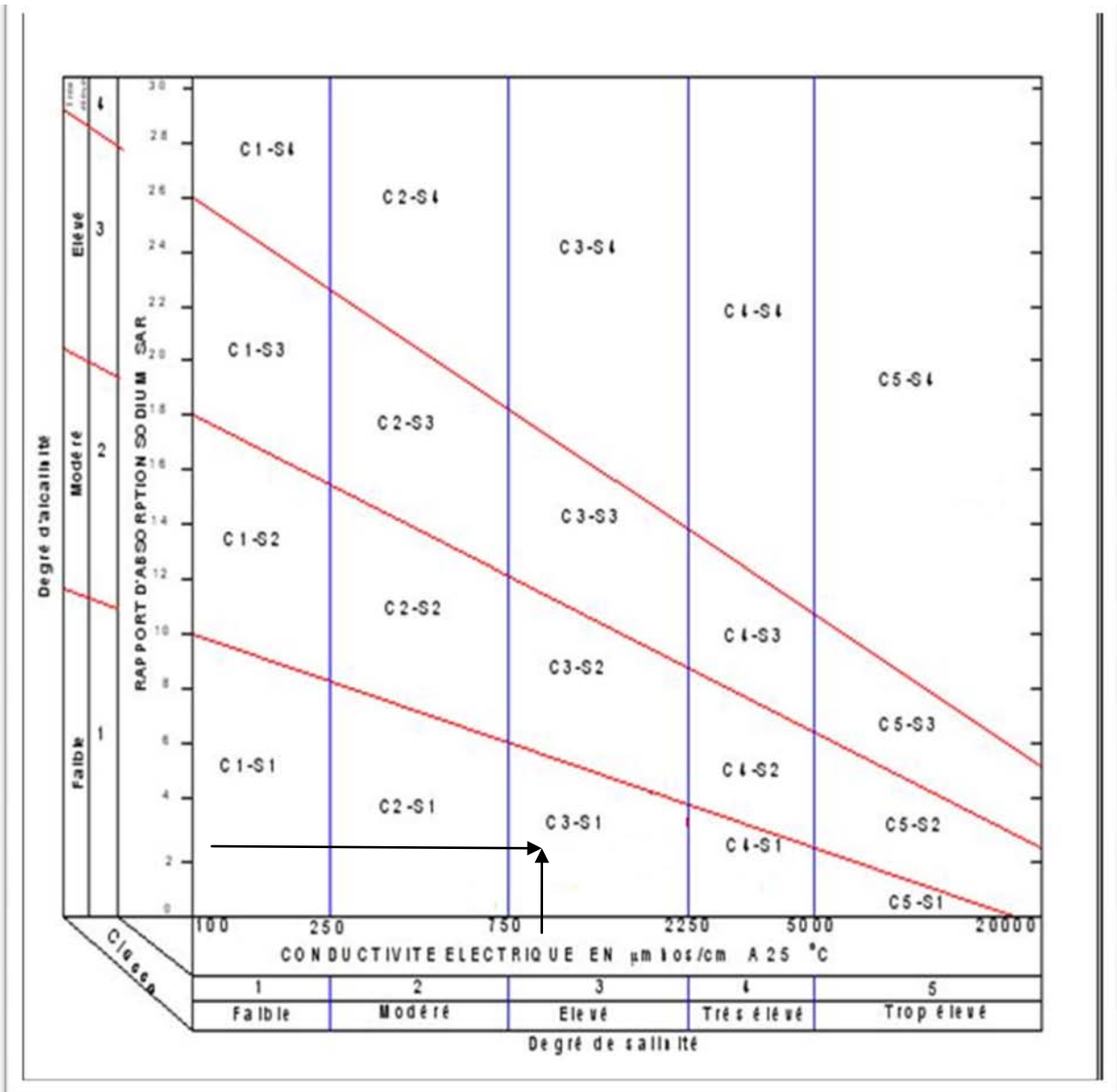


Figure III. 3: Diagramme (selon RIVERSIDE) de classification des eaux d'irrigation.

D'après les valeurs moyennes de la CE et du S.A.R des résultats d'analyse, l'eau du barrage de MAHOUANE est classée en C3 S1, avec une salinité qui fluctue entre moyenne et relativement forte.

III.4) Etude hydrologique

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

L'étude consiste a :

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

III.4.1) CHOIX DE LA STATION PLUVIOMETRIQUE

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

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

Tableau III. 4: Caractéristiques de la station pluviométrique.

La station pluviométrique	code	Coordonnées Lambert			altitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(Km)	Y(Km)	Z(Km)			
FERMATO	150610	742	328.6	1030	1030	1969/2010	41

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

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

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Tot
1969	61,9	170,4	20,3	90,5	41,2	18	65,8	25,6	29,6	5,4	5	0	533,7
1970	2,8	19	0	21,7	86,1	19,5	65,8	29,1	37,5	8,5	13,5	2	305,5
1971	20,6	18,4	45,4	25,8	133,2	15,5	32,8	65,9	42	26,5	2	1	429,1
1972	41,1	32,8	12,6	66,8	49,9	34,8	93,9	22,4	2	50	0	4,5	410,8
1973	34	17,6	3,1	20	2	47,1	52,6	24,5	26	14,4	3,2	0	244,5
1974	9,1	52,4	20	9	12	62,9	37	22,5	36,7	6,2	10	25	302,8
1975	29,4	2	47,7	46,2	10	69,3	56,7	79,7	91,3	15	16,8	28,2	492,3
1976	31	45	43,8	44,4	26,2	8,4	5,7	16,2	3,4	17,8	0	3	244,9
1977	0	11,5	17	10	1	5	19,5	29,7	36,5	5	0	1	136,2
1978	0	17,2	6,9	1,4	24,4	23,4	42,2	77,1	8,9	22,7	3	1,4	228,6
1979	23,2	0	40,7	79,3	15,6	40,6	162,5	17,1	20,8	0	0	0	399,8
1980	10,9	15,2	24,5	97,9	23,5	22	45,1	27,7	16,1	25,6	0	26,7	335,2
1981	30,8	23,3	10,4	63,5	96	54,3	57,9	80,9	68,9	30,7	0	13,8	530,5
1982	62,2	53,1	59,9	51	5,5	9,9	14,4	26,4	19	6,4	11,9	25	344,7
1983	0,3	25,3	13,7	29,3	78,9	84	0	51,4	19,7	8	2,5	6,1	319,2
1984	7,5	112,7	11,5	116,3	54,7	25,8	94,4	32,2	42,1	0,9	24,6	0,3	523
1985	39	48,9	30,5	39,3	38,2	35	70,3	23,1	32,4	31,8	9,5	12,6	410,6
1986	6,4	40,9	52,3	42,6	30,1	92,1	28,4	15,7	38,4	0	19	4,6	370,5
1987	8,3	22,8	49,2	39,4	24,3	6	45,2	40,1	49,1	28,6	8,5	1,1	322,6
1988	26,7	2,7	30	136,5	29,1	42,6	33,2	72,1	31,4	41,3	23,8	19,7	489,1
1989	39,5	8,8	10,3	14,1	35	0	22,9	66,3	51,4	35,4	7,9	14,8	306,4
1990	31,7	3,9	96,8	83,1	15,2	54	93,6	41,5	120,2	3,7	25,4	5	574,1
1991	37,3	77,6	30,6	19,2	51	30,8	29,3	104,5	71,6	22	46,6	3,5	524
1992	56,8	14,8	30,2	111,1	47,6	54,3	36	18,9	45,8	4,8	1,2	23,5	445
1993	33,7	11,1	47,2	73,4	30,7	64,7	17,2	36,4	3,7	0	14,9	8	341
1994	62,8	60	7,7	31,2	68,5	38,3	75,2	42,1	2,5	48,4	0,6	1,4	438,7
1995	41,9	34	14,8	35,4	60,8	138,7	28,8	33,9	59,4	36,4	1,8	9,1	495
1996	18,8	15,3	12,7	48,9	35,8	15,1	5	37,4	23,4	17,5	11,5	23,6	265
1997	43,9	33,4	89	65,3	26,6	56,6	16,7	62,9	98,2	25,5	0	8,8	526,9
1998	148,3	23,7	103,4	45,3	65,8	54,4	27,4	12,5	3,9	20	3,1	2,5	510,3
1999	61,1	37,4	24,5	100,7	11,4	8,2	13	17,1	34,5	6	0	6,8	320,7
2000	39,5	35,5	18,6	77,5	95	27,7	9,1	18,1	22,7	0	0	1,8	345,5
2001	55,9	7,1	23,9	9,9	26	39,7	31,7	18,6	20,2	0	29,8	0	262,8
2002	5,2	9,2	130,1	142,1	165,1	43	32,4	82,6	38,7	35,8	16,5	26,1	726,8
2003	14,4	66,1	13,5	137,9	59,4	19,6	50,7	74,9	105,4	9,9	1	56,6	609,4
2004	26	24,9	50,1	122,2	32,6	54,7	20	49,1	1,5	34,3	1,8	6,3	423,5
2005	28,4	8,4	67,9	50,3	66,1	34,1	16,8	24,7	63,1	3,8	4,5	2,3	370,4
2006	49,2	0,3	2,5	55,9	7	22,9	90,1	67,1	14,5	21,4	0	0,9	331,8
2007	29,8	22,8	17	24,8	12,6	14,1	51	19,2	45,2	5,1	22,1	15,1	278,8
2008	21,5	77	32,6	43,8	83,9	42,8	43,8	73,2	2,8	5,7	11,2	0	438,3
2009	62,6	6,8	36,6	34,7	38,4	34,7	52,3	35,2	46,7	30,5	3,6	10,6	392,7
2010	8	45,3	34,5	27,4	9,5	106,5	18,4	37,5	15,9	28,4	0	11,9	343,3
moy	32,42	32,25	34,14	56,79	43,47	39,79	42,97	41,74	36,74	17,60	8,50	9,82	396,2

III.4.2) ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS

- Etude de l'homogénéisation de a série pluviométrique:

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon ou test des rangs, ce test permet l'homogénéisation de la série sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalé sur la même période d'observation.

Soient 2 variables aléatoires Y et X, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille N1 et N2.

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 Wy et Wx :

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

$$W_y = \sum_{i=1}^n rang = 1+3+4+\dots+13+17+\dots+n$$

$$W_x = \sum_{j=1}^{n-1} rang = 2+5+\dots+12+14+15+16+\dots + n-1$$

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

Avec :

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

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

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

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

rang	série	X	y	Tri	X U Y
1	533,7	533,7	341	726,8	y
2	305,5	305,5	438,7	609,4	y
3	429,1	429,1	495	574,1	x
4	410,8	410,8	265	533,7	x
5	244,5	244,5	526,9	530,5	x

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

Après avoir effectué les calculs on obtient:

$$W_y = 366 \quad ; \quad W_{min} = 309.38 \quad ; \quad W_{max} = 464.62$$

Donc : $309.39 < 366 < 464.62$

D'où : $W_{min} < W_x < W_{max}$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Fermato code (150610) est homogène.

III.4.3) AJUSTEMENT STATISTIQUE DES PLUIES

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

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

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

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

La méthode de Gauss consiste a :

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

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

Avec :

n : Numéro d'ordre

N: nombre d'années observées

- Calculer la moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$
- Calculer l'écart type : $\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ pour n>30
- Calculer la variable réduite de Gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$
- Calculer le coefficient de variation : $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$
- Calculer les caractéristiques empiriques : (\bar{X} ; δ ; C_v ; $CS=0$).
- L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

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

Avec:

X_p : Précipitation de probabilité P%

U_p : Variable réduite de Gauss

\bar{X} : Moyenne arithmétique

δ : Ecart type

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

Station: FERMATO

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

Nombre d'observation : 41

Mu: 396,285714

Sigma: 118,365236

Quantiles:

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

T=1/ (1-q)

Tableau III. 7: Ajustement a la loi normale.

T	q	XT	ECART TYPE	Intervalle de confiance (95%)
50	0.98	639	32,5	576-703
20	0.95	591	28,2	536-646
10	0.9	548	24,8	499-597
2	0.5	396	18.3	360-432
1.25	0.2	297	21.3	225-338
5	0.8	496	21.3	454-538

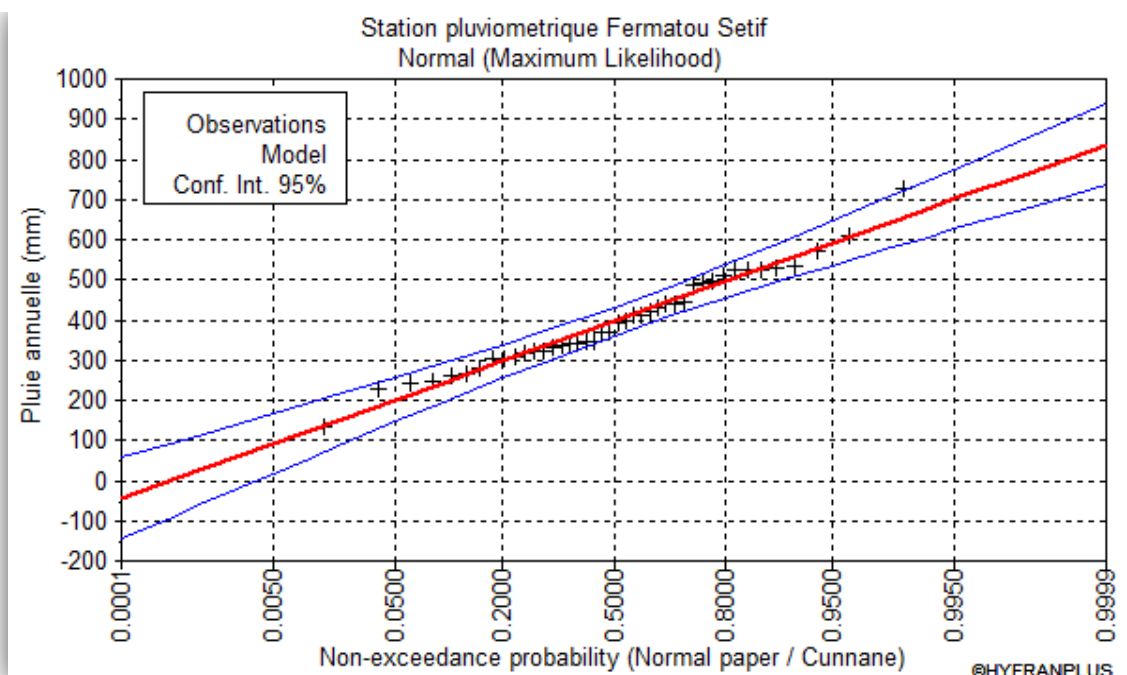


Figure III. 4: Ajustement a la loi normale.

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

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

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

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

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

$X_p \%$: Précipitation probable a P%.

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

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

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

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

$U_p \%$: variable réduite de Gauss

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Station: FERMATO

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

Nombre d'observation: 41

Mu: 5,935927

Sigma: 0,316826

Quantiles:

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

T=1/ (1-q)

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

T	q	XT	Ecart type	Intervalle de confiance (95%)
50	0.98	725	63.1	602-849
20	0.95	637	48.1	543-732
10	0.9	568	37.7	494-642
5	0.8	494	28.2	439-549
1.25	0.2	290	16.5	257-322
2	0.5	378	18.5	342-415

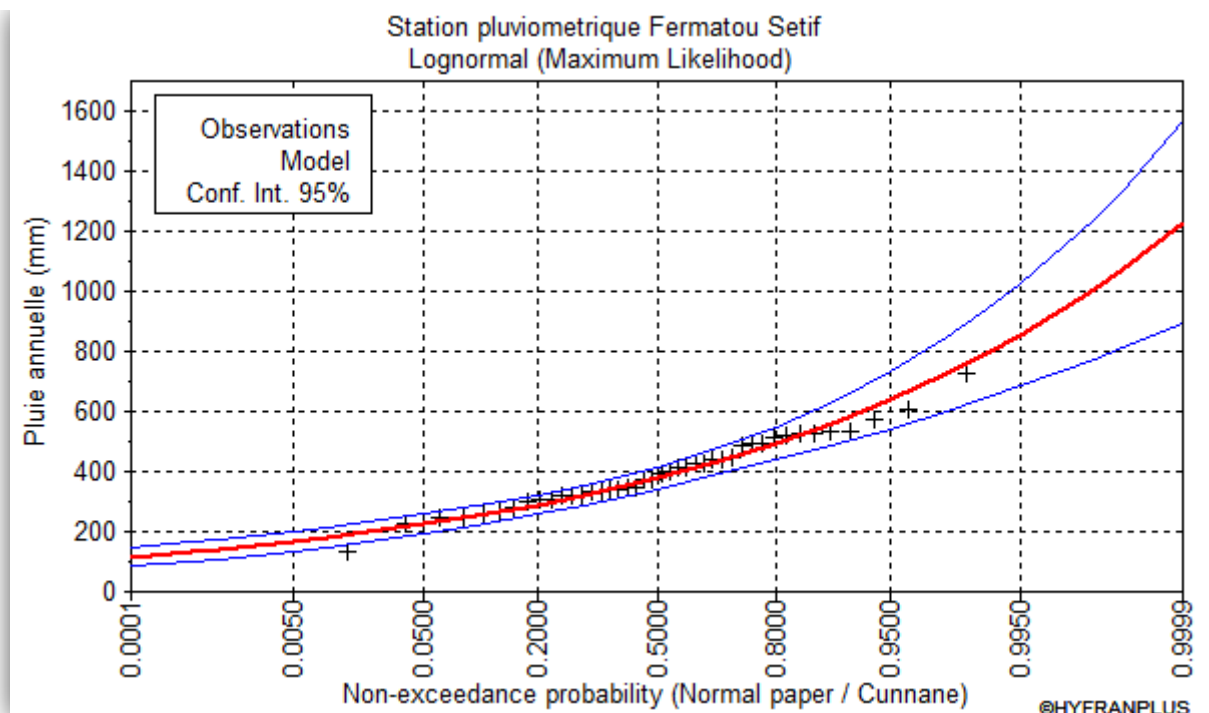


Figure III. 5: Ajustement a la loi Log normale.

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

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

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

A partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants :

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

	Loi normal	Loi log-normal
χ^2 calculée	6.67	4.86
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 :

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

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

Donc : $\chi^2 \text{ calculée} < \chi^2 \text{ théorique}$ (pour les deux lois)

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité : $1-\alpha$ soit 95%.

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.4.4) DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCUL :

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

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

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

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

$$P_{80\%} = 494 \text{ mm} \qquad P_{50\%} = 378\text{mm} \qquad \text{d'où: } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.31$$

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

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

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

$$P_{20\%} = 290\text{mm} \qquad \text{donc: } \frac{P_{20\% (annuel)}}{P_{50\% (annuel)}} = 0.77$$

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

Tableau III. 10: Année de calcul.

Mois	sep	oct	nov	Dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
<i>P</i>_{moy} (mm)	32,42	32,25	34,14	56,79	43,47	39,79	42,97	41,74	36,74	17,60	8,50	9,82
<i>P</i>_{80%} (mm)	24,96	24,83	26,29	43,73	33,47	30,64	33,09	32,14	28,29	13,55	6,55	7,56

Conclusion

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

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

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

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

Chapitre IV

***Besoins en eau des
cultures***

Chapitre IV : Besoins en eau des cultures

Introduction

Les pluies, en particulier leur part efficace, fournissent une partie de l'eau requise pour satisfaire les besoins d'évapotranspiration des cultures. Le sol peut stocker une partie de l'eau de pluie et la restitue aux cultures en période de déficit. Sous les climats humides, ce mécanisme suffit pour assurer une croissance satisfaisante dans des systèmes de culture sans irrigation. Dans des conditions arides ou en cas de saison sèche prolongée, il est nécessaire d'irriguer pour compenser le déficit d'évapotranspiration (transpiration des cultures et évaporation à partir du sol) dû à l'insuffisance ou à l'irrégularité des précipitations.

La consommation d'eau pour l'irrigation est définie comme étant le volume d'eau nécessaire pour compenser le déficit, d'une part l'évaporation potentielle et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol. Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sol.

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

IV.1) Occupation du périmètre : les cultures envisageables

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

IV.1.1) SITUATION ACTUELLE

Le système agraire des Plaines Sétifiennes peut être défini comme un classique système Agraire extensif privilégiant l'assolement biennal (céréales – jachère) en association avec l'élevage ovin et bovin.

La situation actuelle des cultures à la zone à aménager se résume dans le tableau suivant:

Tableau IV. 1: 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%

Concernant les rendements, Ce sont très faibles dans tous les produits. Par exemple les céréales ont un rendement moyen de 10 Qx/ha.

IV.1.2) SITUATION FUTURE

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

a. Cultures proposées pour la zone :

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

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

cultures		Surface en (%)	Surface en (ha)
Céréaliculture	blé	35	563.36
	Orge en vert		
Cultures fourragères	Avoine	10	160.96
Maraichage	Pomme de terre saison	35	563.36
	Pomme de terre arrière saison		
	Tomate		
	Oignon vert		
	Ail		
	concombre		
	Carotte		
	haricot		
	Petit pois		
Choux			
Cultures arboricoles à noyaux	Pécher (pleine production)	20	321.92
	Pommier (pleine production)		
	Olivier (pleine production)		
Total		100%	1609.6 ha

b. Rotation et assolements :

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

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau suivant:

Tableau IV. 3: Les assolements proposés.

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

c. Calendrier d'occupation des sols :

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

Tableau IV. 4: Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux.

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

IV.2) Besoins en eau du périmètre

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

IV.2.1) L'EVAPOTRANSPIRATION

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

On distingue: l'évapotranspiration de référence (ET_0) et l'évapotranspiration maximale (ETM).

- **L'évapotranspiration de référence (ET_0) :**

L'évapotranspiration de référence (ET_0) est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant bien alimenté en eau lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation.

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

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

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

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

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

Avec :

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

ET_0 : Evapotranspiration de référence.

IV.2.2) METHODES D'EVALUATION D'EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE (ETP OU ET0)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs méthodes:

- L'évapotranspiromètre (mesures directes).
- Les stations expérimentales.
- Formules empiriques.

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

- Formule de Thornthwaite (1948).
- Formule de Penman.
- Formule de Blaney- Criddle (1959).
- Formule de Turc (1960).
- Formule de Bouchet (1960)

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

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

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

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

Avec:

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour-1]

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

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

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

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

e_s : Pression de vapeur saturante [kPa]

e_a : Pression de vapeur réelle [kPa]

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

γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹]

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

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

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

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

Tableau IV. 5: Calcul de l'évapotranspiration.

Evapotranspiration de référence ET₀ de Penman et Monteith							
Pays : Algérie		station : Sétif			Altitude : 1033m		
Mois	T_{min} °C	T_{max} °C	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (heures)	Radiation MJ/m²/jour	ET₀ panman Mm/J
Janvier	0.4	9.2	83	2.9	6.3	9.9	34.63
Février	1.1	11.0	77	3.1	7.9	13.9	49.37
Mars	3.2	14.0	76	3.1	7.5	16.5	76.12
Avril	5.5	18.1	72	2.9	8.6	20.8	106.14
Mai	9.2	22.4	65	2.9	8.5	22.2	142.11
Juin	13.5	27.7	62	2.9	11.1	26.4	179.68
Juillet	16.9	32.5	52	2.7	11.9	27.3	218.09
Aout	16.7	31.9	50	2.8	10.1	23.4	199.47
Septembre	13.9	27.0	58	2.7	9.3	19.8	141.78
Octobre	9.1	20.4	73	2.8	7.2	14.1	84.79
Novembre	4.5	14.0	81	2.8	5.7	9.9	44.62
Décembre	1.3	10.1	85	2.8	4.0	7.3	31.05

IV.3) Calcul de la pluie efficace

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

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

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

Avec :

P_{moy} : Est la pluie moyenne mensuelle.

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

IV.4) Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (IV.3)$$

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, dans cette approche elle exprime l'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

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

Avec :

H_{cc} : Humidité à 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

Remarque : L'irrigation est faite lorsque **B_h** (bilan hydrique) > 0

IV.5) Estimation des besoins en eau des cultures

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

Tableau IV. 6: Estimation des besoins en eau de l'orge en vert.

mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	Kc	ETM	B(mm)
Septembre	24,96	19,97	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79						
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,30	28,00	6,62	0,30	13,39	0,00
Décembre	43,70	34,96	31,05	0,50	46,67	9,33	0,30	9,32	0,00
Janvier	33,50	26,80	34,63	0,50	46,67	15,56	0,50	17,32	0,00
Février	30,60	24,48	49,37	0,60	56,00	15,56	0,50	24,69	0,00
Mars	33,10	26,48	76,12	0,60	56,00	18,67	1,00	76,12	30,97
Avril	32,10	25,68	106,14	0,60	56,00	18,67	1,15	122,06	77,71
Mai	28,30	22,64	142,11	0,70	65,33	18,67	1,00	142,11	100,80
Juin	13,60	10,88	179,68						
Juillet	6,50	5,20	218,09						
Août	7,60	6,08	199,47						

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

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78	0,70	65,33	21,78	0,90	127,60	85,90
Octobre	24,83	19,86	84,79	0,70	65,33	21,78	0,85	72,07	30,43
Novembre	26,29	21,03	44,62						
Décembre	43,73	34,98	31,05						
Janvier	33,47	26,78	34,63						
Février	30,64	24,51	49,37						
Mars	33,09	26,47	76,12						
Avril	32,14	25,71	106,14						
Mai	28,29	22,63	142,11						
Juin	13,55	10,84	179,68	0,50	46,67	7,54	0,50	89,84	71,46
Juillet	6,55	5,24	218,09	0,50	46,67	23,33	0,65	141,76	113,19
Août	7,56	6,05	199,47	0,70	65,33	15,56	0,95	189,50	167,89

Tableau IV. 8: Estimation des besoins en eau des petits pois.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79						
Novembre	26,29	21,03	44,62						
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,40	37,33	7,01	0,50	15,53	
Janvier	33,47	26,78	34,63	0,70	65,33	18,67	0,80	27,70	
Février	30,64	24,51	49,37	0,70	65,33	21,78	1,00	49,37	3,08
Mars	33,09	26,47	76,12	0,70	65,33	21,78	0,95	72,31	24,06
Avril	32,14	25,71	106,14	0,70	65,33	21,78	0,50	53,07	5,58
Mai	28,29	22,63	142,11						
Juin	13,55	10,84	179,68						
Juillet	6,55	5,24	218,09						
Août	7,56	6,05	199,47						

Tableau IV. 9: Estimation des besoins en eau du concombre.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79						
Novembre	26,29	21,03	44,62						
Décembre	43,73	34,98	31,05						
Janvier	33,47	26,78	34,63						
Février	30,64	24,51	49,37						
Mars	33,09	26,47	76,12						
Avril	32,14	25,71	106,14						
Mai	28,29	22,63	142,11	0,40	37,33	8,57	0,38	54,00	22,80
Juin	13,55	10,84	179,68	0,45	42,00	0,00	0,57	102,42	91,58
Juillet	6,55	5,24	218,09	0,50	46,67	0,00	0,85	185,38	180,14
Août	7,56	6,05	199,47	0,60	56,00	0,00	0,85	169,55	163,50

Tableau IV. 10: Estimation des besoins en eau du blé et de l'avoine.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79						
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,30	28,00	6,62	0,40	17,85	
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,50	46,67	9,33	0,70	21,74	
Janvier	33,47	26,78	34,63	0,50	46,67	15,56	0,85	29,44	
Février	30,64	24,51	49,37	0,60	56,00	15,56	0,95	46,90	6,83
Mars	33,09	26,47	76,12	0,60	56,00	18,67	1,05	79,93	34,79
Avril	32,14	25,71	106,14	0,60	56,00	18,67	1,05	111,45	67,07
Mai	28,29	22,63	142,11	0,60	56,00	18,67	0,80	113,69	72,39
Juin	13,55	10,84	179,68	0,60	56,00	0,00	0,75	134,76	123,92
Juillet	6,55	5,24	218,09		0,00				
Août	7,56	6,05	199,47		0,00				

Tableau IV. 11: Estimation des besoins en eau de l'oignon et de l'ail.

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79	0,40	37,33	0,00	0,50	42,40	22,53
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,40	37,33	12,44	0,75	33,47	
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,40	37,33	12,44	0,95	29,50	
Janvier	33,47	26,78	34,63	0,40	37,33	12,44	0,95	32,90	
Février	30,64	24,51	49,37	0,40	37,33	12,44	0,75	37,03	0,07
Mars	33,09	26,47	76,12						
Avril	32,14	25,71	106,14						
Mai	28,29	22,63	142,11						
Juin	13,55	10,84	179,68						
Juillet	6,55	5,24	218,09						
Août	7,56	6,05	199,47						

Tableau IV. 12: Estimation des besoins en eau de la tomate.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78						
Octobre	24,83	19,86	84,79						
Novembre	26,29	21,03	44,62						
Décembre	43,73	34,98	31,05						
Janvier	33,47	26,78	34,63						
Février	30,64	24,51	49,37						
Mars	33,09	26,47	76,12	0,70	65,33	8,17	0,50	38,06	3,42
Avril	32,14	25,71	106,14	0,90	84,00	21,78	0,85	90,22	42,73
Mai	28,29	22,63	142,11	1,20	112,00	28,00	1,15	163,43	112,79
Juin	13,55	10,84	179,68	1,20	112,00	0,00	0,90	161,71	150,87
Juillet	6,55	5,24	218,09		0,00			0,00	
Août	7,56	6,05	199,47		0,00				

Tableau IV. 13: Estimation des besoins en eau de la pomme de terre (AS).

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B(mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78					0,00	
Octobre	24,83	19,86	84,79	0,40	37,33	0,00	0,50	42,40	22,53
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,60	56,00	12,44	0,70	31,23	
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,60	56,00	18,67	1,00	31,05	
Janvier	33,47	26,78	34,63	0,60	56,00	18,67	0,75	25,97	
Février	30,64	24,51	49,37					0,00	
Mars	33,09	26,47	76,12					0,00	
Avril	32,14	25,71	106,14					0,00	
Mai	28,29	22,63	142,11					0,00	
Juin	13,55	10,84	179,68					0,00	
Juillet	6,55	5,24	218,09					0,00	
Août	7,56	6,05	199,47					0,00	

Tableau IV. 14: Estimation des besoins en eau de la pomme de terre saison.

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	18,21	14,57	141,78						
Octobre	24,26	19,41	84,79						
Novembre	29,76	23,81	44,62						
Décembre	33,33	26,66	31,05						
Janvier	40,38	32,30	34,63						
Février	33,87	27,10	49,37	0,40	37,33		0,50	24,69	
Mars	30,61	24,49	76,12	0,60	56,00	12,44	0,75	57,09	20,16
Avril	29,14	23,31	106,14	0,60	56,00	18,67	1,05	111,45	69,47
Mai	24,34	19,47	142,11	0,60	56,00		0,75	106,58	87,11
Juin	7,21	5,77	179,68						
Juillet	4,81	3,85	218,09						
Août	5,04	4,03	199,47						

Tableau IV. 15: Estimation des besoins en eau des choux.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78	0,30	28,00	0,00	0,50	70,89	50,97
Octobre	24,83	19,86	84,79	0,40	37,33	9,33	0,70	59,35	30,16
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,50	46,67	12,44	0,95	42,39	8,91
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,60	56,00	15,56	0,80	24,84	
Janvier	33,47	26,78	34,63						
Février	30,64	24,51	49,37						
Mars	33,09	26,47	76,12						
Avril	32,14	25,71	106,14						
Mai	28,29	22,63	142,11						
Juin	13,55	10,84	179,68						
Juillet	6,55	5,24	218,09						
Août	7,56	6,05	199,47						

Tableau IV. 16: Estimation des besoins en eau des carottes.

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78	0,30	28,00	0,00	0,42	59,55	39,63
Octobre	24,83	19,86	84,79	0,40	37,33	9,33	0,70	59,35	30,16
Novembre	26,29	21,03	44,62	0,50	46,67	12,44	0,81	36,14	2,67
Décembre	43,73	34,98	31,05	0,60	56,00	15,56	0,77	23,91	
Janvier	33,47	26,78	34,63	0,70	65,33	18,67	0,57	19,74	
Février	30,64	24,51	49,37					0,00	
Mars	33,09	26,47	76,12					0,00	
Avril	32,14	25,71	106,14					0,00	
Mai	28,29	22,63	142,11					0,00	
Juin	13,55	10,84	179,68					0,00	
Juillet	6,55	5,24	218,09					0,00	
Août	7,56	6,05	199,47					0,00	

Tableau IV. 17: Estimation des besoins en eau de l'olivier.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78	1,50	140,00	0,00	0,85	120,51	100,59
Octobre	24,83	19,86	84,79	1,50	140,00	46,67	0,85	72,07	5,54
Novembre	26,29	21,03	44,62	1,50	140,00	46,67	0,75	33,47	
Décembre	43,73	34,98	31,05	1,50	140,00	46,67	0,65	20,18	
Janvier	33,47	26,78	34,63	1,50	140,00	46,67	0,65	22,51	
Février	30,64	24,51	49,37	1,50	140,00	46,67	0,65	32,09	
Mars	33,09	26,47	76,12	1,50	140,00	46,67	0,65	49,48	
Avril	32,14	25,71	106,14	1,50	140,00	46,67	0,65	68,99	
Mai	28,29	22,63	142,11	1,50	140,00	46,67	0,65	92,37	23,07
Juin	13,55	10,84	179,68	1,50	140,00	0,00	0,80	143,74	132,90
Juillet	6,55	5,24	218,09	1,50	140,00	0,00	0,90	196,28	191,04
Août	7,56	6,05	199,47	1,50	140,00	0,00	0,90	179,52	173,48

Tableau IV. 18: Estimation des besoins en eau du pêcher.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24,90	19,92	141,78	1,50	140,00	0,00	0,55	77,98	58,06
Octobre	24,83	19,86	84,79	1,50	140,00	46,67	0,55	46,63	
Novembre	26,29	21,03	44,62	1,50	140,00	46,67	0,55	24,54	
Décembre	43,73	34,98	31,05	1,50	140,00	46,67	0,75	23,29	
Janvier	33,47	26,78	34,63	1,50	140,00	46,67	0,75	25,97	
Février	30,64	24,51	49,37	1,50	140,00	46,67	0,75	37,03	
Mars	33,09	26,47	76,12	1,50	140,00	46,67	0,75	57,09	
Avril	32,14	25,71	106,14	1,50	140,00	46,67	0,55	58,38	
Mai	28,29	22,63	142,11	1,50	140,00	0,00	0,55	78,16	55,53
Juin	13,55	10,84	179,68	1,50	140,00	0,00	0,55	98,82	87,98
Juillet	6,55	5,24	218,09	1,50	140,00	0,00	0,55	119,95	114,71
Août	7,56	6,05	199,47	1,50	140,00	0,00	0,55	109,71	103,66

Tableau IV. 19: Estimation des besoins en eau du pommier.

mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_Theo	RFU_reel	KC	ETM	B (mm)
Septembre	18,21	14,57	141,78	1,50	140,00	0,00	0,70	99,25	84,68
Octobre	24,26	19,41	84,79	1,50	140,00	46,67	0,70	59,35	
Novembre	29,76	23,81	44,62	1,50	140,00	46,67	0,70	31,23	
Décembre	33,33	26,66	31,05	1,50	140,00	46,67	0,70	21,74	
Janvier	40,38	32,30	34,63	1,50	140,00	46,67	0,70	24,24	
Février	33,87	27,10	49,37	1,50	140,00	46,67	0,70	34,56	
Mars	30,61	24,49	76,12	1,50	140,00	46,67	0,80	60,90	
Avril	29,14	23,31	106,14	1,50	140,00	46,67	0,85	90,22	20,24
Mai	24,34	19,47	142,11	1,50	140,00	0,00	0,85	120,79	101,32
Juin	7,21	5,77	179,68	1,50	140,00	0,00	0,70	125,78	120,01
Juillet	4,81	3,85	218,09	1,50	140,00	0,00	0,70	152,66	148,82
Août	5,04	4,03	199,47	1,50	140,00	0,00	0,70	139,63	135,60

IV.6) Calcul des besoins en eau des assolements

Le calcul des besoins en eau des cultures pour les deux assolements est reporté dans les tableaux ci-dessous. Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

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

Mois	blé	avoine	ail	oignon	Pomme de terre (AS)	tomate	Pomme de terre (S)	concombre	choux	pommier	olivier	Pêcher	total
Sep									50,97	84,678	100,59	58,06	294,3
Oct			22,53	22,53	22,53				30,16		5,54		103,29
Nov									8,91				
Dec													
Jan													
Fev	6,83	6,83	0,071	0,071									13,81
Mars	34,79	34,79				3,42	20,16						93,15
Avr	67,07	67,07				42,73	69,47			20,24			266,57
Mai	72,39	72,39				112,8	87,11	22,8		101,32	23,07	55,53	547,41
Juin	123,92	123,92				113,54		91,58		120,01	132,90	87,98	793,85
Juil								180,14		148,82	191,04	114,72	634,70
aout								163,50		135,6	173,48	103,67	576,23

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

Mois	Orge en vert	tomate	Haricot	oignon	Petit pois	carotte	Pomme de terre (S)	pommier	pêcher	olivier	total
Sep			85,90			39,63		84,68	58,06	100,59	368,86
Oct			30,43	22,53		30,16				5,54	88,66
Nov	0					2,67					2,67
Dec	0										
Jan	0										
Fev	0			0,071	3,08						3,15
Mars	30,97	3,42			24,06		20,16				78,61
Avr	77,714	42,73			5,58		69,46	20,24			215,73
Mai	100,80	112,79					87,11	101,32	55,53	23,07	480,63
Juin		113,54	71,46					120,01	87,98	132,90	525,89
Juil			113,19					148,82	114,71	191,04	567,75
aout			167,89					135,6	103,66	173,48	580,63

IV.6.1) CALCUL DES DÉBITS SPÉCIFIQUES

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

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

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

T : Temps d'irrigation par jour;

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

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

$$q_s = \frac{793.85 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 4.08 \text{ (l/s/ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement. On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Olivier) pour le mois de pointe.

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$Q_{sp} = 1.0 \text{ (l/s /ha)}$$

IV.6.2) CALCUL DU DEBIT CARACTERISTIQUE

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation. Il est égal à: **Q caractéristique=Q_{sp} × surface**

La surface totale est égale a : **1609.6 ha**

D'où : **Q caractéristique = 1.0 × 1609.6 =1610 l/s**

IV.7) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre

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

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

Tableau IV. 22: Les besoins totaux du périmètre.

Les cultures	La surface de la culture (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts de la culture m ³ /ha	Les volumes des besoins en eau en m ³
Blé	281.68	305	0.75	4066.67	1145499.06
Avoine	160.96	305	0.75	4066.67	654571.2032
Ail	56.336	22.601	0.75	301.35	16976.8536
oignon	56.336	22.601	0.75	301.35	16976.8536
Pomme de terre (AS)	28.168	22.53	0.75	300.4	8461.6672
Choux	84.504	90.04	0.75	1200.53	101449.5871
Tomate	84.504	272.49	0.75	3633.2	307019.9328
Pomme de terre (S)	169.008	176.74	0.75	2356.53	398272.4222
Concombre	84.504	458.02	0.75	6106.93	516060.0127
Olivier	107.31	626.62	0.75	8354.93	896567.5383
pommier	107.31	610.668	0.75	8142.24	873743.7744
Pêcher	107.31	419.96	0.75	5599.47	600879.1257

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre périmètre est de 5536478.031 m³, ce volume peut être déduit du barrage de Mahouane.

Conclusion

Dans Ce chapitre, nous avons mis en évidence les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place sur la surface d'étude de **1609.6 ha**.

Le volume des besoins en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de **5 536 478.031 m³**, prélevés à partir du barrage **Mahouane** d'une capacité totale de **147.9 Mm³**.

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

Chapitre V

***Etude du système
d'adduction***

Chapitre V : Etude du système d'adduction

Introduction

L'objectif du présent chapitre, est de faire l'optimisation du réseau de distribution de l'eau destiné à l'irrigation des plaines Setifiennes. Pour cela nous allons dimensionner les différents ouvrages d'adduction et de distribution.

V.1) Présentation du périmètre des plaines Sétifiennes

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

- La plaine de Mezloug est entièrement située dans la Wilaya de Sétif. Cette plaine est à plus de 1000 mètres d'altitude et à 300 km à l'Est d'Alger.
- La plaine d'Ain Taghrout se localise à la limite est de la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Cette plaine est limitée au Nord par les Monts des Babors, à l'Est par Ain Arnat-Mezloug.

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

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

Le tableau suivant montre la superficie des différents secteurs:

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

Secteurs	Superficies (ha)
1	1.609,6
2	1.677,4
3	1.753,7
4	1.189,4
5	1.122,7
6	1.966,0
7	1.195,2
8	1.303,2
9	964,6
10	693,4
11	828,4
12	460,7
13	1.000,5
Total	15.764,8

Dans notre thèse, l'étude est basée sur l'aménagement hydro-agricole du secteur 1 d'une superficie de 1610 ha. La zone d'étude se trouve dans la commune de Mezloug wilaya de Sétif.

V.2) Organisation du périmètre : plan de bornages

V.2.1) DISPOSITION DES ILOTS D'IRRIGATION

Le terme <îlot d'irrigation> décrit l'unité hydro agricole, alimentée par une seule borne d'irrigation. Dans le cas d'un réseau de distribution au niveau du périmètre, la borne représente le point limite du réseau où l'administration du réseau intervient directement 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.

V.2.2) TAILLE MAXIMUM DE L'ILOT

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

- le débit d'équipement de la borne
- la superficie des unités foncières existantes

- la distance maximale entre la borne et la parcelle

Pour notre secteur, le périmètre est divisé en 29 îlots. Chaque îlot, sera desservi par une ou deux bornes. Chaque borne aura une ou plusieurs sorties, suivant le nombre d'exploitants et les besoins en eau pour la superficie de l'îlot défini.

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

V.2.3) ROLE ET FONCTION DE LA BORNE D'IRRIGATION

La borne d'irrigation est un appareil fonctionnant à la demande, qui assure les fonctions suivantes:

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

Il est prévu que les bornes d'irrigation seront conçues en admettant le principe de la desserte individuelle, c'est à dire que chaque unité foncière à l'intérieur d'un îlot aura sa propre sortie équipée d'un compteur individuel.

La figure ci dessous montre un type de borne avec des sorties multiples pour l'irrigation d'un îlot formé de 3 et 8 parcelles.

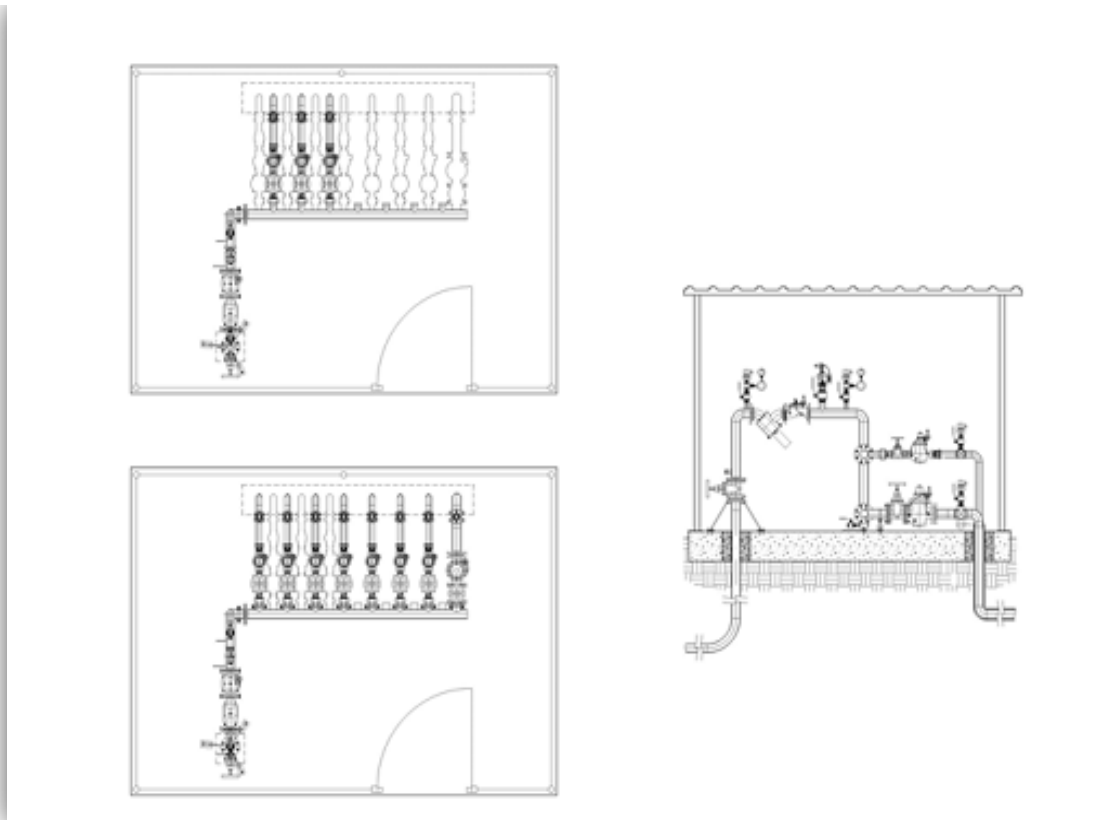


Figure V. 1: Exemple de borne avec des sorties multiples.

V.3) Calcul hydraulique des bornes

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

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

Tel que :

Q_b : Débit de chaque ilot en l/s

q_s : Débit spécifique en l/s/ha

S : Superficie de l'ilot en h

V.3.1) CHOIX DU DIAMETRE DE LA BORNE

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

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

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

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

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

N° des bornes	Nombre de parcelles	Surface planimétrique (ha)	Débit spécifique (l/s/ha)	Débit brut (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
B14	1	3,27	1	3,27	14,58	100
	2	2,37	1	2,37		
	3	2,65	1	2,65		
	4	2,08	1	2,08		
	5	4,21	1	4,21		
B11	1	3,84	1	3,84	23,05	150
	2	10,53	1	10,53		
	3	8,68	1	8,68		
B12	1	35,23	1	35,23	78,65	200
	2	13,46	1	13,46		
	3	5,02	1	5,02		
	4	2,57	1	2,57		
	5	5,83	1	5,83		
	6	16,54	1	16,54		
B13	1	8,58	1	8,58	77,93	200
	2	7,13	1	7,13		
	3	7,19	1	7,19		
	4	8,07	1	8,07		
	5	0,63	1	0,63		
	6	0,99	1	0,99		
	7	45,34	1	45,34		
B17	1	1,99	1	1,99	44	200
	2	39,21	1	39,21		
	3	1,41	1	1,41		
	4	1,39	1	1,39		
B22	1	2,34	1	2,34	36,84	200
	2	34,5	1	34,5		
B21	1	2,94	1	2,94	14,81	150
	2	2,18	1	2,18		
	3	1,68	1	1,68		
	4	8,01	1	8,01		
B20	1	1,01	1	1,01	56,9	200
	2	2,65	1	2,65		
	3	27,17	1	27,17		
	4	10,46	1	10,46		

	5	15,61	1	15,61		
B23	1	0,76	1	0,76	77,04	200
	2	18,64	1	18,64		
	3	10,34	1	10,34		
	4	12,22	1	12,22		
	5	4,17	1	4,17		
	6	2,8	1	2,8		
	7	28,11	1	28,11		
B19	1	9,04	1	9,04	56,41	200
	2	5,73	1	5,73		
	3	21,53	1	21,53		
	4	5,29	1	5,29		
	5	9,84	1	9,84		
	6	4,98	1	4,98		
B18	1	3,66	1	3,66	28,58	
	2	1,55	1	1,55		
	3	13,47	1	13,47		
	4	8,47	1	8,47		
	5	1,43	1	1,43		
B16	1	2,18	1	2,18	14,62	150
	2	1,43	1	1,43		
	3	2,67	1	2,67		
	4	5,47	1	5,47		
	5	2,87	1	2,87		
B10	1	36,01	1	36,01	65,74	200
	2	29,73	1	29,73		
B1	1	33,53	1	33,53	57,973	200
	2	12,96	1	12,96		
	3	10,43	1	10,43		
	4	1,053	1	1,053		
B2	1	4,85	1	4,85	104,12	200
	2	70,85	1	70,85		
	3	28,42	1	28,42		
B3	1	4,72	1	4,72	84,31	200
	2	8,52	1	8,52		
	3	9,85	1	9,85		
	4	38,79	1	38,79		
	5	9,7	1	9,7		
	6	12,73	1	12,73		
B4	1	13,47	1	13,47	55,57	200
	2	20,64	1	20,64		
	3	21,46	1	21,46		
B5	1	2,61	1	2,61	41,28	200
	2	12,08	1	12,08		
	3	4,98	1	4,98		
	4	21,61	1	21,61		
B6	1	17,3	1	17,3	81,37	200
	2	10,59	1	10,59		
	3	20,89	1	20,89		
	4	11,34	1	11,34		
	5	9,67	1	9,67		
	6	11,58	1	11,58		
B7	1	10,38	1	10,38	47,55	200
	2	11	1	11		
	3	26,17	1	26,17		

B8	1	29,04	1	29,04	65,88	200
	2	34,55	1	34,55		
	3	1,29	1	1,29		
	4	1	1	1		
B26	1	22,29	1	22,29	49,32	200
	2	0,57	1	0,57		
	3	26,46	1	26,46		
B25	1	1,49	1	1,49	29,67	150
	2	5,83	1	5,83		
	3	4,33	1	4,33		
	4	17,62	1	17,62		
	5	0,4	1	0,4		
B24	1	7,05	1	7,05	24,32	150
	2	8,96	1	8,96		
	3	3,46	1	3,46		
	4	4,85	1	4,85		
B27	1	14,91	1	14,91	57,96	200
	2	3,66	1	3,66		
	3	11,05	1	11,05		
	4	28,34	1	28,34		
B28	1	3,73	1	3,73	50,05	200
	2	46,32	1	46,32		
B29	1	159,89	1	159,89	159,89	200
B9	1	20,69	1	20,69	59,9	200
	2	15,01	1	15,01		
	3	24,2	1	24,2		
B15	1	5,19	1	5,19	36,58	200
	2	4,89	1	4,89		
	3	2,43	1	2,43		
	4	5,26	1	5,26		
	5	18,81	1	18,81		

V.4) Schéma d'aménagement hydro-agricole et variantes d'aménagement

a) Schéma d'adduction :

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

La conduite d'adduction part du barrage de Mahouane en parallèle à l'oued Bou salem. Tout le système est irrigué par pression naturelle, et toutes les conduites d'adduction sont en fonte, matériel qui permet de supporter les pressions du système avec de nombreux avantages d'installation et de maintenance.

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

- La réalisation d'un réservoir de stockage (de régulation) pour baisser la charge hydrostatique dans les canalisations ;
- L'installation des brises charge.

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

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

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

V.4.1) Dimensionnement du réservoir de distribution

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

Le volume du réservoir est calculé comme suit:

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

Q est le besoin maximum journalier = 1610 l/s = 5796 m³/h

T_f : 2h

$$V = 5796 \cdot 2 = 11592 \text{ m}^3.$$

Le bassin ou réservoir projeté est prévu rectangulaire en béton armé situé a une cote de 1077 m.

Les dimensions du réservoir sont comme suit:

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

V.5) Dimensionnement du réseau de distribution

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

- **La vitesse admissible :**

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s et 2.5 m/s. Dans notre étude, on prend la vitesse admissible dans la conduite égale à 1.25 m/s.

- **Le calcul du diamètre :**

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

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

Avec :

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

- **Calcul des pertes de charges :**

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

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

Avec :

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

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

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

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

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

V.6) Choix du matériau des conduites

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

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

V.6.1) CARACTERISTIQUES DES CANALISATIONS

a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages:

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

Leur inconvénient est:

- coût relativement important
-

b) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

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

- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est :

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

V.6.2) CHOIX DU MATERIAU

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

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

V.7) Points spéciaux d'une conduite

Les points spéciaux d'une conduite sont:

- Les points hauts, où seront installées des ventouses trifonctionnelles d'entrée et de purge d'air.
- Les points bas, où dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour le vidage exceptionnel de la conduite.
- Les dérivations vers les branches.
- Les sectionnements intermédiaires.

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

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L (km)	Surface	débit Q (l/s)	débit Q (M3/S)	Diamètre calculé	Diamètre Normalise	Vitesse réelle (m /s)	Δ Ht (m)	Perte de charge total Δ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piezo (m)	P (m)
barrage-N1	13520	13,52	1610	1610,0	1,6100	1 280,6	1 500,0	0,91	4,362	4,80	968,8	984,2	15,4
N1-N2	3250	3,25	1610	1610,0	1,6100	1 280,6	1 500,0	0,91	1,206	1,33	947,7	987,7	40,0
N2-B1	48	0,048	57,96	58,0	0,0580	243,0	250,0	1,18	0,263	0,29	948,8	988,7	39,9
N2-N3	1162	1,162	1403,34	1403,3	1,4033	1 195,6	1 500,0	0,79	0,333	0,37	941,1	988,6	47,5
N3_B2	138	0,138	95,63	95,6	0,0956	312,1	315,0	1,23	0,613	0,67	937,9	988,3	50,4
B2-B3	920	0,92	84,31	84,3	0,0843	293,0	315,0	1,08	3,220	3,54	937,8	985,5	47,6
B3-B4	10,92	0,01092	56,41	56,4	0,0564	239,7	250,0	1,15	0,057	0,06	931,4	988,9	57,6
B4-B5	569,28	0,56928	55,57	55,6	0,0556	237,9	250,0	1,13	2,885	3,17	936,1	985,8	49,7
B5-B6	500	0,5	81,37	81,4	0,0814	287,9	315,0	1,04	1,636	1,80	931,4	987,2	55,8
B6-N4	449,34	0,44934	602,96	603,0	0,6030	783,7	1 000,0	0,77	0,199	0,22	928,3	988,8	60,5
N4-B7	7,82	0,00782	77,04	77,0	0,0770	280,1	315,0	0,99	0,023	0,03	928,2	989,0	60,8
N4-N5	391,44	0,39144	525,92	525,9	0,5259	731,9	1 000,0	0,67	0,134	0,15	927,6	988,9	61,3
N5-B8	69,16	0,06916	65,88	65,9	0,0659	259,0	315,0	0,85	0,152	0,17	928,7	988,8	60,1
N5-B9	62,51	0,06251	49,32	49,3	0,0493	224,1	250,0	1,01	0,253	0,28	927,3	988,7	61,4
N5-B10	70,71	0,07071	29,67	29,7	0,0297	173,8	200,0	0,94	0,335	0,37	928,7	988,6	59,9
N5-N6	959,35	0,95935	88,83	88,8	0,0888	300,8	315,0	1,14	3,706	4,08	939,5	984,9	45,4
N6-B11	71,8	0,0718	47,55	47,6	0,0476	220,1	250,0	0,97	0,271	0,30	937,7	988,7	51,0
N6-N7	52,35	0,05235	41,28	41,3	0,0413	205,1	250,0	0,84	0,151	0,17	940,6	988,8	48,2
N7-B12	73,83	0,07383	41,28	41,3	0,0413	205,1	250,0	0,84	0,213	0,23	942,0	988,8	46,8

N3-N8	178,3	0,1783	479,95	480,0	0,4800	699,2	1 000,0	0,61	0,051	0,06	940,7	988,9	48,2
N8-B13	52,67	0,05267	28,58	28,6	0,0286	170,6	200,0	0,91	0,232	0,26	940,3	988,7	48,4
N8-N9	495	0,495	451,37	451,4	0,4514	678,1	1 000,0	0,57	0,127	0,14	937,8	988,9	51,0
N9-B14	45,6	0,0456	14,62	14,6	0,0146	122,0	160,0	0,73	0,173	0,19	938,2	988,8	50,7
N9-N10	994,14	0,99414	436,75	436,8	0,4368	667,0	1 000,0	0,56	0,239	0,26	932,7	988,7	56,1
N10-B15	63,49	0,06349	56,9	56,9	0,0569	240,7	250,0	1,16	0,336	0,37	931,7	988,6	57,0
N10-N11	113,28	0,11328	326,44	326,4	0,3264	576,6	600,0	1,16	0,203	0,22	931,9	988,8	56,9
N11-B16	73,83	0,07383	14,81	14,8	0,0148	122,8	150,0	0,84	0,397	0,44	932,6	988,6	56,0
N11-N12	150	0,15	311,63	311,6	0,3116	563,4	600,0	1,10	0,246	0,27	930,3	988,7	58,4
N12-B17	73,83	0,07383	44	44,0	0,0440	211,7	250,0	0,90	0,241	0,26	931,2	988,7	57,5
N12-N13	12,03	0,01203	267,63	267,6	0,268	522,1	600,0	0,95	0,015	0,02	930,5	989,0	58,5
N13-B18	73,83	0,07383	36,84	36,8	0,037	193,7	200,0	1,17	0,526	0,58	927,1	988,4	61,3
N13-N14	1037	1,037	230,79	230,8	0,231	484,9	500,0	1,18	2,405	2,65	934,0	986,4	52,3
N14-B19	73,83	0,07383	77,93	77,9	0,078	281,7	315,0	1,00	0,223	0,24	933,1	988,8	55,7
N14-N15	991,7	0,9917	152,86	152,9	0,153	394,6	400,0	1,22	3,229	3,55	948,0	985,4	37,4
N15-N16	29,02	0,02902	51,16	51,2	0,051	228,3	250,0	1,04	0,126	0,14	944,4	988,9	44,5
N16-B20	48,51	0,04851	14,58	14,6	0,015	121,9	250,0	0,30	0,020	0,02	946,8	989,0	42,2
N16-N17	176,33	0,17633	36,58	36,6	0,037	193,0	200,0	1,16	1,240	1,36	944,0	987,6	43,6
N17-B21	73,83	0,07383	36,58	36,6	0,037	193,0	200,0	1,16	0,519	0,57	942,0	988,4	46,4
N15-N18	12	0,012	101,7	101,7	0,102	321,9	500,0	0,52	0,006	0,01	947,5	989,0	41,5
N18-B22	73,83	0,07383	78,65	78,7	0,079	283,0	315,0	1,01	0,227	0,25	950,2	988,8	38,6
N18-N19	945,05	0,94505	23,05	23,1	0,023	153,2	160,0	1,15	8,491	9,34	946,0	979,7	33,6
N19-B23	73,83	0,07383	23,05	23,1	0,023	153,2	160,0	1,15	0,663	0,73	942,0	988,3	46,3
N5-N20	650,07	0,65007	292,22	292,2	0,292	545,6	600,0	1,03	0,945	1,04	924,3	988,0	63,7
N20-B24	73,83	0,07383	24,32	24,3	0,024	157,4	200,0	0,77	0,240	0,26	924,6	988,7	64,1

N20-N21	416	0,416	267,9	267,9	0,268	522,4	600,0	0,95	0,513	0,56	923,4	988,4	65,0
N21-B25	70,82	0,07082	57,96	58,0	0,058	243,0	250,0	1,18	0,389	0,43	923,2	988,6	65,4
N21-N22	484,03	0,48403	209,94	209,9	0,210	462,4	500,0	1,07	0,939	1,03	921,4	988,0	66,6
N22-B26	70,82	0,07082	159,89	159,9	0,160	403,6	500,0	0,81	0,082	0,09	921,0	988,9	67,9
N22-N23	116,57	0,11657	50,5	50,5	0,051	226,8	250,0	1,03	0,493	0,54	919,4	988,5	69,1
N23-b27	73,83	0,07383	50,5	50,5	0,051	226,8	250,0	1,03	0,312	0,34	920,0	988,7	68,7

Conclusion

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

Le périmètre est découpé en 29 ilots, et comporte 29 bornes, le réseau d'adduction projeté est constitué par une conduite gravitaire vers un réservoir, qui a son tour alimentera les parcelles.

Cette phase de calcul nous a permis:

- De calculer le réseau d'adduction qui est constitué d'une conduite de refoulement de diamètre 1500 mm.
- De projeter le réseau de distribution, du réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en fonte et en PEHD.
- De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permet d'utiliser plusieurs systèmes d'irrigation même les plus exigeants en pression (tel que l'aspersion) et de diversifier les cultures pour de meilleurs rendements.

Chapitre VI

Les techniques

d'irrigation

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Introduction

Pour une exploitation particulière, le choix de la méthode d'irrigation dépend d'un grand nombre de facteurs techniques, économiques et sociologiques.

Les facteurs techniques incluent le type de culture, le type du sol, la structure parcellaire, la topographie et la qualité de l'eau.

Les facteurs socio économiques se rapportent à la structure de l'exploitation, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien, le niveau technique de l'exploitant et les besoins en main d'œuvre.

Le choix de la méthode d'irrigation par l'exploitant, peut être dicté également par le mode de livraison de l'eau au niveau de la parcelle. La distribution de l'eau aux bornes d'irrigation, fonctionnant sous pression et à la demande, encouragerait l'utilisation de méthodes d'irrigation modernes (irrigation par aspersion ou localisée).

VI.1) Les techniques d'irrigation

VI.1.1) IRRIGATION DE SURFACE

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

On classe généralement les différentes techniques d'irrigation de surface en trois groupes principaux (**Ollier & Poirée, 1981**): irrigations par submersion, irrigations par ruissellement, irrigations par rigoles d'infiltration.

a- Irrigation par bassin (Submersion)

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

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

b- Irrigation par planches

L'irrigation à la planche, s'effectue par ruissellement d'une lame d'eau sur une planche (terrain en pente parfaitement nivelée) délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle.

c- Irrigation à la raie

Avec l'irrigation à la raie, l'eau ne ruisselle que sur une faible partie de la surface du sol dans des raies ou sillons préalablement aménagés et qui constituent des rigoles d'infiltration.

L'irrigation par ruissellement et infiltration présentent plusieurs inconvénients:

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

VI.1.2) IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.

➤ Avantages de l'irrigation par aspersion

- ❖ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- ❖ Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- ❖ Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- ❖ Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.

➤ Inconvénients de l'irrigation par aspersion

- ❖ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- ❖ Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- ❖ Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- ❖ L'eau distribuée peut provoquer une croûte superficielle dans le cas de sols lourds.

➤ Les différents types d'installation par aspersion

A. Les équipements classiques

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

Il y a deux types d'équipements classiques :

- Equipements avec rampes rigides.
- Equipements avec rampes souples et asperseurs sur traineau.

B. DIFFERENTES INSTALLATIONS A LA PARCELLE

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixée.
- L'installation totalement mobile.

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

- **Couverture totale (quadrillage total)**

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

- **Couverture intégrale**

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

VI.1.3 IRRIGATION LOCALISEE (GOUTTE A GOUTTE)

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes (**Ollier & Poirée, 1981**):

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.

- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

➤ **Composantes d'une installation d'un réseau goutte à goutte**

Une installation d'un réseau goutte à goutte requiert de l'amont vers l'aval les éléments suivants :

- a) un point de fourniture d'eau (sous pression : pompage, borne de réseau, château d'eau, etc.).
- b) l'unité ou la station de tête comprend les différents appareils pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité du réseau. Elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants, comporte les appareils suivants :
 - 1) Compteur, clapet anti-retour
 - 2) régulateur de pression (manomètre), Vanne, Débitmètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
 - 3) Organe de Filtration : la filtration de l'eau est une fonction essentielle de la station de l'eau, ceci pour éviter un colmatage des goutteurs.

➤ **Avantages de l'irrigation localisée**

A. Efficience de l'eau

Peu de pertes par évaporation, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne des gouttes d'eau, que le feuillage n'est pas humidifié inutilement, qu'une partie de la surface du sol reste sèche, que la croissance des mauvaises herbes est très limitée et n'entraîne donc pas une consommation parasite (**Rieul, 1992**), il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines.

B. Avantages agronomiques

- L'humidité du sol au voisinage des racines reste constamment élevée sans empêcher une bonne aération du sol.
- La fertilisation par des engrais incorporés à l'eau d'arrosage est aisée.
- L'atmosphère au voisinage des plantes n'est pas saturée d'humidité comme dans l'aspersion.
- les mauvaises herbes se développent peu.
- Les activités culturales ne sont pas gênées par les arrosages

C. Avantages économiques

Le prix de revient est très influencé par l'espacement des lignes, le prix de revient est nettement moins élevé que celui d'autres réseaux fixes, comme l'aspersion. En ce qui concerne le coût d'exploitation, il est peu élevé, de plus la faible pression.

➤ **Inconvénient de l'irrigation localisée**

A. L'obstruction des goutteurs

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont les plus souvent rencontrés et favorisent l'obstruction des orifices des goutteurs. Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux. Le meilleur moyen de prévenir ces obstructions est un procédé par de filtration soignée de l'eau.

B. Accumulation de sels

Pendant la période d'irrigation les sels sont peu refoulés à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol.

VI.2) Choix de la technique d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

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

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

Remarque:

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

Conclusion

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

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

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

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

Chapitre VII

***Dimensionnement a
la parcelle***

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Introduction

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

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

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

VII.1) Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable la quantification de certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

VII.1.1) DONNEES GENERALES :

- **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé par aspersion.
- **Choix de la parcelle** : la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est située l'ilot N°14, la parcelle P03 est d'une superficie de 2.65 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 6 bars.
- **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
- **Temps de travail** : 22 heures par jour, et 26 jours par mois
- **Besoins en eau de pointes** : 123.92 mm pour le mois de juin.
- **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une permeabilité estimée de : $K= 7\text{mm/h}$.
- **Calcul de la Dose pratique** : La RFU est calculée comme suit :

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

Y : degré de tarissement : égal à 2/3

Da : densité apparente : égale à 1.4

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

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

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

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

VII.1.2) DIMENSIONNEMENT THEORIQUE

A. Calcul du diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 7 \text{ mm/h}$

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

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

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

D'où :

$$d = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = \mathbf{4.85 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type PERROT (Annexe 2), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **4.8mm**.

B. calcul de la porté du jet (L) :

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

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

Tel que :

d : diamètre de la buse en (mm)

h : pression de la buse en (m), dans notre cas $h = 3.0 \text{ bars} = 30 \text{ m}$.

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

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur.

D'après le catalogue du fournisseur Perrot (Annexe 2), 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 :

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

- L'écartement E_l entre les lignes d'arrosage est égal à 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 égal à 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude présente des vitesses de vents oscillant entre 2.0 et 3.1 m/s, qui correspondent à des conditions de vent peu violents, donc on prend les valeurs suivantes :

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

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

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

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

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

D. Calcul du débit de l'asperseur :

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

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{1.50\ m}^3/\text{h}$$

E. Verification de la pluviométrie de la buse :

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

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

$$p = \frac{\mathbf{1.50 \times 1000}}{\mathbf{12 \times 18}} = \mathbf{6.95\ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie $\mathbf{P \leq K = 7mm/h}$.

F. Calcul du tour d'eau :

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

Avec :

$$Dose_{RFU} = 56 \text{ mm}$$

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

$$B_{pointe} = 123.92 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{56 \times 26}{123.92} = 11.7 \text{ jours}$$

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

Efficiencce d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier = $123.92/30 = 4.13 \text{ mm}$

La nouvelle dose réelle = $10 \times 4.13 = 41.3 \text{ mm}$

La nouvelle dose brute = $41.3/0.75 = 55.0 \text{ mm}$

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

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

Pour $P = 7 \text{ mm/h}$ on aura :

$T_a = 55.0 / 7$ le temps d'arrosage est de **8 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 :

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

$$S_u = \frac{2.65}{10 \times 2} = 0.13 \text{ Ha}$$

H. Nombre d'asperseurs requis :

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

$$N_{asp} = \frac{0.13 \times 10000}{18 \times 12} = 7 \text{ asperseurs}$$

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

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$
$$V = \frac{2 \times 3 \times 56 \times 18 \times 12}{1000} = 72.58 \text{ m}^3$$

VII.1.3) DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES RAMPES

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de 174m, la largeur du terrain est de 153 m.

a) La longueur de la rampe :

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

$$L_r = \frac{153}{2} - \frac{12}{2} = 70.5 \text{ m}$$

On prend: $L_r = 70.0 \text{ m}$

b) Le nombre d'asperseurs par rampe :

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

$$N_{asp/rampe} = \frac{70}{12} = 7 \text{ asperseurs}$$

c) Nombre de rampes :

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

Donc on travaille avec une seule rampe

d) Débit des rampes :

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

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 7 = 10.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

e) Débit de la porte rampe :

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

$$Q_{porte rampe} = 10.5 \times 1 = 10.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse où : $V \leq V_{ADM}$,

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que $V = 1.5$ m/s et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 2.92 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.05 \text{ m}$$

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 equivalent à 130.

Pour la rampe on a : $L = 70$ m, $D = 0.050$ m, $Q = 0.0029$ m³/s

Pour le porte rampe on a : $L = 153$ m, $D = 0.050$ m, $Q = 0.0029$ m³/s

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ($P = 3$ bars, $= 30$ m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit $\Delta H = 6$ m.

Pour une perte de charge totale de 0.12 m, la règle de Christiansen est donc respectée.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

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

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	153	70
Diamètre (mm)	50	50
Débit (m³/h)	10.5	10.5
Vitesse (m/s)	1.48	1.48
Perte de charge totale(m)	0.06	0.06

VII.1.4) 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.

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

H₂: Perte de charge totale de la rampe

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

$$H=30+0.12+0=30.12 \text{ m.}$$

H= 3.012 bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 4.0 bars.

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

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

VII.2.1) DONNEES GENERALES :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail [Ollier et Poirre, 1983]

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°14, la parcelle N°3 alimentée par la borne N20° et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 4.22 bars, ce qui est largement

suffisant. La surface de l'exploitation est de 2.65 ha et présente une forme relativement rectangulaire.

- **La culture** : pommier
- **besoin de pointe** : 148.82 mm en juillet
- **caractéristiques de la surface occupées par le pommier** :
 - surface : 2.65 ha
 - longueur : 174m
 - largeur : 153 m
- **Organisation du réseau** : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m et 2 goutteurs pour chaque arbre.
- **Caractéristique du goutteur** :
 - Débit nominal : 4l/h
 - Pression nominal : 10 m.c.e
 - Espacement des goutteurs : 2 m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.2.2) BESOINS D'IRRIGATION DES CULTURES EN IRRIGATION LOCALISEE

a. Influence du taux de couverture du sol :

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

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

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

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

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

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

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.70$ Selon KELLER et KARMELI

$K_r = 0.80$ Selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$ Selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

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

Le besoin maximum = 148.82 mm (mois de pointe juillet)

$$B_{jl} = 4.96 \times 0.8 = \mathbf{3.97} \text{ mm/j}$$

b. Dose nette (Dose pratique)

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

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

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

Tel que :

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

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

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

Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm)

D_a : Densité apparente 1.4

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n.Spd.Sh}{Sa.Sr} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.22)}$$

Avec :

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P\% = 25 \%$$

Donc :

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

c. Calcul de la dose brute

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

Avec :

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

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

D'où :

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

d. Calcul de la fréquence d'arrosage

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

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

$$F_r = \frac{35}{3.97} = 8.81 \text{ jours}$$

Donc on prend $F_r = 8 \text{ jours}$, et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que:

$$D_r = 8 \times 3.97 = 31.76 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(VII.25)}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a :

$$D_{brute} = \frac{31.76}{0.9 \times 0.9} = 39.21 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{(VII.26)}$$

e. 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.

$$\theta = \frac{39.21 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = \mathbf{39.21 \text{ heures/mois}}$$

f. Durée d'arrosage journalier

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

$$D_j = \frac{39.21}{8} = \mathbf{5 \text{ heures/ jours}}$$

g. Nombre de postes

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{5} = \mathbf{4.4 \text{ postes}} \dots\dots\dots \mathbf{(VII.29)}$$

On prend **4** postes

h. La surface du poste

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{2.65}{4} = \mathbf{0.66 \text{ ha}} \dots\dots\dots \mathbf{(VII.30)}$$

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

VII.2.3) CALCULS HYDRAULIQUES

1. Conditions hydrauliques de base :

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

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

La variation maximale de la pression :

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

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant

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

X : exposant caractérisant le goutteur

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

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

Avec :

$q(g)$: Débit nominal du goutteur

$H(n)$: Pression nominale

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

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

2. Le débit :

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

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

Avec :

Q_r : *debit de la rampe* (l/h)

Q_{pr} : *debit du porte rampe* (l/h)

Q_g : *débit du goutteur* (l/h)

N_r : *nombre de rampes*

N_g : *nombre de goutteurs*

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

La longueur de la rampe est de : 87 m

La longueur de la porte rampe est de : 153 m

3. *Le nombre d'arbres par rampe :*

$$N_{arbres/rampe} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{87}{4} = \mathbf{21 arbres} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.35})$$

4. *Le nombre de goutteurs par rampe :*

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 21 \times 2 = \mathbf{42 goutteurs} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.36})$$

5. *Le nombre des rampes :*

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{153}{4} = \mathbf{38 rampes} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.37})$$

6. *Débit de la rampe :*

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

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

$$Q_r = 4 \times 42 = 168 \text{ l/h}$$

7. *Débit de la porte rampe :*

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

$$Q_{pr} = 168 \times 38 = \mathbf{6384 l/h}$$

8. *Le nombre de porte rampe :*

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

9. *Débit de la conduite tertiaire :*

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

$$Q_{ct} = 6384 \times 1 = \mathbf{6384 l/h}$$

VII.2.4) DIMENSIONNEMENT DES CANALISATIONS DU RESEAU

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

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

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

- **Porte-rampes :**

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

- **Les rampes :**

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

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

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

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

Avec :

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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

VII.2.5) VERIFICATION DES PERTES DE CHARGES

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

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

Avec:

L: longueur de la conduite

Q : débit en (l/h)

D : diamètre intérieur de a canalization

VII.2.6) CALCUL DU DIAMETRE DE LA RAMPE ET VERIFICATION DE LA PERTE DE CHARGE

a) Calcul du diamètre :

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

$$\varnothing r(cal) = 11.26 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

CW=140 PEBD, L= 87 m, D=0.016 m, Q= 168 l/ h = 4.67×10⁻⁵ m³/s

ΔH_Rampe= 0.52 m

La valeur de la perte de charge est inferieure 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.2.7) CALCUL DU DIAMETRE DU PORTE RAMPE ET VERIFICATION DE LA PERTE DE CHARGE

a) Calcul du diamètre :

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

$$\phi_{pr(cal)} = 56 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 63 mm.

b) Vérification de la perte de charge :

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

CW=140 PEBD, L= 153 m, D=0.063 m, Q= 6384 l/ h = 1.77×10⁻³ m³/s

$\Delta H_{\text{ Porte rampe}} = 0.97 \text{ m}$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.49 m, sont inférieures à 1.8 m.

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

VII.3.8) CALCUL DU DIAMETRE DE LA CONDUITE TERTIAIRE

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

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi V}} \dots\dots\dots \text{(VII.44)}$$

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s)

Tableau VIII. 2: Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.

Culture	Surface m ²	L(m)	Q (m ³ /s)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pommier	20000	15	0.0018	1.05	46	63	0.58	0.097

VII.2.9) LA PRESSION D'EAU A LA BORNE DE DISTRIBUTION

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

Tableau VIII. 3: Tableau récapitulatif.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	87	153	15
Diamètre(m)	0.016	0.063	0.063
Débit (m³/s)	4.67×10^{-5}	1.77×10^{-3}	1.8×10^{-3}
Pertes de charge(m)	0.52	0.97	0.097

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

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

$$P(m) = 10+0.52+0.97+0.097= \mathbf{11.59 \text{ m}} \dots\dots\dots \mathbf{(VII.45)}$$

Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés: l'aspersion et le goutte a goutte.

En Ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en compte: la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Dans notre cas, nous avons choisit d'irriguer la culture du blé par le système d'aspersion.

Pour l'irrigation localisée, on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir a un bon dimensionnement.

Pour ce réseau nous avons choisit l'irrigation une parcelle de pommier.

Chapitre VIII

Calcul

technico-économique

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Conduite d'adduction.
- Réseau de distribution.
- Réseau d'irrigation.

VIII.1 Les différents travaux à entreprendre

VIII.1.1) TRAVAUX CONCERNANT L'ADDITION ET LE RESEAU DISTRIBUTION

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

- **Exécution des tranchées**

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

- **Pose du lit de sable**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

- **Pose des conduites**

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

de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

- **Epreuve de joint et de la canalisation**

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

- **Remblayage des tranchées**

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

- **Nivellement et compactage**

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

VIII.1.2 CALCUL DES VOLUMES DES TRAVAUX DE L'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

a- Calcul du volume de terrassement:

- **Largeur du fond de la tranchée**

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

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

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

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- **profondeur de la tranchée**

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

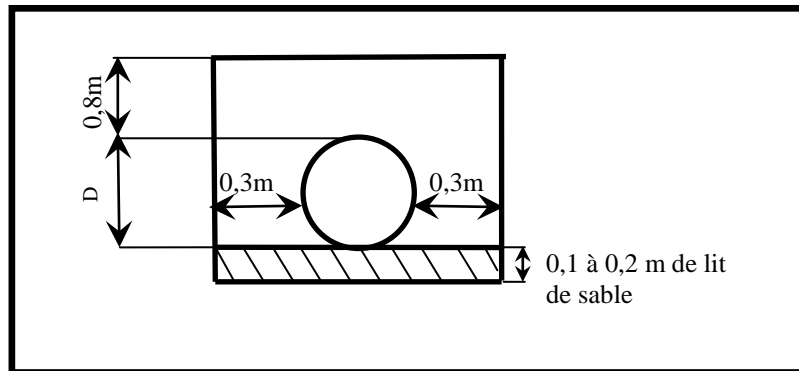


Figure 1: Schéma d'une tranchée.

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

Avec :

- H_{tr} : Profondeur de la tranchée. (m)
- e: hauteur du lit de pose. (m)
- d: diamètre de la conduite. (m)
- h: la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

- **Section de la tranchée:**

Les sections des tranchées sont :

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

- H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m)
- b : Largeur du fond de la tranchée (m)

- **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

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

- V_d : Volume du déblai (m³)
- S_{tr} : La section de la tranchée (m²).
- L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

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

VIII.2 Evaluation du cout de projet

1) Dépense des travaux :

Les frais de terrassement sont est égal à :

- Pour les déblais :

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

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

V_{deb} : Volume total de déblai

- Pour les remblais:

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

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

V_{rem} : Volume total du remblai

- Calcul du volume de déblai et remblai :

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

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

D : diamètre de la conduite (m)

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

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

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

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

VIII.3) Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de la distribution

VIII.3.1) CALCUL DU VOLUME DE DEBLAI

$$H_{tr} = e + d + h = 2.42 \text{ m}$$

$$B = d + 0.6 = 1.5 + 0.6 = 2.1 \text{ m}$$

$$S_{tr} = B \times H_{tr} = 5.08 \text{ m}^2$$

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L = 5.08 \times 13\,500 = 68\,708.64 \text{ m}^3$$

Tableau VIII. 4: Calcul du volume du déblai.

	Diamètre de la conduite (mm)	Longueur de la conduite (km)	Hauteur de la tranchée (m)	Largeur d'une tranchée b (m)	Le volume de déblai (m ³)
La conduite gravitaire	1500	13.52	2.42	2.1	68 08.64

VIII.3.2) CALCUL DU VOLUME DU LIT DE SABLE

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

$$V = e \times b \times L \text{ (m}^3\text{)} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.10)}$$

$$V = 0.12 \times 2.1 \times 13\,520 = 3407.04 \text{ (m}^3\text{)}$$

Tableau VIII. 5: Calcul du volume du lit de sable.

	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Volume (m ³)
La conduite gravitaire	0.12	13 520	2.1	3407.04

VIII.3.3) CALCUL DU VOLUME DE REMBLAI

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

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

$$V_r = 68\,708.64 - (23\,891.81 + 3407.04) = 41\,409.79\, m^3$$

Tableau VIII. 6: Calcul du volume de remblai.

	Diamètre (mm)	Déblai (m^3)	Volume de la Conduite (m^3)	Volume du sable (m^3)	Volume du remblai (m^3)
La conduite gravitaire	1500	68 708.64	23 891.81	3407.04	41 409.79

VIII.4) Estimation du cout du projet

VIII.4.1) ESTIMATION DU COUT DE POSE DE CANALISATION

Tableau VIII. 7: Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m^3	68 708.64	200,00	13 741 728,00
Lit de sable	m^3	3407.04	800,00	2 725 632,00
Remblai	m^3	41 409.79	100,00	4 140 979,00
Tube Ø 1500	ml	13 520	27 000,00	365 040 000,00
			Total 1 (HT)	385 648 339.00
			TVA 1 (17%)	65 560 217.63
			Montant TTC 1	451 208 556.63

VIII.4.2) ESTIMATION DU COUT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Le calcul du réseau de distribution est détaillé comme suit:

Tableau VIII. 8: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø1500	m/l	4 412.00	42 248.00	186 398 176.00
Tube Ø250	m/l	1 364.76	2 510.95	3 426 844.12
Tube Ø315	m/l	2 741.99	4 003.95	10 978 790.86
Tube Ø1000	m/l	2 508.22	39 613.94	99 360 476.59
Tube Ø200	m/l	521.20	1 617.42	842 999.30
Tube Ø160	m/l	1 064.80	1 033.79	1 100 779.59
Tube Ø500	m/l	1 603.85	17 885.15	28 685 097.83
Tube Ø600	m/l	1 341.38	22 831.78	30 626 093.06
Tube Ø150	m/l	73.83	1 000.79	73 888.33
Tube Ø400	m/l	991.70	6 424.42	6 371 097.31
			Total 1 (HT)	367 864 242.99
			TVA 1 (17%)	62 536 921.31
			Montant TTC 2	430 401 164.30

VIII.4.3) ESTIMATION DU COUT DU RESERVOIR**Tableau VIII. 9: Estimation du cout du réservoir.**

Désignation	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Réservoir 10 500m3	U	3 560 000,00	3 560 000 ,00	3 560 000 ,00
			Total 1 (HT)	3 560 000 ,00
			TVA 1 (17%)	605 200,000
			Montant TTC 3	4 165 200,00

Le devis total du projet dans le secteur 1 est estimé à : **885 774 920.90** DA, soit un prix de 553 000,00 DA/Hectare, ce qui est conforme vu le linéaire important de la conduite d'adduction (13520 km).

VIII.5) Devis estimatif du projet

- Devis de l'adduction (Montant TTC1 = **451 208 556.63** DA).

- Devis du réseau de distribution (Montant TTC3 = **430 401 164.30 DA**).
- Devis du réservoir (montant TTC3 = **4 165 200,00 DA**).

VIII.6) Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé

Tableau VIII. 10: Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion.

Appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Asperseur : buse 4.8 mm	U	144	1.166	167.904
Porte rampe en polyéthylène DN 50	m/l	78	363	28 314
Rampe porte asperseurs DN 50	m/l	70	31	2 170
			Total	30 648.904

Tableau VIII. 11: Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé.

appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Goutteurs pour pommier débit 4 l/h	U	1 596	31	49 476,00
Porte rampe en polyéthylène DN 63	ml	153	363	55 539,00
Rampe porte goutteurs DN 16	ml	87	31	2 697,00
Conduite tertiaire DN 63	ml	15	134	2 010,00
			Total	109 722,00

Conclusion

Dans Ce chapitre nous avons déterminé le devis général de l'adduction et du réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout du projet qui est de **885 774 921 DA**.

Le cout du projet est relativement élevé, mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.



Conclusion générale

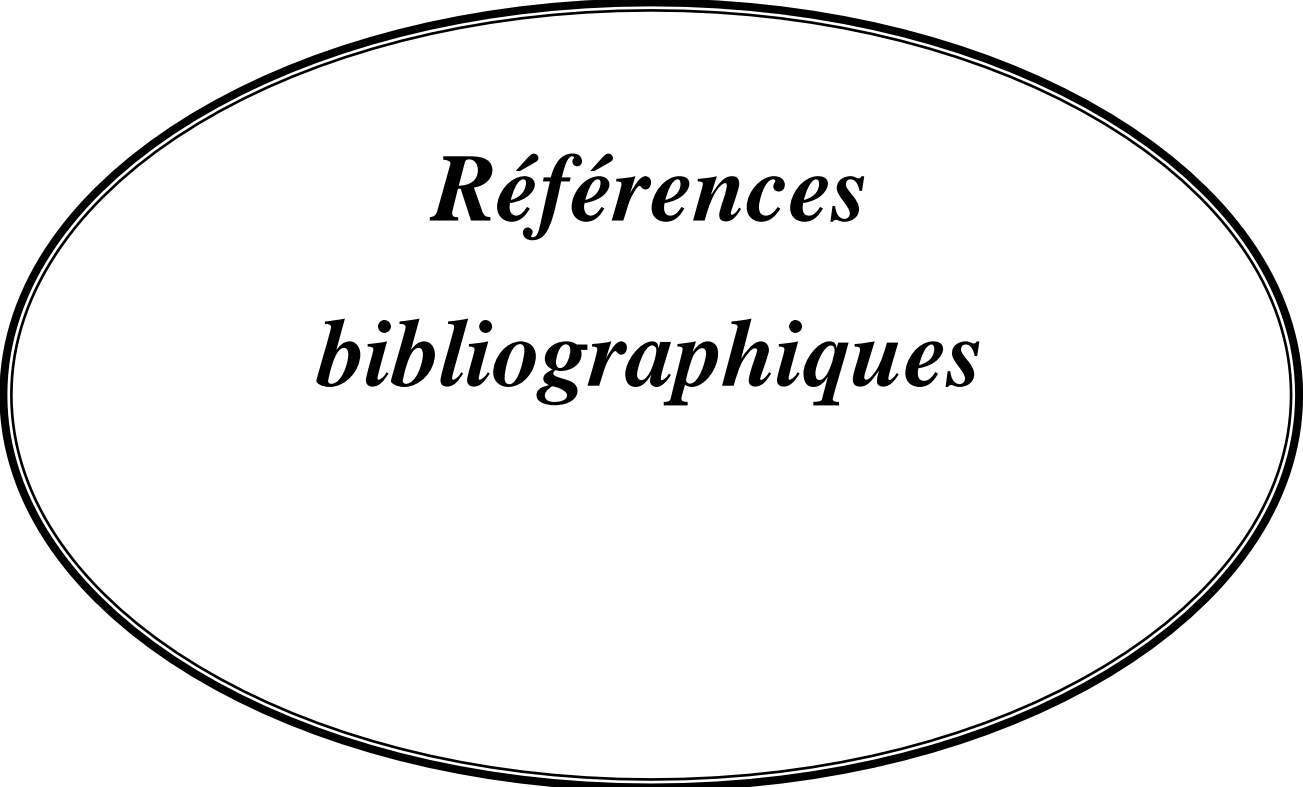
Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation des plaines Setifiennes, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de 1610 ha de surface dans la commune de MEZLOUG à partir de l'eau provenant du barrage de MAHOUANE .

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

- ✓ L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi-aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi aride de cette zone, d'où l'irrigation est importante pour l'intensification des cultures.
- ✓ L'analyse des échantillons du sol a montré l'existence de deux classes, les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques, ce qui nous a permis de choisir les cultures, les plus appropriées.
- ✓ Dans le cas de l'aspersion, la méthode est déjà bien connue dans la région. L'irrigation est alors synonyme d'assurance sur la qualité des produits, pour en permettre l'utilisation industrielle.
- ✓ Dans le cas de l'irrigation localisée, les avantages sont assez significatifs, surtout en termes des économies d'eau possibles.

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



*Références
bibliographiques*

References bibliographiques

- [1] Bulletin N°33 FAO Calcul des besoins en eau des cultures.
- [2] Dubreuil (1974) : initiation a l'analyse hydrologique; Paris, France, Disponible sur Internet, consulté le Avril 2016 .
- [3] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation).
- [4] Walker W.R. (1989). Guide lines for designing and evaluating surface irrigation systems. Rome, Italy, FAO. Disponible sur Internet, consulté le 5 mai 2016 :
<http://www.fao.org/docrep/T0231E/t0231e00.htm>
- [5] B. TOUAIBIA. (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).

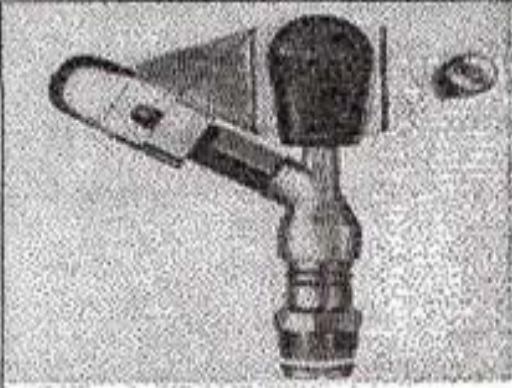


Annexes

Annexe 1

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

Annexe 2



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

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

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

Annexe 3

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

Annexe 4

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

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