

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: CONCEPTION DES SYSTEMES
D'IRRIGATION & DRAINAGE**

Thème :

**AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DES PLAINES SETIFIENNES
(SECTEUR 2) A PARTIR DU BARRAGE MAHOUANE (W.SETIF)**

Présenté par :

M^{lle}: ZEGHOUD FATMA ZOHRA

Devant les membres du jury

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r AZIB MAKHLOUF	Professeur	Président
M^r BENKACI ALI TAREK	M.C.B	Membre
M^{me} MAZOUZI SABRA	M.A.A	Membre
M^r BOUZIANE OMAR	M.A.B	Membre
M^{me} MEDJDOUB SONIA	M.A.A	Promotrice

Septembre - 2017

Dédicace

Je dédie cette thèse en signe d'amour et de respect et de reconnaissance

A la mémoire de ma grand-mère

*J'aurais tant aimé qu'elle soit présente, que dieu puisse l'accueillir
dans son vaste paradis*

*A mes parents qui ont toujours éclairé mes chemins avec force et
lumière*

*A mes très chères sœurs je leur souhaite tout le succès et tout le
bonheur*

A mon petit neveu Mohamed

A toute ma famille

A tous mes amis

Ainsi qu'à toute personne m'a aidé à franchir un horizon dans ma vie

Remerciement

Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Je remercie Mme MEDJDOUB.S pour son aide, ses conseils.

Je remercie également Mr BEN KACI.T pour m'avoir orienté par ses conseils .

Je remercie Mr LEKEHEL.N pour son aide, ses conseils, sa disponibilité et pour les détails nécessaires concernant le thème traité dans ce travail

Je remercie également toute les personnes qui m'ont donné les informations nécessaires pour réaliser ce mémoire.

Je tiens à remercier aussi :

Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

ملخص :

يتم إنجاز مشاريع تنموية ذات طابع زراعي في إطار دعم وتسيير المساحات المسقية وهذا في عدة مناطق مختلفة من الوطن.

من خلال مذكرة التخرج الحالية تطرقنا إلى كيفية العمل على تنمية وتطوير تقنيات الري والسقي في القطاع 2 من سهول سطيف، وذلك وفق عوامل محددة من المناخ، نوعية التربة وتوفر الموارد المائية الضرورية لإنجاز هذه المشاريع.

ومن بين أبرز أهداف دراستنا الحالية نجد الاقتصاد والاستغلال العقلاني للموارد المائية إضافة إلى إعطاء القيمة للأراضي ذات الطابع الفلاحي.

Résumé

Il est convenu dans le cadre de la consolidation et de la gestion des surfaces irriguées, la réalisation des projets de développements à caractère agricole dans différents régions du pays.

A travers notre mémoire nous pencherons sur les méthodes de développements des techniques d'irrigations dans une partie des plaines Sétifiennes selon des paramètres bien déterminés du climat, nature du sol et la disponibilité des ressources en eau nécessaire pour réaliser ces projets.

Notre objectif principal est l'économie de l'eau et la bonne gestion des ressources en eau et la mise en valeur des terres à caractère agricole.

Abstract

This work considers the methods of development of irrigation techniques in a part of the Setifian plains according to well defined parameters of the climate, the nature of the soil and the availability of the water resources necessary to achieve this project. The main objective is water saving and water resource management and the developpment of agricultural land.

Table des matières

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES	2
I.1.INTRODUCTION :	1
I.2.LOCALISATION ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	1
<i>I.2.1.Situation géographique :.....</i>	<i>1</i>
<i>I.2.2.Limite géographique :</i>	<i>1</i>
I.3.VOIES DE COMMUNICATIONS :	2
I.4.RESEAU HYDROGRAPHIQUE :	2
I.5. APERÇU GEOLOGIQUE :	4
I.6.CLIMATOLOGIE :	5
I.7. LES CARACTERISTIQUES BIOCLIMATIQUES :	9
<i>I.7.1.Indice de Martonne:.....</i>	<i>9</i>
<i>I.7.2. Quotient pluviométrique d'Emberger :</i>	<i>10</i>
<i>I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :.....</i>	<i>12</i>
I.8. ETUDE AGRO-SOCIO-ECONOMIQUE : ARGUMENTATION DU PROJET	12
<i>I.8.1. Situation actuelle.....</i>	<i>12</i>
<i>I.8.2. Main d'œuvre active</i>	<i>13</i>
<i>I.8.3.situation projetée.....</i>	<i>13</i>
I.9.CONCLUSION.....	14
CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE	16
II.1.INTRODUCTION.....	16
II.2.CLASSIFICATION DES SOLS	16
II.3.CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET ANALYTIQUES DES SOLS	16
<i>II.3.1. Sol Peu évolué</i>	<i>16</i>
<i>II.3.2. Sol Calcimagnésiques</i>	<i>19</i>
<i>II.3.3. Sol Halomorphe.....</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
<i>II.3.4.Sol Hydromorphe.....</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
II.4. CARACTERISTIQUE DU SOL :	21
II.5. APTITUDES CULTURALES DES SOLS EN IRRIGUEES	23
II.5.CONCLUSION.....	25
CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE	30
III.1.INTRODUCTION.....	30
III.2.RESSOURCES EN EAU.....	30
<i>III.2.1.Caractéristiques principale du barrage :.....</i>	<i>30</i>
<i>III.2.2.Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage</i>	<i>31</i>
<i>III.2.2.1.Les limites admissibles:</i>	<i>32</i>
III.3. ETUDE HYDROLOGIQUE	35
<i>III.3.1.Choix de la Station Pluviométrique</i>	<i>35</i>
<i>III.3.3. Etudes de l'homogénéité de la série pluviométrique</i>	<i>36</i>
<i>III.3.4. Ajustement statistique des pluies.....</i>	<i>39</i>
<i>III.3.4.1. Ajustement des Pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale</i>	<i>39</i>
<i>III.3.4.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton)</i>	<i>40</i>
<i>III.3.5. Test d'adéquation :</i>	<i>42</i>
III.4.DETERMINATION DE L'ANNEE DE CALCUL.....	43

III.5.CONCLUSION.....	44
CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	45
IV.1. INTRODUCTION.....	45
IV.2. BESOINS EN EAU DES CULTURES.....	45
<i>IV.2.1. Calcul de l'évapotranspiration</i>	<i>46</i>
IV.3.LA PLUIE EFFICACE :.....	48
IV.4.CHOIX DES CULTURES :	49
<i>IV.4.1. Occupation des Sols</i>	<i>49</i>
<i>IV.4.2. Assolements et Rotation des Cultures.....</i>	<i>50</i>
<i>IV.4.3. Avantages de la Rotation des Cultures</i>	<i>50</i>
IV.5. CALCULS DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION	51
<i>IV.5.1. Calcul des Besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :.....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau IV.19 : besoins en eau de l'assolement 1</i>	<i>60</i>
<i>IV.5.2. Calcul du Débit Spécifique.....</i>	<i>62</i>
<i>IV.5.3. Estimation des Besoins en eau Totaux du Secteur</i>	<i>63</i>
IV.6. CONCLUSION.....	64
CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION	64
V.1 .INTRODUCTION.....	64
V.2. PRESENTATION DU PERIMETRE DES PLAINES SETIFIENNES.....	64
V.3. ALIMENTATION EN EAU DU PERIMETRE.....	67
V.4.ORGANISATION DU PERIMETRE.....	67
V.5. CALCUL DU DEBIT AUX BORNES.....	68
<i>V.5.1. choix du diamètre de la borne</i>	<i>68</i>
<i>V.5.2. Modalité de Distribution</i>	<i>73</i>
V.6. CHOIX DU MATERIAU DES CONDUITES.....	74
<i>V.6.1 Schéma d'Aménagement Hydro-agricole</i>	<i>74</i>
<i>V.6.2. Dimensionnement des canalisations.....</i>	<i>75</i>
<i>V.6.2.1.Calcul des Diamètres.....</i>	<i>76</i>
<i>V.6.2.2.Calcul des pertes de charge</i>	<i>76</i>
V.7.POINTS SPECIAUX D'UNE CONDUITE	79
V.8.CONCLUSION	80
CHAPITRE VI : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION	76
VI.1.INTRODUCTION.....	76
VI.2. IRRIGATIONS DE SURFACE.....	76
VI.3. IRRIGATION PAR SUBMERSION (PAR BASSIN)	76
VI.4. IRRIGATION PAR PLANCHE:	77
VI.5. IRRIGATION A LA RAI	77
VI.6. L'IRRIGATION PAR ASPERSION	78
VI.7. L'IRRIGATION GOUTTE-A-GOUTTE	79
VI.8.CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ARROSAGE	80
VI.9.CONCLUSION	81
CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE	82
VII.1.INTRODUCTION.....	82
VII.2.DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR ASPERSION :	82
<i>VII.2.1.Données Générales</i>	<i>82</i>
<i>V.II.2.2.Dimensionnement Théorique.....</i>	<i>83</i>

VII.3. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUES DES RAMPES :	86
VII.4. CALCUL DE LA PRESSION EN TETE DU RESEAU	89
VII.5. DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU GOUTTE A GOUTTE :	90
<i>VII.5.1. Besoins d'irrigation des Cultures en Irrigation Localisée :</i>	<i>91</i>
VII.6. CALCULS HYDRAULIQUES.....	93
<i>VII.6.1. Conditions Hydrauliques de Base</i>	<i>93</i>
<i>VII.6.2. Dimensionnement des canalisations du réseau.....</i>	<i>95</i>
VII.6.2.1 Calcul du Diamètre et Vérification de la Perte de Charge de la rampe et la porte rampe	96
VII.6.2.2. Vérification des Pertes de Charges	96
<i>VII.6.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....</i>	<i>97</i>
<i>VII.6.4. Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :</i>	<i>97</i>
VII.7. CONCLUSION	98
CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE	99
VIII.1. INTRODUCTION.....	99
VIII.2. LES DIFFERENTS TRAVAUX A ENTREPRENDRE	99
<i>VIII.2.1 .Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution.....</i>	<i>99</i>
<i>VIII.2.2 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution</i>	<i>100</i>
VIII.3. EVALUATION DU COUT DE PROJET	101
VIII.4. CALCUL DES VOLUMES DES TRAVAUX DE L'ADDUCTION ET DE LA DISTRIBUTION	102
<i>VIII.4.1. Calcul du volume de déblai</i>	<i>102</i>
<i>VIII.4.2 Calcul du volume du lit de sable.....</i>	<i>103</i>
<i>VIII.4.3. Calcul du volume de remblai.....</i>	<i>103</i>
VIII.5. ESTIMATION DU COUT DU PROJET	104
<i>VIII.5.1. Estimation du coût de pose de canalisation.....</i>	<i>104</i>
<i>VIII.5.3. Estimation du cout du réseau de distribution</i>	<i>104</i>
VIII.6. DEVIS ESTIMATIF DU PROJET	105
<i>VIII.6.1. Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé.....</i>	<i>105</i>
VIII.7. COUT TOTAL DES TRAVAUX PUBLICS SUR LE RESEAU D'IRRIGATION.....	106
VII.8. CONCLUSION	106

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES	2
FIGURE I.1 : PLAN DE SITUATION DE LA ZONE DE PROJET (SOURCE ONID) ECHELLE 1/1000 000 EME.....	2
FIGURE I.2 : CHEVELU HYDROGRAPHIQUE DES PLAINES SETIFIENNES.....	4
FIGURE I.3 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SETIF (D'APRES CARTE STRUCTURALE AU 1/500.000 DE LA CHAINE ALPINE D'ALGERIE NORD-ORIENTALE ET DES CONFINS ALGERO-TUNISIENS, VILA, 1978).....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE I.4 : DIAGRAMME D'EMBERGER (PLAINE SETIFIENNE).....	11
FIGURE I.5 : LE CLIMOGRAMME DE GAUSSEN	12
CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE	16
CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE	30
FIGURE III.1 : BARRAGE DE MAHOUANE	31
FIGURE III.2 : DIAGRAMME DE CLASSIFICATION DES EAUX D'IRRIGATION D'APRES L'US SALINITY LABORATORY STAFF (1954).....	34
FIGURE III.3 : AJUSTEMENT DES PLUIES ANNUELLES A LA LOI NORMALE	41
FIGURE III.4 : AJUSTEMENT DES PLUIES ANNUELLES A LA LOI LOG NORMALE	42
FIGURE III.5 : RESULTATS DE TEST DE VALIDITE DE L'AJUSTEMENT A LA LOI NORMALE	43

FIGURE III.6 : RESULTATS DE TEST DE VALIDITE DE L'AJUSTEMENT A LA LOI LOG NORMALE	43
CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	45
CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION	64
FIGURE V.1 : PRESENTATION DU SECTEUR CHOISIE (SOURCE ONID).....	67
FIGURE V.2 : BORNE D'IRRIGATION TYPE EXISTANT (SOURCE ONID).....	68
CHAPITRE VI : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION	76
FIGURE VI.1 : IRRIGATION D'UNE PARCELLE PAR SUBMERSION.....	76
FIGURE VI.2 : IRRIGATION D'UNE PARCELLE A LA PLANCHE.....	77
FIGURE VI.3 : IRRIGATION D'UNE PARCELLE A LA RAI	77
FIGURE VI.4 : L'IRRIGATION D'UNE PARCELLE PAR GOUTTE A GOUTTE	80
CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE	82
CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE	99
FIGURE VIII.1: SCHEMA D'UNE TRANCHEE.	100

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES	2
TABLEAU I.1 : CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DE LA STATION DE SETIF.....	5
TABLEAU I.2 : LES PLUIES MOYENNES ANNUELLES	6
TABLEAU I.3 : DONNEES DES TEMPERATURES RECUEILLIES DANS LA STATION DE SETIF.....	6
TABLEAU I.5 : LES VALEURS DE L'HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR EN %	7
TABLEAU I.6: LA VITESSE DU VENT EN M/S.	7
TABLEAU I.7: NOMBRE DE JOURS DE SIROCCO DURANT L'ANNEE.....	7
TABLEAU I.6: NOMBRE MOYEN DE JOURS DE GELEE BLANCHE.....	8
TABLEAU I.7: MOYENNE MENSUELLE DE L'INSOLATION.	9
TABLEAU I.8 : CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON DE MARTONNE.....	9
TABLEAU I.8 : POPULATION ACTIVE ET POPULATION OCCUPEE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LE PROJET	13
CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE	16
TABLEAU II.1 : REPARTITION DES SOLS SELON LA CLASSE ET LE GROUPE DANS LA ZONE D'ETUDE.....	16
TABLEAU II.2 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	18
TABLEAU II.3 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	21
TABLEAU II.4 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU II.5 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU II.6 : LES APTITUDES CULTURALES ASSOCIES A CHAQUE ZONES	24
CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE	30
TABLEAU III.1 : FICHE SYNOPTIQUE DU RESERVOIR DE BARRAGE DE MAHOUANE.....	31
TABLEAU III.2 : CLASSIFICATION DES EAUX EN FONCTION DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	32

TABLEAU III. 3 : RESULTATS DES ANALYSES DE L'EAU DE BARRAGE D'IGHIL EMDA.....	33
TABLEAU III.4 : CARACTERISTIQUES DE LA STATION PLUVIOMETRIQUE	35
TABLEAU III.5 : SERIE DES PLUIES DE LA STATION DE FERMATO.....	35
TABLEAU III.5 : SERIE DES PLUIES DE LA STATION DE FERMATO.....	36
TABLEAU III.6 : TESTE D'HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE DE LA STATION DE FERMATOU.....	37
TABLEAU III.6 : TESTE D'HOMOGENEITE DE LA SERIE PLUVIOMETRIQUE DE LA STATION DE FERMATOU (SUITE)	38
TABLEAU III.7 : AJUSTEMENT A LA LOI NORMALE	41
TABLEAU III.8 : AJUSTEMENT A LA LOI LOG NORMALE.....	41
TABLEAU III.9 : CALCUL DES PLUIES MENSUELLES POUR L'ANNEE SECHE (FREQ= 80%)	44
CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	45
TABLEAU IV.1 : LES PARAMETRES DONT DEPEND LE CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES	45
TABLEAU IV.2 : EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE (ETO) DE LA ZONE D'ETUDE.....	47
TABLEAU IV.3 : PRECIPITATION EFFICACE DANS LA ZONE D'ETUDE.....	48
TABLEAU IV.4 : OCCUPATION AGRICOLE ACTUELLE	49
TABLEAU IV.5 : GAMME DE CULTURES PROPOSEES A LA ZONE D'ETUDE	50
TABLEAU IV.5 : ASSOLEMENT PROPOSE.....	51
TABLEAU IV.6 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA POMME DE TERRE (SAISON).....	53
TABLEAU IV.7 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'HARICOT	53
TABLEAU IV.8 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA TOMATE	54
TABLEAU IV.9 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'OIGNON ET L'AIL.....	54
TABLEAU IV.10 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DU MAÏS.....	55
TABLEAU IV.11 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'ORGE GRAIN	55
TABLEAU IV.12 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CHOUX	56
TABLEAU IV.13 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES PETITS POIS.....	56
TABLEAU IV.14 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DU CONCOMBRE.....	57
TABLEAU IV.15 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA CAROTTE.....	57
TABLEAU IV.16 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE BLE.....	58
TABLEAU IV.17 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'ORGE EN VERT	58
TABLEAU IV.18 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE L'OLIVIER.....	59
IV.19 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DU PECHER.....	59
TABLEAU IV.20 : CALCUL DES BESOINS EN EAU DE LA POMME DE TERRE (A S)	60
IV.5.1. CALCUL DES BESOINS EN EAU POUR LES ASSOLEMENTS 1 ET 2 :	60
TABLEAU IV.19 : BESOINS EN EAU DE L'ASSOLEMENT 2.....	61
TABLEAU IV.20 : BESOIN EN EAU D'IRRIGATION DES CULTURES.....	63
CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION	64
TABLEAU V.1 : SUPERFICIE, COTE DE LA TETE DU SECTEUR, COTE MAXIMALE, COTE MINIMALE ET COTE MOYENNE PAR SECTEUR D'IRRIGATION	65
TABLEAU V.2 : CHOIX DU DIAMETRE DE LA BORNE.....	69
TABLEAU V.3 : CALCUL DES DEBITS DES ILOTS ET CHOIX DU DIAMETRE DES BORNES.	69
TABLEAU V.4 : LES PARAMETRES DE PERTE DE CHARGE.....	76
TABLEAU V.5 : CALCULS HYDRAULIQUES DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	77
CHAPITRE VI : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION	76
TABLEAU VI.1 : ANALYSE MULTICRITERES DE CHOIX DE TECHNIQUE D'ARROSAGE	81
CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE	82
TABLEAU VII.1 : RESULTAT DE CALCUL PRATIQUE D'ASPERSION	89
TABLEAU VII.2 : CALCUL DES DIAMETRES DE LA CONDUITE TERTIAIRE	97

TABLEAU VII.3 : RECAPITULATIF DES CALCULS HYDRAULIQUES.....	98
CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE	99
TABLEAU VIII. 1: CALCUL DU VOLUME DU DEBLAI.....	102
TABLEAU VIII. 2: CALCUL DU VOLUME DU LIT DE SABLE.	103
TABLEAU VIII. 3: CALCUL DU VOLUME DE REMBLAI.....	103
TABLEAU VIII. 4: ESTIMATION DU COUT DE POSE DE LA CONDUITE D'ADDUCTION.	104
TABLEAU VIII. 5: FACTURE DES DIFFERENTS TYPES DE CONDUITES DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	104
TABLEAU VIII.6 : CALCUL DES DIFFERENTS VOLUMES DU RESEAU DE DISTRIBUTION	104
TABLEAU VIII. 7: EQUIPEMENTS INTERNES DES PARCELLES D'IRRIGATION ASPERSION.	105
TABLEAU VIII. 8: EQUIPEMENTS INTERNES DES PARCELLES D'IRRIGATION LOCALISE.....	106
TABLEAU .9 : LE COUT TOTAL DES TRAVAUX	106

Liste des planches

Planche I :

Planche II :

Planche III :

Planche IV :

Introduction générale

Depuis un certain nombre d'années, le développement de plusieurs phénomènes de dégradation ont été observés, qui affectent gravement l'écosystème en général, et le potentiel agricole en particulier, risquant par-là d'entraver l'activité et la production agricoles.

En Algérie, la plupart des périmètres irrigués sont confrontés aux problèmes de la rareté de l'eau d'irrigation qui diffèrent selon les régions bioclimatique et agro-pédologique, la dégradation avancée du sol suite à l'action conjuguée de l'irrigation non maîtrisée, la salinité des eaux, et la rareté des amendements organiques est remarquable.

L'aménagement de la plaine de Sétif s'inscrit dans le contexte de la politique de développement agricole dont l'objectif est de renforcer les capacités productives des riches terroirs agricoles du pays. En ce sens, l'intensification agricole par l'eau d'irrigation est la condition sine qua non pour accroître, la valeur ajoutée à l'hectare cultivé.

La recherche d'une meilleure valorisation des potentialités agricoles de la plaine répond à une stratégie double : améliorer sensiblement les revenus des exploitants agricoles et réduire la dépendance alimentaire .

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

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 :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

Chapitre I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

I.1.Introduction :

Lors de la réalisation d'un réseau d'irrigation, une étude détaillée des principaux facteurs climatiques et géographique est indispensable, cette étude va nous permettre de caractériser la zone d'étude et nous aide à connaître la nature du climat de la zone.

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

I.2.localisation et Présentation de la zone d'étude

I.2.1.Situation géographique :

La zone d'étude se trouve à l'est de l'Algérie à 300 km à l'est d'Alger comprise entre les parallèles **35° 48' 46''(nord)** **5° 06' 05'' (est)** , s'étendent entre les wilayas de Sétif et Bordj Bou Arreridj. Zone de haut plateau entre les 800 et les 1000 m de hauteur, la région est connue géographiquement comme les hautes plaines Sétifiennes,La zone étudiée possède une superficie brute (sols irrigables et non irrigables) de **28.224** hectares. Nous avons distingué 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 Arreridj.

I.2.2.Limite géographique :

La zone d'étude occupe une superficie de 15.764 ,80 ha,le périmètre est limité par :

- la ville de Khelil (N-O).
- la ville de Mahdia (N).
- Ain Amat (N).
- les montagnes de Hodna(N-E).
- Et par la ligne imaginaire liant les villes de Bir Kasd et Ain Tesra (O).

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES



Figure I.1 : plan de situation de la zone de projet (source ONID) Echelle 1/1000 000 ème

I.3.Voies de communications :

Les principales voies de communication traversant la zone d'étude sont la RN 5 d'Alger à Constantine et les CW 64A de Bir Kasd Ali à Ain Melila, CW 38 entre Bir Kasd Ali et Ain Taghrout, CW 63 entre Ain taghrout et Bougaa, CW 140 qui unit la RN 5 et la CW 140A qui unit Mezloug et la CW 64, la RN 28 qui unit Sétif avec Mezloug et Ain Oulmane et la CW 113 qui unit Guellal et Guidjel. La zone n'est pas excessivement fragmentée par des voies de communication et non plus par des zones urbaines nombreuses ni grandes, prédominant les terrains agricoles.

Il faut remarquer le passage par la zone d'étude de la future autoroute Est-Ouest, qui traversa le périmètre d'irrigation par le sud au niveau de Bir Kasd Ali et sortira au-dessus de celui-ci au niveau du barrage d'Ain Zada.

I.4.Réseau hydrographique :

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

1- Zone de Mezloug :

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

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

2- Zone intermédiaire :

- OuedBouSellam
- OuedTixter

3- Zone d'AinTaghrout :

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

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 .

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

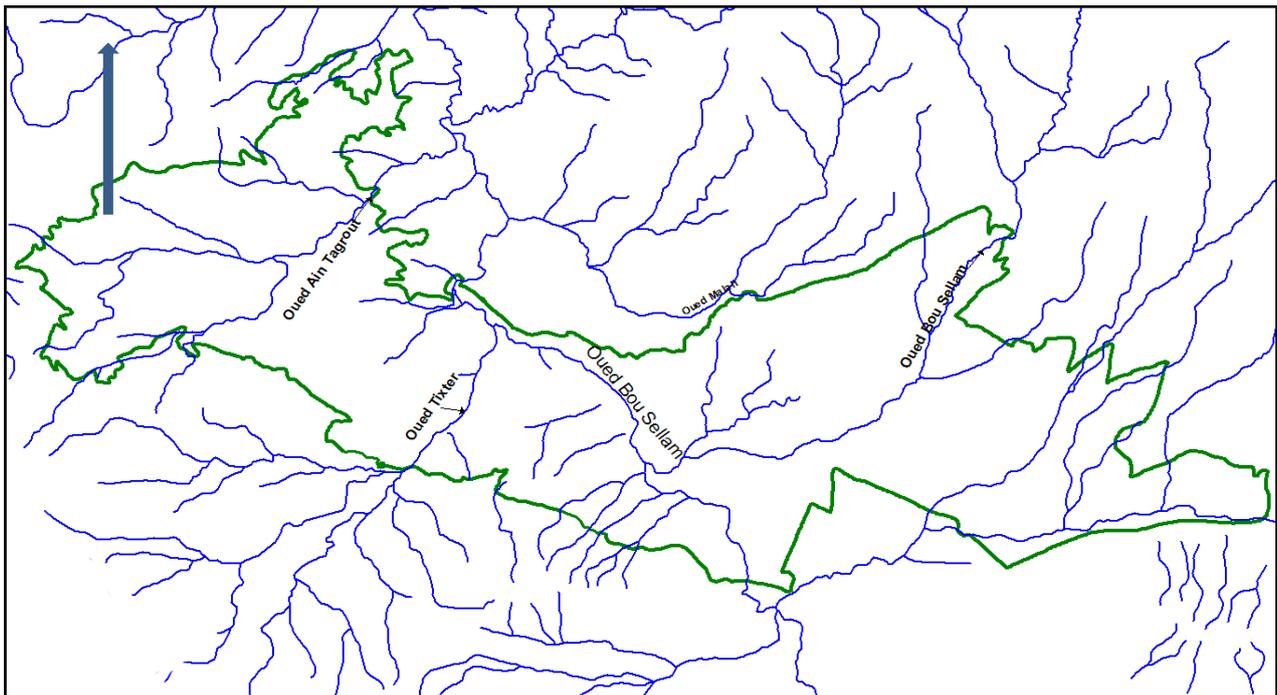


Figure I.2 : Chevelu hydrographique des plaines Sétifiennes échelle (1\500 000)

I.5. Aperçu Géologique :

La formation géologique dans les plaines Sétifiennes est caractérisée par des formations quaternaires et quelques formations calcaires, cependant on rencontre aussi des formations du moi pliocène à l'ouest de la zone d'étude.

Dans ce contexte nous présentons les formations ainsi que la lithostratigraphie et les structures des domaines de la région à l'étude

- **Le quaternaire**

Les formations quaternaires se localisent, sur la bordure méridionale et au centre de la feuille, à l'Est de la feuille et sur les revers septentrionaux des monts du Hodna. Elles sont représentées par des éboulis et formations de pentes, des alluvions récentes, des glaciers polygéniques, des formations du Villafranchiens, des sebkha et sols sales, des formations dunaires et tufs hydrothermaux. Ces formations reposent en discordance angulaire sur les formations les plus anciennes.

Les formations quaternaires récentes sont représentées par une alternance d'argiles et de marnes à passées de graviers associés à des calcaires lacustres. Ce sont les formations les plus caractéristiques des hautes plaines Sétifiennes.

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

- **Le Mio-pliocène:**

Les formations du Mio-pliocène affleurent sur de grandes surfaces, sur l'angle Nord-Est de la feuille et sur les bordures Sud de la nappe de Djamila, affleurent aussi à l'Est et au Sud-est de la feuille. Pour le Mi-pliocène continental elles sont représentées par des marnes, et des cailloutis renfermant des lentilles conglomératiques et des niveaux de sel ou gypse, et des calcaires lacustres pour le Miocène marin, il s'agit des grès calcareux, des calcaires gréseux, des brèches et des conglomérats. L'ensemble repose en discordance angulaire sur le Crétacé supérieur.

I.6.Climatologie :

L'amélioration de la production agricole exige une connaissance approfondie des conditions climatiques idéales pour chaque culture .

Il existe plusieurs facteurs climatiques qui affectent la production des cultures et qui sont des facteurs écologiques liés aux circonstances atmosphériques et météorologiques dans une région donnée.

La zone d'étude fait partie des hautes plaines Sétifiennes, elle 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 et chaud (sirocco).

Le choix de la station :

Les caractéristiques climatiques de la zone d'aménagement du périmètre d'irrigation, sont adoptées conformément aux données de les stations météorologique de Sétif.

Tableau I.1 : caractéristiques géographiques de la station de Sétif

Nom de la station	Code	Cordonnées	Altitude
Sétif	60445	36,18°N 5,42°E	1038m

- **Précipitation :**

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

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

L'appréciation de la pluviométrie a été faite sur la base des observations des hauteurs de pluies enregistrées sur la station la plus représentative en l'occurrence celle de Sétif située dans le chef-lieu de la wilaya.

Les données pluviométriques sont données dans le tableau suivant (périodes de relevés de 1969 - 2010

Tableau I.2 : les pluies moyennes annuelles

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total (année)
Pluies (mm)	27.4	29.7	35.1	39.4	33.2	35.7	43.8	44.3	45.6	21.8	8.4	9.9	374,3

(Source : O.N.I.D)

Les pluies mensuelles moyennes de la station de Sétif citées dans le **Tableau I.2**, montrent d'appréciables quantités d'eau dans la saison hivernale et on peut aussi constater qu'à partir d'hiver les plus orageuses font leurs apparitions.

On estime une pluie moyenne annuelle égale 374,3 mm ,on peut dire que l'agriculture dans ces conditions est limitée par ce facteur pluviométrique.

- **Température :**

Tableau I.3 : Données des températures recueillies dans la station de Sétif

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmin°C	-3.03	-2.86	-1.86	-0.36	1.98	8.64	12.9	12.98	9.24	4.58	0.81	-1.52
Tmax°C	15.5	18.16	20.5	24.59	30.63	35.66	37.67	37.19	33.36	27.63	21.13	16.31
Tmoy°C	6.23	7.65	9.32	12.11	16.31	22.15	25.3	25.09	21.3	16.11	10.97	7.39

(Source : ONM)

Les températures moyennes de l'air varient de 6.23°C en hiver à 25.3°C en été, sont caractéristiques d'un climat semi-aride. L'hiver est froid notamment pendant les mois de janvier avec une température minimale moyenne de -3.03°C. Par contre, l'été se caractérise par une température moyenne maximale durant le mois de juillet qui avoisine les 37.7° C, avec une température moyenne annuelle égale 14.99°C.

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

• 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 Setif

Tableau I.5 : les valeurs de l'humidité relative de l'air en %

Mois	sep	Oct	nov	dec	jan	fev	mar	avrl	mai	juin	juil	aout
humidité	85	73	81	85	83	77	76	72	65	62	52	50

• Vent

Les vents influent considérablement sur l'évapotranspiration, de plus ils représente 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 de vent est de 2.9 m/s. la fréquence de direction du vent est présenté dans le tableau suivant :

Tableau I.6: La vitesse du vent en m/s.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	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.7: Nombre de jours de sirocco durant l'année.

Mois	Jan	Fé	Ma	A	Mai	J	J	Ao	Sep	Oct	Nov	Déc
Jours	0	0	1	2	1	2	3	2	2	2	1	0

Source : O.N.I.D

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

- **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'enselement**

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

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

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

Mois	sep	Oct	nov	dec	jan	Fev	Mar	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.7. Les caractéristiques bioclimatiques :

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui reposent sur la température et la pluviométrie de la zone.

I.7.1. Indice de Martonne:

L'indice d'aridité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat:

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

Avec :

I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle en °C.

Tableau I.8 : Classification du climat selon de Martonne

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent Indispensable
20<I<30	Relativement humide	Parfois utile
I>30	Humide	Inutile

Dans notre cas, nous avons :

$$IA = \frac{374.3}{14.99 + 10}$$

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

$I_A=23.41$ donc notre zone appartient au type de climat relativement humide ou l'irrigation est parfois utile.

I.7.2. Quotient pluviométrique 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

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2} \cdot (M-m)} = \frac{2.1000.p}{M^2-m^2} \dots\dots\dots(1.2)$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m: moyenne des températures minimales (Kelvin).

M (kelvin) = $M(^{\circ}C) + 273$

$$Q = \frac{1000.374.3}{\frac{310.67 + 269.97}{2} \cdot (310.67 - 269.97)}$$

$Q = 41.68$

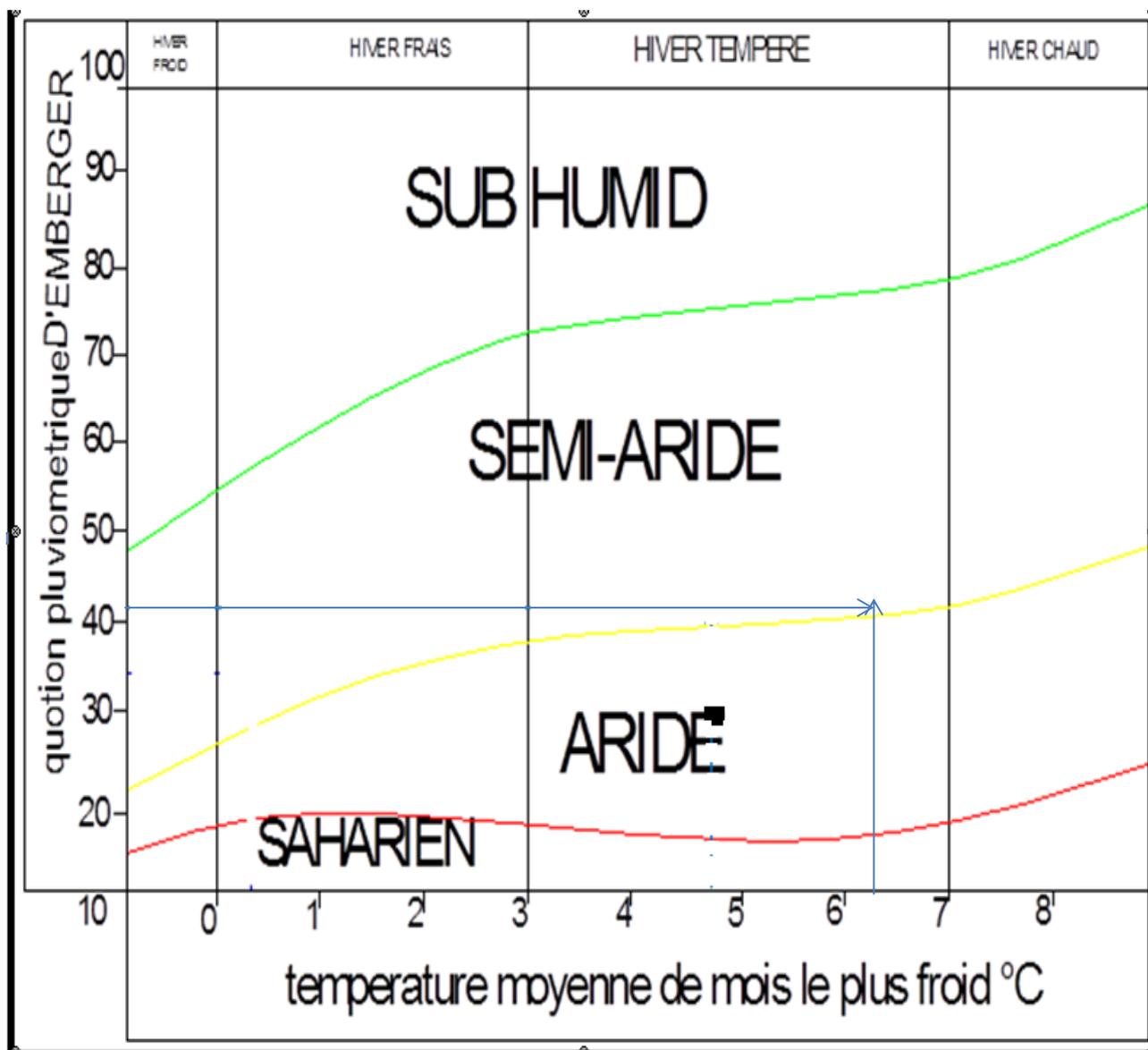


Figure I.4 : diagramme d'Emberger (plaine Sétifienne)

I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est-à-dire quand le rapport $P/T < 2$, ce 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'interaction des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

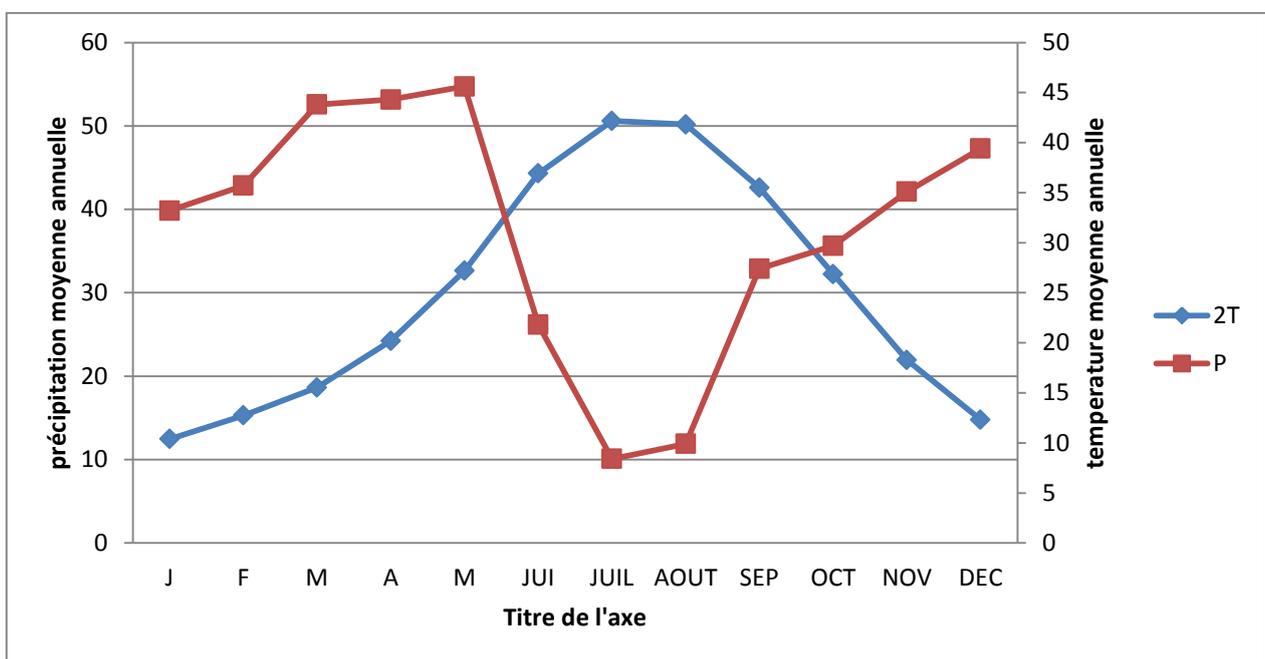


Figure I.5 : le Climogramme de Gaussen

D'après le graphe on remarque que la durée de la saison sèche dure 5 mois s'étalant de Juin jusqu'au mois d'Octobre ce qui rend l'irrigation des terres indispensable dans cette période et la saison humide est de 7 mois allant de Novembre jusqu'au mois de Mai.

I.8. Etude agro-socio-économique : argumentation du projet

I.8.1. Situation actuelle

L'analyse de la situation actuelle de la plaine de Sétif montre que l'activité agricole dans la zone, est restée traditionnelle. Les céréales, les bovins et les ovins constituent les principales activités. Cependant, on assiste, notamment depuis l'avènement du PNDA, à un dynamisme agricole naissant matérialisé, souvent, par la pratique d'une irrigation moderne (aspersion et goutte à goutte).

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

Malgré la dominance d'un système de production déterminé par un assolement biennal (céréales – jachère) en association avec l'élevage bovin et ovin, on observe une volonté des agriculteurs à diversifier leur systèmes de cultures.

I.8.2. Main d'œuvre active

L'offre d'emploi dans les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj semble insuffisante, eu égard au taux de chômage estimé à 21%.

Ce taux de chômage est fort et constitue un problème social dans la mesure où cette force de travail peut – être source d'exode rural et/ou d'émigration. D'ailleurs les taux de chômage dans certaines communes sont supérieurs à ceux calculés pour l'ensemble des wilayas.

Tableau I.8 : Population active et population occupée des communes concernées par le projet

Communes	Pop Active	Pop Occupée	Aides familiaux	Pop en Chômage	T%
Mezloug	4 370	2 457	800	1 113	25,47
Guellal	5 992	2 675	1 400	1 917	31,99
Guedjel	8 665	4 868	1 850	1 947	22,47
Ain Taghrout	-	3 564		-	-
Bir Kasdali	-	2 831		-	-

Source : D.P.A.T , Sétif et Bordj Bou Arreridj, 2006

On remarque que le taux de chômage dans les communes rurales est très fort, il dépasse la moyenne de la wilaya.

I.8.3.situation projetée

Le développement de la plaine de Sétif, aujourd'hui, est une nécessité économique et sociale.

D'un point de vue économique, le secteur industriel ou en projet dans la région, à savoir dans les wilayas de Sétif et de Bordj Bou Arreridj, ne peut que profiter du projet d'intensification agricole par le biais de l'irrigation qui viendrait renforcer les capacités de production agricole. En effet, la relance d'une meilleure croissance industrielle en amont (production de matériel agricole et d'irrigation) dans la région, dépend des investissements consentis à l'agriculture. Aussi, il ne faut pas oublier le secteur de transformation agro – alimentaire, qui constitue un large débouché pour les produits agricoles

D'un point de vue social, la relance économique dans le secteur agricole, par la multiplication de projets d'irrigation agricole, est une aubaine inespérée pour réduire le chômage endémique dans la région. La relance d'une activité agricole intensive va avoir besoin de "bras". Le nombre d'emplois permanents ou saisonniers qui seront créés par le projet, contribuera à la réduction du chômage.

CHAPITRE I :ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

Malgré la dominance d'un système de production déterminé par un assolement biennal, (céréales – jachère) en association avec l'élevage ovin, on observe une volonté des agriculteurs à diversifier leur systèmes de cultures.

Les cultures maraîchères (pomme de terre), même si encore, elles restent marginales, comparativement aux céréales, constituent des cultures rentables pour l'agriculteur.

I.9.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons constaté que 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 et chaud (sirocco).

Le régime des précipitations est assez irrégulier au cours des années. Il tombe environ 450 mm de pluie dans les plaines.

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1.Introduction

L'eau et le sol sont deux éléments nécessaires pour l'agriculture. Cette dernière doit permettre à l'Homme de répondre à des besoins alimentaires croissants liés à la croissance démographique.

Le sol n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle humaine, c'est pour cela que l'Homme doit trouver des solutions pour étendre ses régions cultivées tout en préservant les sols.

Le but principale de ce présent chapitre est la connaissance précise de la couverture pédologique afin de différencier les sols à mettre en valeur pour l'irrigation et ceux à protéger de la dégradation, en accord avec les besoins exprimés par la population concernée .

II.2.Classification des sols

La prospection pédologique et l'analyse des différents échantillons prélevés ont révélées l'existence de quatre classes de sols de la CPCS :

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.

- Sols peu évolués
- Sols calcimagnésiques

Tableau II.1 : répartition des sols selon la classe et le groupe dans la zone d'étude

classe	groupe	Superficie (ha)	% sol naturel
Sols peu évolués	D'apport alluvial	3917.92	14.79
Sols calcimagnésiques	Bruns calcaires peu différencié	9842.51	37.16
	Brauns calcaires différencié	11815.28	44.60

II.3.caractéristiques morphologiques et analytiques des sols

II.3.1. Sol Peu évolué

Les sols peu évolués se trouvent à travers toute la zone d'étude. Elle comprend des sols d'apport alluvial (lits majeur et mineur de l'oued et de ses affluents, basses terrasses et zones d'épandage) et colluvial (terrasses et versants des collines environnantes).

Profil n°01 :

Wilaya : Bordj bou arreridj

Commune : Ain taghrout

Lieu dit : Ain taghrout **Cartographie (coordonnées lambert) :**

X (m): 688194

Y (m) :3998325

altitude (m) :928

Forme du relief : versant

Dynamique de la forme : stable

Situation du profil : moitié de forme

Classe de drainage : bien drainé

Etat d'humidité : légèrement humide

Végétation : jachère précédent à céréale

Occupation des sols : agricole

Matériel original : sédiments détritique

Salinité : non salin

Classification C.P.C.S : sol peu évolué , non climatique , d'apport alluviale , verticale , alluvions anciennes, profond, argileuse .

Description des horizons :

0-30 cm :

Etat d'humidité : légèrement humide. **Couleur de la matrice (humide):** 10YR 4/4.**taches :** sans.

Etat d'oxydo réduction: oxydation. **Elément grossier (% total):** 1-5,non décrite. **Texture :** argileuse/limono-argileuse. **Structure :** polyédrique subangulaire, faible, moyenne. **Friabilité :** friable. **Compacité :** peu compacte. **Accumulation :** sans.

Système de racine : fréquentes, moyennes et fines. **Teste de terrain (HCl 11 %) :** haut. **Activité biologique :** peu d'activité, déjections **limite :** abruptes par culture, planes.

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

30-95 cm :

Etat d'humidité : légèrement humide. **Couleur de la matrice (humide)**: 10YR 5/4. **Taches**: sans.

Etat d'oxydo-réduction : oxydation. **Elément grossier (% total)**: 1-5, non décrite. **Texture** :

limono-argileuse. **Structure** : polyédrique subangulaire, faible, grand. **Friabilité** : friable

compacité : compacte. **Accumulation** : sans. **Système de racine** : moyennes et fines. **Teste de**

terrain (HCl 11 %): haut. **activité biologique** : peu d'activité **limites** : graduelles, planes.

95-150 cm :

Etat d'humidité : légèrement humide. **Couleur de la matrice (humide)**: 10YR 5/4. **Taches** :sans.

Etat d'oxydo-réduction : oxydation. **Elément grossier (% total)**: 6-15, non décrite. **Texture** :

limono-argileuse. **Structure** : polyédrique subangulaire, faible, moyenne. **Friabilité** : friable.

Compacité : compacte. **Accumulation** : sans. **Système racinaire** : peu de racines, moyennes et

fines. **Teste de terrain (HCl 11 %)**: haut. **Activité biologique** : peu d'activité.

Tableau II.2 : Résultats des analyses physico-chimiques

Profondeur (cm)	00-30	30-95	95-150
Argiles (%)	63	62	44
Limons fins (%)	23	23	29
Limons grossiers (%)	9	11	18
Sables fins (%)	3	3	8
Sables grossiers (%)	1	1	1
Matière organique (%)	0.98	0.84	0.69
Azote total (%)	0.12	0.11	0.11
Carbone total (%)	0.57	0.49	0.4
C/N	5	4	4
pH	7.68	7.78	7.75
Conduct.P.S (mmhos/cm)			
Calcaire total (%)	27.6	26.8	26.8
Calcaire actif (%)	14.87	15.12	14.37
P ₂ O ₅ total (ppm)	-	-	-
P ₂ O ₅ assimilable	4.49	-	-

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

(ppm)			
K₂O total (%)	11.24	7.5	11.24

II.3.2. Sol Calcimagnésiques

Ils sont très répandus dans les plaines. Ils ont été observés sur tous les versants et glacis de la plaine développés sur des accumulations calcaires (encroûtement calcaire, croûte calcaire, dalle calcaire, niveaux de nodules calcaires,..).

Profil n°2 :

Wilaya : Bordj bou arreridj

Commune : El ghoul

Lieu dit : Ain taghrout

Cartographie (coordonnées lambert) :

X (m): 693238

Y (m) :3994794

altitude (m) :903

Forme du relief : versant

Dynamique de la forme : stable

Situation du profil : moitié de forme

Classe de drainage : bien drainé

Etat d'humidité : légèrement humide

Végétation : jachère

Occupation des sols : agricole

Matériel original : sédiments détritique

Salinité : non salin

Classification C.P.C.S : .calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire peu différencié , modal, marnes, profond, limono-argileuse.

Description des horizons :

00-30 cm :

Etat d'humidité : légèrement humide **couleur de la matrice (humide):** 10YR 4/4.**taches :** sans.

Etat d'oxydo-réduction: oxydation. **Elément grossier (% total):** 1-5,non décrite. **Texture :** équilibrée. **Structure :** polyédrique subangulaire, modérée, moyenne. **friabilité :** friable.

Compacité : peu compacte. **Accumulation :** sans.**système de racines :** fréquentes, fines et très

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

fines. **Teste de terrain (HCl 11 %):** haut. **activité biologique :** peu d'activité. **limites :** abruptes par culture, planes.

30-58 cm

Etat d'humidité : légèrement humide. **Couleur de la matrice (humide):** 10YR 4/3. **taches :** sans. **état d'oxydo-réduction:** oxydation. **Element grossier (% total):** 6-15, non décrite. **Texture :** équilibrée. **Structure :** polyédrique subangulaire, forte, avec substructure de faune, moyenne. **Friabilité :** friable. **Compacité :** très compacte. **Accumulation :** sans. **Système de racines :** fréquentes, fines et très fines. **Test de terrain (HCl 11 %):** haut. **Activité biologiques :** importante, galeries remplies. **Limites :** nettes, planes.

58-98 cm

Etat d'humidité : -. **Couleur de la matrice (humide):** non décrite. **taches:** sans. **état d'oxydo-réduction :** oxydation. **Elément grossier (% total):** 36-70, non décrite. **texture :** équilibrée. **Structure :** sans structure par abondance d'éléments grossiers. **friabilité :** -. **compacité :** -. **accumulation :** 2-20, pseudo-mycélium et pendent, non décrite, CaCO₃. **système de racines :** peu de racines, fines et très fines. **Test de terrain (HCl 11 %):** très haut. **activité biologique :** non décrite. **Limites :** nettes, planes. **Horizon diagnostique (SSS 1999):** Calcique.

98-123 cm

Etat d'humidité : légèrement humide **couleur de la matrice (humide):** non décrite. **Taches :** sans. **Etat d'oxydo-réduction:** oxydation. **Elément grossier (% total):** 1-5, non décrite. **Texture :** limoneuse. **Structure :** polyédrique subangulaire, faible, fine. **Friabilité :** friable. **Compacité :** compacte. **Accumulation:** 2-20, pseudo-mycélium, pendent et revêtements, non décrite, CaCO₃. **système de racines :** peu de racines, fines et très fines. **Test de terrain (HCl 11 %):** très haut. **Activité biologique :** importante, galeries remplies. **Limites :** nettes, planes. **Horizon diagnostic (SSS 1999):** Calcique.

Tableau II.3 : Résultats des analyses physico-chimiques

Profondeur (cm)	00-30	30-58	58-98	98-123
Argiles (%)	32	43	-	50
Limons fins (%)	12	10	-	10
Limons grossiers (%)	29	22	-	26
Sables fins (%)	24	21	-	14
Sables grossiers (%)	3	3	-	1
Matière organique (%)	1.41	1.67	1.12	1.12
Azote total (%)	0.12	0.12	0.07	0.06
Carbone total (%)	0.82	0.97	0.65	0.65
C/N	7	8	9	11
pH	8.20	8.24	8.27	8.32
Conduct.P.S (mmhos/cm)	-	-	-	-
Calcaire total (%)	30	34.4	54.8	46.8
Calcaire actif (%)	13.62	17.5	18.37	17.5
P₂O₅total (ppm)	-	-	-	
P₂O₅ assimilable (ppm)	66.6	47.46	37.89	28.33
K₂O total (%)	18.4	20.47	15.36	10.16

II.4. Caractéristique du Sol :

- **Texture et structure**

Les résultats d'analyses donnent des textures moyennes à fines et très fines pour la plupart des sols représentant les différentes unités pédologiques. Cependant, les sols bruns calcaires (peu différenciés et différenciés) présentent des textures moyennes dans les horizons de surface.

On enregistre, le plus souvent, des taux d'argiles élevés favorisant le développement des structures massives à sous structure polyédrique en profondeur, relevé surtout dans les sols peu évolués et les sols hydromorphes. Ces structures massives apparaissent le plus souvent à niveau peu profond (à partir de deuxième horizon) : ceci constitue une contrainte physique à la pénétration racinaire en profondeur. En plus, ces sols argileux se caractérisent par une forte cohésion.

Point de flétrissement et capacité de rétention :

point de flétrissement :

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

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

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

13 à 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%.

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 %.

c) 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.

d) Capacité d'échange cationique (CEC) :

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

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

II.5. Aptitudes Culturelles des Sols en Irriguées

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 culturelles 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.

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

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.6 : les aptitudes culturales associés a chaque zones

Zones		Zone I	Zone II
Propriétés		Sont des sols profonds , à dominance limoneux-argileuse permeable , bine aérés	Sont des sols moyennement profonds, structure généralement favorable
aptitudes	Les cultures maraichères	Tomate,oignon,ail,pomme de terre,haricot,carotte, petit pois, Choun 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	Pécher Pommier Olivier	olivier

II.5. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude, la formation des sols de la zone d'étude, s'est effectuée dans la voie calcimorphe : ce sont des sols le plus souvent carbonatés, liés aux roches calcaires et au climat semi-aride en relation à cela, les sols les plus représentatifs sont les sols de la classe des sols calcimagnésiques qui présentent les caractéristiques suivantes :

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

il y a un avantage à irriguer toutes les terres qui, en raison de leur situation géographique et topographie et leurs caractéristiques, sont susceptibles d'être irrigués

CHAPITRE III : Ressources en eau et Hydrologie

III.1.Introduction

Les ressources hydriques représentent un facteur très important dans un projet d'aménagement hydro-agricole, ce qui nous conduit avant d'entamer le dimensionnement de notre réseau, à localiser, quantifier et classer les ressources d'eau disponible nécessaire pour l'irrigation dans le bassin versant auquel appartient notre zone d'étude.

Dans une seconde partie de ce chapitre on va s'intéresser à l'analyser des pluies, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole L'étude porte sur l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques, et la détermination de l'année de calcul.

III.2.Ressources en eau

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.

La ressource en eau provient du système de transfert qui est composé de l'ouvrage principal qu'est le barrage de Mahouane dans la Wilaya de Sétif. Le barrage de Mahouane est la seule source d'eau pour le périmètre des plaines Sétifiennes. Il est situé à 14km au nord du périmètre d'irrigation sur le tracé de l'actuelle route RN-75.

Ce barrage fonctionnera à mode de réservoir d'eau, puisque la plupart d'eau de celui-ci proviendra du transvasement du barrage d'IghIL Emda, situé à 29 km environ au nord .la dotation d'eau de transvasement est de 121 hm³ par an, avec un apport testimonial du bassin versant du propre barrage de Mahouane estimé en 2,6 hm³ environ par an.

III.2.1.Caractéristiques principale du barrage :

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

Des 121 hm³ annuels nommés dans le tableau ci-dessous, dont 88,9 hm³ approximativement seront destinés à l'irrigation du périmètre et les 33 hm³ restant seront destinés à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Sétif.

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

Tableau III.1 : fiche synoptique du réservoir de 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



Figure III.1 : barrage de Mahouane

III.2.2. Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage

L'eau d'irrigation qu'elle provienne de rivière, de barrage ou de source ou qu'elle soit pompée dans les nappes, n'est jamais pure ; elle contient des sels dissous qui suivant leurs concentration, peuvent

affecter les sols 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 composition chimique d'une eau doit donc être examinée en fonction de son impact sur les terres et les plantes.

III.2.2.1. Les limites admissibles:

La classification des eaux d'après la qualité chimique est établie selon le diagramme de caractérisation et de classification de la qualité d'eaux d'irrigation de Saline et AlcalSoils (1945) coïncidant dans sa totalité avec les critères de Blasco et De la Rubia (1973), et suivant deux critères :

- Conductivité électrique (CE)
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR).

• **La conductivité électrique:**

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 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risquemoyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risqueélevée
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très

Avec :

- C1 : convient pour toutes les cultures
- C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
- C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau de barrage prévue pour l'irrigation du périmètre des plaines Sétifiennes a une conductivité électrique moyenne $CE = 0,760 \text{ mmhos/cm}$.

- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) :

Le danger d'alcalinisation est exprimé par la valeur du SAR, qui s'exprime comme suit :

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

Ca^{++} , Mg^{++} et Na^+ sont exprimés en meq/l

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 : Résultats des analyses de l'eau de barrage d'Ighil Emda

Elements	Ca	Mg	Na
mg/l	70	26	17
meq/l	3,5	2,17	0,74

Source : ANRH

A.N :

SAR=0.44

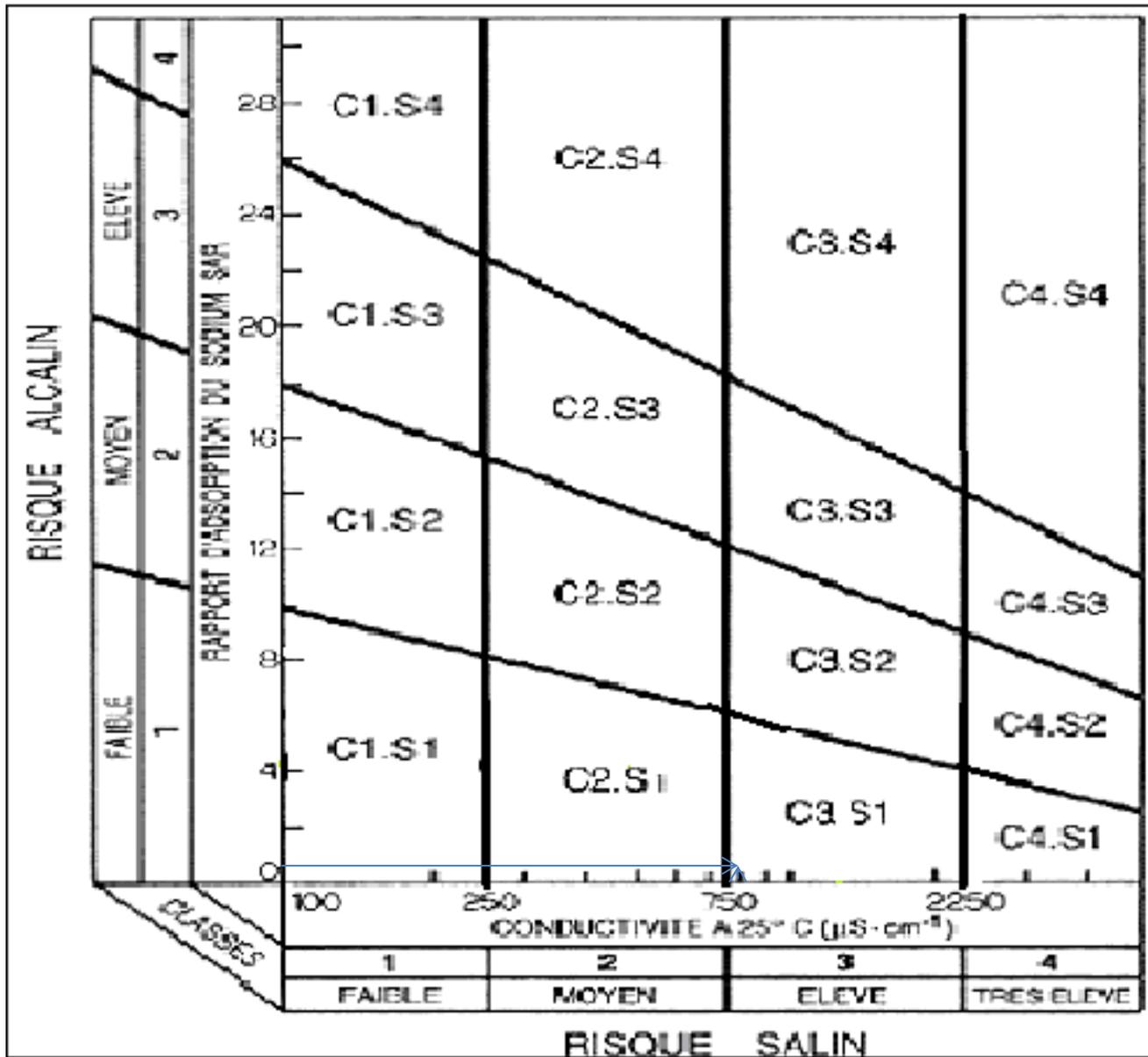


Figure III.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

D'après les valeurs moyennes de la CE et du SAR des résultats d'analyse d'eau, l'eau destinée à l'irrigation de périmètre des plaines Sétifiennes est classée en C3 S1, classe S1 la quantité de sodium est quantifiée de faible, cette eau ne posera pas de problèmes sauf éventuellement aux arbres fruitière, classe de salinité C3 la salinité est qualifiée de moyennement forte

Il est à noter que les normes proposées par cette classification sont reconnues comme très sévères, car plusieurs essais ont montré l'utilisation des eaux salées qualifiées de dangereuses, tout en obtenant des résultats satisfaisants. Toutes fois une attention particulière sera accordée au traitement des eaux industrielles afin de préserver une meilleure qualité de l'eau sans risque de contamination.

III.3. Etude Hydrologique

Il est impératif de connaître avec précision le bilan hydrique de la région à laquelle appartient notre zone d'étude afin de déterminer le déficit sur les cultures pratiquées, conclure les besoins en eau nets et brutes pour définir le volume réel des besoins en eau d'irrigation ensuite le dimensionnement du réseau de distribution.

III.3.1. Choix de la Station Pluviométrique

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

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 pluvio	code	Coordonnées Lambert			altitude	Période d'obsrvt	Nombre d'années d'obsrvt
		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 : Série des pluies 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

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

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

Tableau III.5 : Série des pluies de la station de Fermato

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

On remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations saisonnières et interannuelle, L'étude de l'évolution des précipitations ne peut pas utiliser les données hétérogènes. Plusieurs méthodes statistiques permettent de tester l'homogénéité des séries pluviométriques avant utilisation.

III.3.3. Etudes de l'homogénéité de la série pluviométrique

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données utilisées. L'information de base quant à sa qualité revêt une très grande importance. On ne peut espérer à des résultats concluants si la donnée de base n'est pas fiable. De ce fait, l'analyse hydrologique se base sur l'exploitation de données, présentées souvent sous forme de séries statistiques et sujettes la plupart du temps à des erreurs qu'on appelle erreurs systématiques, qu'il convient de détecter et de corriger pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant:

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

- On divise la série complète en deux sous séries : Y et X tel que : N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N1 > N2:
- On constitue par la suite, la série (Y union X) après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95% (Touaibia,2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

W_y : somme des rangs de sous série ayant la taille supérieure

$$W_{\min} = \left[\frac{(N1+N2+1) \times N1 - 1}{2} - 1,96 \times \frac{N1 \times N2 (N1+N2+1)^{0.5}}{12} \right] \dots \dots \dots (III.2)$$

$$W_{\max} = \left[(N1+N2+1) \times N1 - W_{\min} \right] \dots \dots \dots (III.3)$$

Tableau III.6 : teste d'homogénéité de la série pluviométrique de la station de Fermatou

Rang	Série d'origine	Série Y(mm)	Série X(mm)	Tri (mm)	Y (union) X
1	533.7	533.7	495	136.2	Y
2	305.5	305.5	265	228.6	Y
3	429.1	429.1	526,9	244.5	Y
4	410.8	410.8	510.3	244.9	Y
5	244.5	244.5	320.7	262.8	X
6	302.8	302.8	345.5	265	X
7	492.3	492.3	262.8	278.8	X
8	244.9	244.9	726.8	302.8	Y
9	136.2	136.2	609.4	305.5	Y
10	228.6	228.6	423.5	306.4	Y
11	399.8	399.8	370.4	319.2	Y
12	335.2	335.2	331.8	320.7	X
13	530.5	530.5	278.8	322.6	Y
14	344.7	344.7	438.3	331.8	X

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

15	319.2	319.2	392.7	335.2	Y
16	523	523		341	Y
17	410.6	410.6		344.7	Y
18	370.5	370.5		345.5	X
19	322.6	322.6		370.4	X
20	489.1	489.1		370.5	Y
21	306.4	306.4		392.7	X
22	574.1	574.1		399.8	Y
23	524	524		410.6	Y
24	445	445		410.8	Y
25	341	341		423.5	X
26	438.7	438.7		429.1	Y
27	495			438.3	X
28	265			438.7	Y
29	526.9			445	Y
30	510.3			489.1	Y
31	320.7			492.3	Y
32	345.5			495	X
33	262.8			510.3	X
34	726.8			523	Y
35	609.4			524	Y
36	423.5			526.9	X
37	370.4			530.5	Y
38	331.8			533.7	Y
39	278.8			574.1	Y
40	438.3			609.4	X
41	392.7			726.8	X

Tableau III.6 : teste d'homogénéité de la série pluviométrique de la station de Fermatou (suite)

$$W_y = 1+2+3+4+8+9+10+11+13+15+16+17+20+22+23+24+26+28+29+30+31+34+35+37+38+39$$

$$W_y = 525$$

$$W_{\min} = 132.68$$

$$W_{\max} = 959.32$$

Donc : $132.68 < W_y < 959.32$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de Fermatou est homogène.

III.3.4. Ajustement statistique des pluies

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses, ceci est dû à la faible variabilité interannuelle pour certaines stations. Dans notre cas, on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de pluies annuelles sont les suivantes :

- **Loi de Gauss ou loi normale.**
- **Loi de Galton ou loi log normal**

III.3.4.1. Ajustement des Pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement}) \dots\dots\dots$$

u Est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale
- Variable réduite de gauss u
- Calcul des caractéristiques empiriques de loi \bar{x} ; σ ; Cv ; Cs
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien.

Avec :

L'équation de la droite de Henry est :

$$x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%} \dots\dots\dots$$

\bar{x} : Moyenne arithmétique

$x_{p\%}$: Précipitation de probabilité P%

σ : Écart type

Cv : Coefficient de variation

Cs : Coefficient d'asymétrie

III.3.4.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton)

On dit qu'une Variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque : $Y = \ln X$ est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

Avec la valeur réduite u est donnée par : $u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$ (III.4)

L'équation de la variable réduite présente sous forme de : $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$ est l'équation d'une droite sur un papier Gausso-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé de l'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale : \bar{x} et σ
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique $\overline{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$
- Report des valeurs sur papier Gausso-logarithmique
- Détermination de la droite de Galton $\ln xp\% = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$. (III-5)

Avec $xp\%$: précipitation probable à P%.

$\overline{\ln x}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\sigma_{\ln x}$: La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

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

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

Pour le l'ajustement on a utilisé le logiciel HYFRAN nous avons :

Tableau III.7 : ajustement à la loi normale

T=1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
	P.Retour	fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance
10	0.90	551	25.3	501	600
5	0.80	498	21.8	455	541
2	0.50	398	18.7	361	434
1.25	0.2	297	21.8	254	340

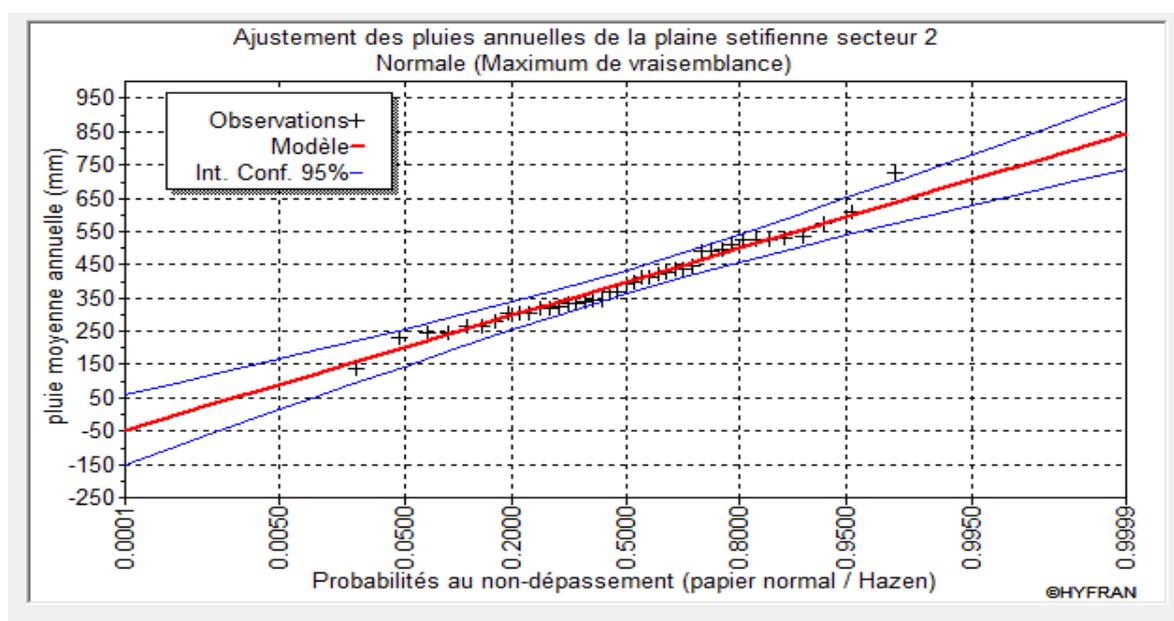


Figure III.3 : ajustement des pluies annuelles à la loi normale

Tableau III.8 : ajustement à la loi log normale

T=1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
	P.Retour	fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance
10	0.90	572	38.8	496	648
5	0.80	497	29.0	440	553
2	0.50	379	19.0	342	416
1.25	0.2	290	16.9	256	323

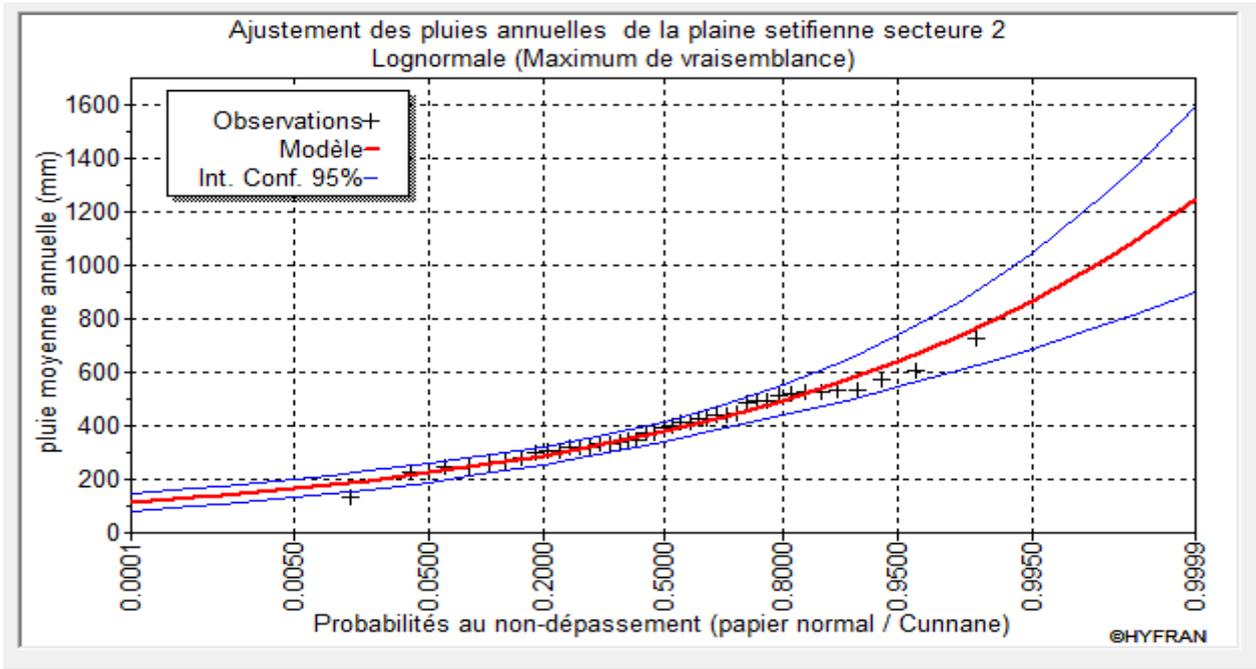


Figure III.4 : ajustement des pluies annuelles à la loi log normale

III.3.5. Test d'adéquation :

Lorsqu'on a procédé à un ajustement d'une loi de probabilité théorique, le problème qui se pose est de savoir si cette loi s'adapte adéquate. L'examen graphique ne peut suffire, il faut pouvoir tester par le calcul ; la qualité de l'ajustement réalisé. Ce test d'adéquation concernant la validité d'une hypothèse relative à l'accord global d'une distribution empirique avec une distribution théorique spécifiée à priori ou ajustée sur les observations.

L'ajustement obtenu par voie du logiciel HYFRAN représente un calcul correct sans erreurs par comparaison entre l'adéquation et les lois d'ajustement suivant le test de validité de *khi-2* χ^2

Comme critère de comparaison, la variable χ^2 est utilisée pour un risque $\alpha=5\%$ est un nombre de degré de liberté $\gamma=K-1-m$.

Avec :

K : nombres de classes

m : nombre de paramètre de la loi

$$\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^k \frac{(ni - \mu_i)^2}{\mu_i} \dots\dots\dots$$

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

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

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

- **Teste de validité de l'ajustement à la loi Normale :**

Le teste de validité de **khi-2** pour l'ajustement à la loi Normale est fait à l'aide du logiciel HYFRAN.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Résultats	
Résultat de la statistique :	X ² = 7.59
p-value	p = 0.1806
Degrés de liberté :	5
Nombre de classes :	8

Figure III.5 : résultats de Test de validité de l'ajustement à la loi Normale

Résultats	
Résultat de la statistique :	X ² = 5.24
p-value	p = 0.3868
Degrés de liberté :	5
Nombre de classes :	8

Figure III.6 : résultats de Test de validité de l'ajustement à la loi log Normale

Le test de **khi-2** montre que les deux lois présentent une même adéquation sur la table de Pearson

$$\left. \begin{array}{l} \gamma=5 \\ \alpha = 0.05 \end{array} \right\} \Longrightarrow \chi^2 \text{ théorique} = 11.07$$

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

Après examen des ajustements obtenus , il ressort que **la loi log-normale** ajuste mieux la séries des pluies annuelles à la station de FERMATO.

III.4.Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle (fréquence 80%) représentative de la région. On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 290 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 379 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} (\text{chaque mois}) = P_{\text{moy}} (\text{chaque mois}) \times \frac{P_{\text{théorique } (80\%) \text{ annuelle}}}{P_{\text{théorique } (50\%) \text{ annuelle}}}$$

Tableau III.9 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%)

Mois	Jan	Fév	Mars	avril	Mai	Juin	juil.	Aout	sept	Oct	nov	déc.
P _{moy} (mm/mois)	32.42	32.25	34.14	56.79	43.47	39.79	42.97	41.74	36.74	17.6	8.5	9.82
P _{moy80%} (mm/mois)	24.96	24.83	26.29	43.73	33.47	30.63	33.09	32.14	28.29	13.55	6.55	7.56

III.5.Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'analyse des eaux destinées à l'irrigation de notre périmètre , Les eaux du barrage de **Mahouane** qui alimentent notre périmètre appartiennent à la classe C3 S1 , classe S1 la quantité de sodium est quantifiée de faible , cette eau ne posera pas de problèmes sauf éventuellement aux arbres fruitière , classe de salinité C3 la salinité est qualifiée de moyennement forte .

[Tapez le titre du document]

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1. Introduction

Selon Doorenbos et Pruitt (1976) : « Le besoin en eau d'une culture est la hauteur d'eau, en mm, nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établi dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitantes du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données».

L'estimation des besoins en eau d'une façon simple, réaliste et la plus précise possible, permet d'assurer un optimum de consommation en eau pour une production de qualité et une bonne rentabilité. Dans un contexte de valorisation des ressources en eau.

Dans les zones, où les pluies sont insuffisantes. Il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau des cultures, afin de déterminer les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la saison de croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu.

IV.2. Besoins en eau des cultures

Le besoin en eau des cultures dépend de plusieurs paramètres que l'on peut regrouper en trois catégories, chacune représentée par un paramètre global :

Tableau IV.1 : les paramètres dont dépend le calcul des besoins en eau des cultures

Paramètres	composants	Représenté par :
Climatiques	Température, humidité de l'air, vent et ensoleillement	L'ETP
Pédologiques	Texture, structure (infiltrabilité), physicochimie du sol, disponibilité de l'eau de surface (RU)	Le potentiel Hydrique
Biologiques	Caractéristiques propres au végétal	Le coefficient de cultures (K_c)

IV.2.1. Calcul de l'évapotranspiration

- **Evapo - Transpiration de référence (ET_{REF})**

Exprimée en millimètres, L'**ET_{REF}** représente la quantité d'eau qu'évaporée le sol et transpire une végétation courte et verdoyante par jour, recouvrant complètement le sol (type gazon), de hauteur uniforme (12 cm) et qui ne manque jamais d'eau. Cette donnée est encore parfois nommée ETP. Autrement dit c'est la limite maximal de l'évapotranspiration.

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_{REF}** 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 (ET₀) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots(IV.5)$$

Avec:

ET₀ : 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]

u₂ : 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],

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

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

D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

g : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

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

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

Tableau IV.2 : Evapotranspiration de référence (ET_o) de la zone d'étude

Pays : Algérie				Station : SETIF			
Altitude : 1038m.		latitude : 36.18°N		Longitude : 5.42 °E			
Mois	Temps min °C	Temps max °C	Humidité %	Vent m/s	Insol Heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET _o -penman mm/mois
Janvier	-3.0	15.5	83	2.9	6.3	10.1	47.12
Février	-2.9	18.2	77	3.1	7.9	13.9	65.24
Mars	-1.9	20.5	76	3.1	7.5	16.6	94.24
Avril	-0.4	24.6	72	2.9	8.6	20.8	124.8
Mai	2.0	30.6	65	2.9	8.5	22.2	170.81
Juin	8.6	35.7	62	2.9	11.1	26.4	206.7
Juillet	12.9	37.7	52	2.7	11.9	27.2	234.05
Août	13.0	37.2	50	2.8	10.2	23.4	219.17
Septembre	9.2	33.4	85	2.7	9.3	19.7	140.1
Octobre	4.6	27.6	73	2.8	7.2	14.0	110.05
Novembre	0.8	21.1	81	2.8	5.7	10.0	63.6
Décembre	-1.5	16.1	85	2.8	4	7.4	43.09
Moy	3.5	26.5	72	2.9	8.2	17.6	126.58

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

• Evapo-transpiration maximale ETM :

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 :

$$ETM = K_c \times ET_0$$

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.

Le coefficient cultural (K_c) permet de corriger l'ETP suivant une culture donnée et son stade de développement..

Ainsi, plus la culture est développée d'un point de vue végétatif, plus le K_c approche de 1, et à ce moment là l'ETP équivaut à l'ETM. Le K_c est calculé suivant les cultures et leur cycle de développement, on trouve de nombreux abaques pour chaque culture.

IV.3.La pluie efficace :

Les pluies efficaces sont exprimées en mm. Elles sont égales à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration. Les précipitations efficaces peuvent être calculées directement à partir des paramètres climatiques et de la réserve utile du sol. L'eau des précipitations efficaces est répartie, au niveau du sol, en deux fractions : l'écoulement superficiel et l'infiltration.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \times \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

Avec : **A** : coefficient estimé à 0,8.

Tableau IV.3 : Précipitation efficace dans la zone d'étude

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
P_{moy} (mm)	28.29	13.55	6.55	7.56	24.96	24.83	26.29	43.73	33.47	30.63	33.09	32.14
P_{eff} (mm)	22.63	10.84	5.24	6.05	19.97	19.86	21.03	34.98	26.78	24.50	26.47	25.71

IV.4.Choix des Cultures :

Après avoir connu les différentes unités pédologiques qui composent le périmètre d'étude et les contraintes à la mise en valeur, il sera procédé à la synthèse de toutes les données exploitées (climatiques, pédologiques, hydrographiques et autres) afin d'arriver à l'identification et à la délimitation des zones homogènes exprimant avec exactitude l'aptitude culturale de chaque unité pédologique. L'aptitude qui se définit par la capacité d'un sol à produire une culture tient compte des paramètres suivants :

- Niveau limitant (profondeur)
- Texture/ structure
- Eléments grossiers
- Hydromorphie
- Conductivité électrique (salure)
- Taux de calcaire actif et du gypse

Le choix des cultures à introduire sera fait en fonction des caractéristiques physico chimiques des sols et des exigences de chaque culture vis-à-vis des paramètres cités si dessus, tout en tenant compte de la qualité des eaux d'irrigation

IV.4.1. Occupation des Sols

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

Tableau IV.4 : Occupation agricole actuelle

Occupation	Surface agricole	Répartition (%)
Maraîchères	997,58	6,33%
Céréale	14.136,93	89,68%
Improductif	38,39	0,24%
Foret	3,03	0,02%
Terrain de parcours	219,98	1,40%
Inconnu et autres	367,54	2,33%
Total	15.764,80	100%

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Les cultures proposées :

Tableau IV.5 : Gamme de cultures proposées à la zone d'étude

CULTURES	
céréaliculture	Blé dur
	Blé tendre
	Orge grain
Cultures fourragères	Orge en vert
	Luzerne
	Mais fourrager
	Avoine
Légumes secs	Fève sèche
Maraichage	Pomme de terre saison
	Pomme de terre arrière saison
	Tomate
	Oignon sec
	Oignon vert
	Ail
	Melon
	Carotte
	Piment
	Petit pois
	Chou vert
	Cultures arboricoles à noyaux
Prunier (pleine production)	
Olivier (pleine production)	
Cultures arboricoles à pépins	Pommier (pleine production)

IV.4.2. Assolements et Rotation des Cultures

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties différentes, nommées soles ou pies, consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale. Dans chaque sole, les cultures peuvent fluctuer d'une année (voire d'une saison) à l'autre : c'est la succession culturale ou rotation, qui est une notion différente. L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné, la rotation est la succession des cultures sur une même parcelle au fil du temps.

IV.4.3. Avantages de la Rotation des Cultures

La rotation culturale (ou rotation des cultures) est une technique culturale en agriculture (et en jardinage). Elle est un élément important du maintien ou du perfectionnement de la fertilité des sols et par conséquent un atout pour l'augmentation des rendements. La rotation a plusieurs avantages :

- elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, ravageurs maladies, mauvaises herbes, etc....

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

- en particulier, la succession de plantes de familles différentes sert à rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- grâce aux dispositifs racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par un progrès des caractéristiques physiques du sol et surtout de sa structure (en limitant le compactage et la dégradation des sols), et par conséquent de la nutrition des plantes ;
- l'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol.
- La rotation culturale a par conséquent un effet important sur la vie du sol et la nutrition de plantes.
- Un autre avantage de la rotation peut être une meilleure répartition de la charge de travail lors de l'introduction de prairies ou de jachère dans la rotation.

Tableau IV.5 : Assolement proposé

Assolement 1	Assolement 2
Pomme de terre (S)	Haricot
Ail+oignon	Tomate
Maïs	Orge grain
choux	Petits pois
Concombre	Carotte
Blé	Orge en vert
Tomate	Pomme de terre (A S)
Arboriculture	Arboriculture
Olivier +pécher	Olivier +pécher

IV.5. Calculs des Besoins en eau d'irrigation

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

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + K.RFU_{i-1})$$

Avec :

K : coefficient qui dépend des conditions climatologiques

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

ETM : évapotranspiration (mm/mois).

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Peff : pluie efficace

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

$$\mathbf{RFU = Y (Hcc - Hpf).Da.Z.}$$

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente (1.35).

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (26%)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (15%)

Peff : pluie efficace.

- **Reserve en eau du sol du mois précédent (RFU réelle) :**

pour calculer les besoins en eau d'irrigation on a la formule suivante

$$\mathbf{B = ETMi - (Peffi + RSi-1)}$$

donc on doit estimer la resserve en eau du sol du mois (i-1) :

si $Peff_{i-1} > ETMi-1$ tu prends $RSi = 1/2 RFUi-1$ (**Décembre, Janvier et Février**)

si $Peff \geq ETMi-1$ tu prends $RSi = 1/3 RFUi-1$ (**Novembre, Octobre et mars**)

si $Peff \ll ETM--1$ (Avr, Mai, juin, juillet, Aout et Sep) **RS = 0**

c'est une estimation de la réserve en eau du sol du mois précédent

➔ L'irrigation est faite lorsque **B** (bilan hydrique) > 0

Les différents besoins des cultures pour l'assolement proposé sont calculés comme suit :

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau IV.6 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10						0,00
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.40	39.6	0,00	0,50	55.03	35.16
Novembre	26.29	21.03	63.6	0,60	59.4	13,20	0,70	44.52	10.29
Décembre	43.73	34.98	43.09	0,60	59.4	19,80	1,00	43.09	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0,60	59.4	19,80	0,75	35.34	0,00
Février	30.63	24.50	65.24						0,00
Mars	33.09	26.47	94.24						0,00
Avril	32.14	25.71	124.8						0,00
Mai	28.29	22.63	170.81						0,00
Juin	13.55	10.84	206.7						0,00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0,00
Août	7.56	6.05	219.17						0,00

Tableau IV.7 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10	0.7	69.30	0.00	0.9	126.09	83.02
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.7	69.30	23.10	0.85	93.54	50.58
Novembre	26.29	21.03	63.6						0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09						0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12						0,00
Février	30.63	24.50	65.24						0,00
Mars	33.09	26.47	94.24						0,00
Avril	32.14	25.71	124.8						0,00
Mai	28.29	22.63	170.81						0,00
Juin	13.55	10.84	206.7	0.50	49.5	7.54	0.50	103.35	84.97
Juillet	6.55	5.24	234.05	0.50	49.5	24.75	0.65	152.13	122.14
Août	7.56	6.05	219.17	0.70	69.30	16.5	0.95	208.21	185.66

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau IV.8 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6						0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09						0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12						0,00
Février	30.63	24.50	65.24						0,00
Mars	33.09	26.47	94.24	0.70	69.30	8.17	0.50	47.12	12.48
Avril	32.14	25.71	124.8	0.90	89.10	23.10	0.85	106.08	57.27
Mai	28.29	22.63	170.81	1.20	118.8	29.70	1.15	196.43	144.10
Juin	13.55	10.84	206.7	1.20	118.8	39.60	0.90	186.03	135.59
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau de l'oignon et l'ail

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.40	39.60	0.00	0.50	55.03	35.16
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.40	39.60	13.20	0.75	47.70	13.47
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.40	39.60	13.20	0.95	40.94	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.40	39.60	13.20	0.95	44.76	4.79
Février	30.63	24.50	65.24	0.40	39.60	13.20	0.75	48.93	11.23
Mars	33.09	26.47	94.24						0.00
Avril	32.14	25.71	124.8						0.00
Mai	28.29	22.63	170.81						0.00
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau du maïs

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10						m
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6						0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09						0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12						0.00
Février	30.63	24.50	65.24						0.00
Mars	33.09	26.47	94.24						0.00
Avril	32.14	25.71	124.8	0.60	59.40	0.00	0.45	56.16	30.45
Mai	28.29	22.63	170.81	0.80	79.20	19.80	0.55	93.95	51.51
Juin	13.55	10.84	206.7	1.00	99.00	26.40	1.15	237.71	200.47
Juillet	6.55	5.24	234.05	1.00	99.00	0.00	0.90	210.65	205.41
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau de l'orge grain

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.3	29.7	6.62	0.5	31.8	4.15
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.5	49.5	9.90	0.7	30.16	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.5	49.5	16.5	0.85	40.05	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	0.6	59.4	16.5	0.95	61.98	20.97
Mars	33.09	26.47	94.24	0.6	59.4	19.8	0.85	80.10	33.83
Avril	32.14	25.71	124.8	0.6	59.4	19.8	0.75	93.6	48.09
Mai	28.29	22.63	170.81	0.6	59.4	19.8	0.75	128.11	85.68
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau IV.12 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10	0.3	29.70	0.00	0.50	70.05	50.08
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.4	39.60	9.90	0.70	77.04	47.27
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.5	49.50	13.20	0.95	60.42	26.19
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.6	59.40	16.50	0.80	34.47	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12						0.00
Février	30.63	24.50	65.24						0.00
Mars	33.09	26.47	94.24						0.00
Avril	32.14	25.71	124.8						0.00
Mai	28.29	22.63	170.81						0.00
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

Tableau IV.13 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6						0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.40	39.60	7.01	0.50	21.55	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.70	69.30	19.80	0.80	37.70	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	0.70	69.30	23.10	1.00	65.24	17.65
Mars	33.09	26.47	94.24	0.70	69.30	23.10	0.95	89.53	39.96
Avril	32.14	25.71	124.8	0.70	69.30	23.10	0.50	62.40	13.59
Mai	28.29	22.63	170.81						0.00
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Tableau IV.14 : Calcul 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	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6						0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09						0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12						0.00
Février	30.63	24.50	65.24						0.00
Mars	33.09	26.47	94.24						0.00
Avril	32.14	25.71	124.8						0.00
Mai	28.29	22.63	170.81	0.40	39.60	8.57	0.38	64.91	33.71
Juin	13.55	10.84	206.7	0.45	44.55	13.20	0.57	117.82	93.78
Juillet	6.55	5.24	234.05	0.50	49.50	14.85	0.85	198.94	178.85
Août	7.56	6.05	219.17	0.60	59.40	16.50	0.85	186.29	163.75

Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau de la carotte

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10	0.30	29.70	0.00	0.42	58.84	38.87
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.40	39.60	9.90	0.70	77.04	47.27
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.50	49.50	13.2	0.81	51.52	17.28
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.60	59.4	16.5	0.77	33.18	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.70	69.3	19.8	0.57	26.86	0.00
Février	30.63	24.50	65.24						0.00
Mars	33.09	26.47	94.24						0.00
Avril	32.14	25.71	124.8						0.00
Mai	28.29	22.63	170.81						0.00
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

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

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.30	29.70	6.62	0.40	25.44	0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.50	49.50	9.90	0.70	30.16	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.50	49.50	16.50	0.85	40.05	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	0.60	59.40	16.5	0.95	61.98	20.97
Mars	33.09	26.47	94.24	0.60	59.40	19.8	1.05	98.95	52.68
Avril	32.14	25.71	124.8	0.60	59.40	19.8	1.05	131.04	85.53
Mai	28.29	22.63	170.81	0.60	59.40	19.8	0.8	136.65	94.22
Juin	13.55	10.84	206.7	0.60	59.40	19.8	0.75	155.03	124.39
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

Tableau IV.17 : Calcul 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	140.10						0.00
Octobre	24.83	19.86	110.05						0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6	0.30	29.70	6.62	0.30	19.08	0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09	0.50	49.50	9.90	0.30	12.93	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	0.50	49.50	16.50	0.50	23.56	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	0.60	59.40	16.50	0.50	32.62	0.00
Mars	33.09	26.47	94.24	0.60	59.40	19.80	1.00	94.24	47.97
Avril	32.14	25.71	124.8	0.60	59.40	19.80	1.15	143.52	98.01
Mai	28.29	22.63	170.81	0.70	69.30	19.80	1.00	170.81	128.38
Juin	13.55	10.84	206.7						0.00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0.00
Août	7.56	6.05	219.17						0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

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

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	Besoins
Septembre	24.96	19.97	140.10	1.50	148.5	0.00	0.85	119.09	99.12
Octobre	24.83	19.86	110.05	1.50	148.5	49.50	0.85	93.54	24.18
Novembre	26.29	21.03	63.6	1.50	148.5	49.50	0.75	47.70	0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09	1.50	148.5	49.50	0.65	28.01	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	1.50	148.5	49.50	0.65	30.63	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	1.50	148.5	49.50	0.65	42.41	0.00
Mars	33.09	26.47	94.24	1.50	148.5	49.50	0.65	61.26	0.00
Avril	32.14	25.71	124.8	1.50	148.5	49.50	0.65	81.12	5.91
Mai	28.29	22.63	170.81	1.50	148.5	49.50	0.65	111.03	38.89
Juin	13.55	10.84	206.7	1.50	148.5	49.50	0.80	165.36	105.02
Juillet	6.55	5.24	234.05	1.50	148.5	49.50	0.85	198.94	144.20
Août	7.56	6.05	219.17	1.50	148.5	0.00	0.85	186.29	180.25

IV.19 : calcul des besoins en eau du pécher

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10	1.50	148.50	0.00	0.55	77.06	57.09
Octobre	24.83	19.86	110.05	1.50	148.50	49.50	0.55	60.53	0.00
Novembre	26.29	21.03	63.6	1.50	148.50	49.50	0.55	34.98	0.00
Décembre	43.73	34.98	43.09	1.50	148.50	49.50	0.75	32.32	0.00
Janvier	33.47	26.78	47.12	1.50	148.50	49.50	0.75	35.34	0.00
Février	30.63	24.50	65.24	1.50	148.50	49.50	0.75	48.93	0.00
Mars	33.09	26.47	94.24	1.50	148.50	49.50	0.75	70.68	0.00
Avril	32.14	25.71	124.8	1.50	148.50	49.50	0.55	68.64	0.00

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Mai	28.29	22.63	170.81	1.50	148.50	49.50	0.55	93.95	21.81
Juin	13.55	10.84	206.7	1.50	148.50	49.50	0.55	113.69	53.35
Juillet	6.55	5.24	234.05	1.50	148.50	0.00	0.55	128.73	123.49
Août	7.56	6.05	219.17	1.50	148.50	0.00	0.55	120.54	114.50

Tableau IV.20 : calcul des besoins en eau de la pomme de terre (A S)

Mois	P moy(mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	24.96	19.97	140.10						0,00
Octobre	24.83	19.86	110.05	0.40	39.6	0,00	0,50	55.03	44.19
Novembre	26.29	21.03	63.6	0,60	59.4	13,20	0,70	44.52	26.08
Décembre	43.73	34.98	43.09	0,60	59.4	19,80	1,00	43.09	17.24
Janvier	33.47	26.78	47.12	0,60	59.4	19,80	0,75	35.34	0,00
Février	30.63	24.50	65.24						0,00
Mars	33.09	26.47	94.24						0,00
Avril	32.14	25.71	124.8						0,00
Mai	28.29	22.63	170.81						0,00
Juin	13.55	10.84	206.7						0,00
Juillet	6.55	5.24	234.05						0,00
Août	7.56	6.05	219.17						0,00

IV.5.1. Calcul des Besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :

Tableau IV.19 : besoins en eau de l'assolement 1

Mois	Pomme de terre	tomate	Maïs	Choux	concombre	Oignon / ail	Blé	Olivier	Pécher	Besoin max	Total
septembre	0,00	0.00	0.00	50.08	0.00	0.00	0.00	99.12	57.09	99.12	207.1
Octobre	35.16	0.00	0.00	47.27	0.00	35.16	0.00	24.18	0.00	47.27	141.77
Novembre	10.29	0.00	0.00	26.19	0.00	13.47	0.00	0.00	0.00	26.19	49.95

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Décembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Janvier	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	4.79	0.00	0.00	0.00	4.79	4.79
Février	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	11.23	20.97	0.00	0.00	20.97	32.2
Mars	0,00	12.48	0.00	0.00	0.00	0.00	52.68	0.00	0.00	52.68	65.16
Avril	0,00	57.27	30.45	0.00	0.00	0.00	85.53	5.91	0.00	85.53	179.16
Mai	0,00	144.10	51.51	0.00	33.71	0.00	94.22	38.89	21.81	144.10	384.24
Jun	0,00	135.59	200.47	0.00	93.78	0.00	124.39	105.02	53.35	200.47	712.6
Juillet	0,00	0.00	205.41	0.00	178.85	0.00	0.00	144.20	123.49	205.41	651.95
Aout	0,00	0.00	0.00	0.00	163.75	0.00	0.00	180.25	114.50	180.25	458.5

Tableau IV.19 : besoins en eau de l'assolement 2

Mois	Orge en vert	haricot	Petit pois	Carotte	Orge grain	Olivier	Pécher	Pomme de terre (A S)	Besoin max	Total
septembre	0.00	83.02	0.00	38.87	0.00	99.12	57.09	0,00	99.12	278.1
Octobre	0.00	50.58	0.00	47.27	0.00	24.18	0.00	44.19	50.58	166.22
Novembre	0.00	0.00	0.00	17.28	4.15	0.00	0.00	26.08	26.08	47.51
Décembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.24	17.24	17.24
Janvier	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0.00	0.00
Février	0.00	0,00	17.65	0.00	20.97	0.00	0.00	0,00	20.97	38.62

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Mars	47.97	0,00	39.96	0.00	33.83	0.00	0.00	0,00	47.97	121.76
Avril	98.01	0,00	13.59	0.00	48.09	5.91	0.00	0,00	98.01	165.6
Mai	128.38	0,00	0.00	0.00	85.68	38.89	21.81	0,00	128.38	274.76
Juin	0.00	84.97	0.00	0.00	0.00	105.02	53.35	0,00	105.02	243.34
Juillet	0.00	122.14	0.00	0.00	0.00	144.20	123.49	0,00	144.20	389.83
Août	0.00	185.66	0.00	0.00	0.00	180.25	114.50	0,00	185.66	480.41

IV.5.2. Calcul du Débit Spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée 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.

D'après les deux tableaux on prend le débit spécifique de l'Assolement 1 car il est le plus exigeant

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N \times T \times 3600 \times K} \quad (\text{l/s/ha})$$

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

T : nombre des heures d'irrigation=24h

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

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

D'après les deux tableaux on prend le débit spécifique de l'**Assolement 1** car il est le plus exigeant

A.N :

$$q_s = \frac{712.6 \cdot 10 \cdot 1000}{30 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0.75} = 3.67 \quad (\text{l/s/ha})$$

Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important :

$$(q_s = 2.28 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha})$$

Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

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

On opte pour la des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes

$$q_s = 0.85 \text{ (l/s/ha)}$$

Ce débit est largement inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

Donc le débit spécifique pour le périmètre des plaines Sétifiennes est de **0.85** l/s/ha.

IV.5.3. Estimation des Besoins en eau Totaux du Secteur

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Tableau IV.20 : Besoin en eau d'irrigation des cultures.

Assolement 1					
Culture	Superficiés (ha)	Besoins nets (mm)	Efficiencie	Besoins bruts (m ³ /ha)	Besoins totaux (m ³)
Pomme de terre	143	45.45	0,75	606	86658
Tomate	46.58	349.44	0,75	4659.2	217025.54
concombre	150	470.09	0,75	6267.87	940180.5
choux	46.58	123.54	0,75	1647.2	76726.58
Maïs	107.25	487.84	0,75	6504.53	697610.84
Blé	195	377.79	0,75	5037.2	982254
Olivier	200	597.57	0,75	7967.6	1593520
Pécher	200	370.24	0,75	4936.53	987306
Oignon	180	64.65	0.75	862	155160
Ail	180	64.65	0.75	862	155160
Besoin total					5804943.46

On remarque que le volume total des besoins en eau de notre périmètre est de 5.80 Hm³. Ce volume peut être déduit du barrage de MEHOUANE puisque le volume régularisé est de 147 Hm³.

Ce qui permet de dire que notre système d'irrigation sera alimenté par le barrage de Mehouane .

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons estimé le volume nécessaire à la croissance des cultures choisit selon des critères pédologiques et climatologiques spécifique, à apporter du barrage de Mahouane .

Les besoins ainsi que les réserves de chaque culture ont été calculé sur la base de l'évapotranspiration et la réserve en eau du mois précédent. Ce chapitre permet d'estimer les besoins de chaque culture dans sa période de croissance afin d'assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTÈME D'ADDUCTION

V.1 .Introduction

Un réseau de distribution d'eau d'irrigation bien conçu doit pouvoir répondre à certaines exigences. Il faut en effet non seulement livrer l'eau à un bon débit, à la bonne pression et au bon moment, mais en outre avec une grande sécurité de fonctionnement et une facilité de gestion aussi bien pour le consommateur que pour le gestionnaire. Le système de distribution doit intégrer tous les aspects aussi bien opérationnels qu'hydraulique de manière à satisfaire aux exigences.

La conception d'un réseau de distribution d'eau varie en fonction de l'origine de l'eau, du choix entre un système gravitaire ou sous pression et des critères retenus en ce qui concerne le mode de distributions.

V.2. Présentation du Périmètre des Plaines Sétifiennes

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

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

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

Les secteurs ont été divisés en îlots de telle sorte que la surface de l'îlot alimenté à partir d'une prise ne dépasse pas 100 Ha. Ils ont été pris en

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

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 :

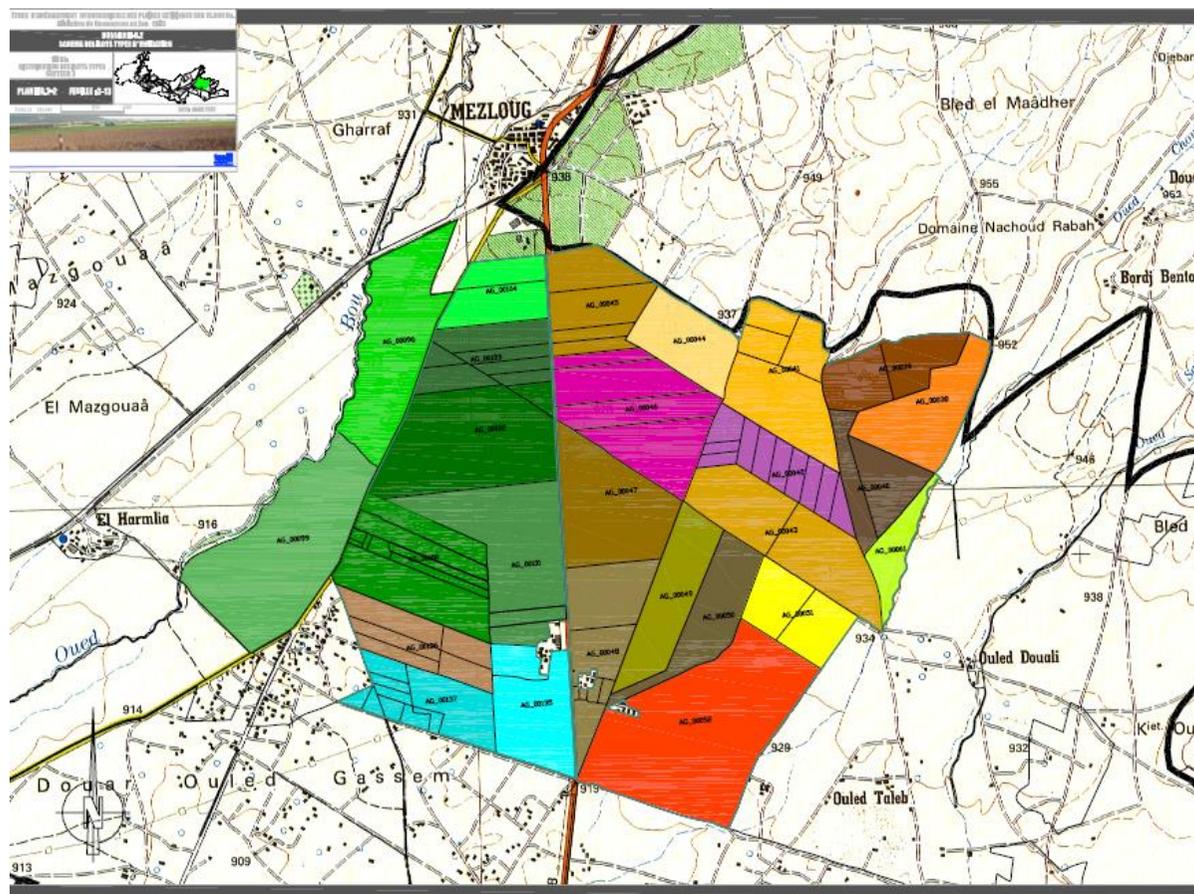
Tableau V.1 : Superficie, cote de la tête du secteur, cote maximale, côte minimale et côte moyenne par secteur d'irrigation

Secteur	Superficie (ha)	Côte de la tête du secteur (m)	Côte max (m)	Côte min (m)	Côte moyenne (m)
1	1609.6	942.2	954.5	914.2	937.6
2	1677.4	925.2	949.1	910	923
3	1753.7	924.9	936.9	894	916.4
4	1189.4	950	950	918	929.4
5	1122.7	925.4	950	916	928.5
6	1966	911.5	920	906	910.7
7	1195.2	890.4	906	889.3	896.7
8	1303.2	880	910.7	870	887.1
9	964.6	887.5	917.7	887.5	899.2
10	693.4	902.9	920.3	860.6	892.2
11	828.4	902.6	948.1	877.9	922.7

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

12	460.7	910	942.9	903.1	924.7
13	1000.5	931.9	949.9	888.9	927.4

Dans notre projet, nous nous intéressons à l'aménagement hydro agricole du secteur 2, tel que détaillée dans la figure suivante :



CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Figure V.1 : présentation du secteur choisie (source ONID)

V.3. Alimentation en eau du Périmètre

L'eau du système d'irrigation des Plaines Sétifiennes sera fournie par le futur barrage de Mahouane, situé 14 km au nord du côté est du périmètre. Ce barrage aura une capacité utile d'exploitation de 147,4 hm³, une cote de crête de 1.149 m et on a établi une cote minimale d'exploitation pour l'irrigation de 1.106 m. Cette cote a été établie pour garantir l'alimentation en eau potable de la ville de Sétif pendant un temps minimum de 6 mois.

V.4. Organisation du Périmètre

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une seule prise d'irrigation (borne) qui représente le point limite du système de distribution ou l'administration du réseau d'irrigation intervenant dans la gestion de l'eau.

Borne d'irrigation : appareil placé à l'extrémité d'un réseau sous pression cumulant les fonctions d'arrêt ou de mise en service des prises Individuelles, de détendeur de pression, de limiteur de débit et de compteur d'eau .située en tête de la conduite tertiaire ou à l'arrivé sur l'exploitation la bornes peut comporter plusieurs orifices indépendants.

- Etablir ou interrompre la fourniture d'eau sans coup de bélier
- Compter les volumes distribués par la prise
- Réguler la pression ovale
- Limiter le débit des prises d'eau.



Figure V.2 : borne d'irrigation type existant (source ONID)

V.5. calcul du débit aux bornes

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

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

Q_b = Débit de chaque ilot (l/s)

q_s = Débit spécifique (l/s/ha)

S =Superficie de l'ilot (ha)

V.5.1. choix du diamètre de la borne

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés comme suit :

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

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= 65 mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22) l/s	D= 100 mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22) l/s $< Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33) l/s	D= 150 mm
$Q > 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (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 brute (l/s)	Débit de la borne (l/s)	Diamètre de la borne (mm)
B04	1	53.79	0.85	45.72	45.72	200
B03	1	22.23	0.85	18.9	37.96	200
	2	22.42		19.06		

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

B05	1	25.51	0.85	21.68	35.76	200
	2	16.56		14.08		
B02	1	8.26	0.85	7.02	65.29	200
	2	13.08		11.12		
	3	8.57		7.28		
	4	46.90		39.87		
B06	1	7.86	0.85	6.68	40.98	200
	2	8.05		6.84		
	3	8.01		6.81		
	4	8.01		6.81		
	5	8.39		7.12		
	6	7.91		6.72		
B08	1	38.06	0.85	32.35	70.23	200
	2	44.56		37.88		
B01	1	41.59	0.85	35.35	35.35	200
B18	1	6.53	0.85	5.55	48.86	200
	2	6.37		5.41		
	3	23.85		20.27		
	4	20.74		17.63		
B07	1	25.49	0.85	21.67	85.8	200
	2	30.59		26.00		
	3	7.81		6.64		

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

	4	37.05		31.49		
B14	1	74.23	0.85	63.1	63.1	200
B16	1	17.51	0.85	14.88	53.35	200
	2	0.53		0.45		
	3	8.21		6.98		
	4	0.55		0.48		
	5	32.65		27.75		
	6	1.74		1.48		
	7	1.57		1.33		
B13	1	52.53	0.85	44.65	44.65	200
B12	1	45.18	0.85	38.40	38.40	150
B11	1	21.48	0.85	18.26	36.42	150
	2	21.36		18.16		
B10	1	163.71	0.85	139.15	139.15	200
B09	1	20.66	0.85	17.56	17.56	100
B23	1	88.35	0.85	75.1	75.1	200
B24	1	125.12	0.85	106.35	106.35	200
B22	1	16.26	0.85	13.82	88.99	200
	2	43.12		36.65		
	3	5.67		4.82		
	4	7.95		6.76		
	5	15.43		13.12		
	6	16.25		13.82		
B17	1	7.41	0.85	6.3	79.05	200

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

	2	78.75		66.94		
	3	6.84		5.81		
B26	1	99.59	0.85	84.65	89.38	200
	2	5.57		4.73		
B25	1	17.91	0.85	15.22	41.98	200
	2	7.41		6.3		
	3	2.85		2.42		
	4	5.78		4.91		
	5	10.95		9.31		
	6	4.49		3.82		
B19	1	13.36	0.85	11.36	32.21	150
	2	24.53		20.85		
B15	1	10.04	0.85	8.53	48.17	200
	2	46.63		39.64		
B21	1	16.33	0.85	13.88	40.45	200
	2	7.87		6.69		
	3	7.15		6.08		
	4	8.16		6.94		
	5	8.07		6.86		
B20	1	28.68	0.85	24.38	44.42	200
	2	6.57		5.58		
	3	3.56		3.03		

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

	4	3.55			
	5	5.07		3.02	
				4.31	
	6	4.82		4.1	

V.5.2. Modalité de Distribution

Il existe trois schémas généraux de répartitions de l'eau vers les exploitants :

- **Fourniture continue** : l'eau est fournie à l'exploitation ou aux parcelles de manière continue dans le temps. Ce type de distribution correspond à la capacité minimum, mais il faut alors avoir recours au stockage de l'eau au point de livraison. Le débit à la parcelle est proportionnel à la superficie de celle-ci et aux besoins spécifiques de la spéculation agricole.
- **Fourniture par rotation** : comme le titre l'implique, l'eau est livrée à chaque exploitants quartier ou région par rotation. Il existe un grand nombre de modes de distribution par rotation :
 - **Rotation par tour fixe** : l'eau est disponible à la parcelle pendant une période fixe, en fonction de la superficie de celle-ci ou de sa dotation. Ainsi, le tour de chaque exploitant à lieu à jour et heure fixe pendant un intervalle de temps déterminé.
 - **Rotation programmé** : ce mode de répartition de l'eau est utilisé lorsque le périmètre à irriguer est divisé en quartiers, un débit fixe ou module étant assigné à chaque quartier en fonction du débit spécifique et de la superficie du quartier. l'écoulement vers chaque

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

quartier est continu et constant, les exploitants individuels reçoivent la totalité du débit par rotation à heure fixe et pendant un intervalle de temps pré-établi. L'horaire et la quantité d'eau dépendent de la superficie de l'exploitation et de l'assolement.

- **Irrigation à la demande :** avec ce système l'exploitant dispose en permanence d'un débit toujours supérieur à celui auquel il aurait droit dans le cas de la répartition par rotation, sans contraintes horaires ou de durée. Ce système est bien adapté aux périmètres constitués de petites exploitations avec spéculations et des sols fortement hétérogènes où l'irrigation par rotation est impraticable.

- **Irrigation à la demande modifiée :** l'eau est livrée au quartier à la demande, les exploitants doivent ensuite la répartir entre eux selon un programme souple comme dans le cas de la rotation. Le réseau est conçu de la même façon que pour l'irrigation à la demande mais les quartiers sont considérés comme des exploitations individuelles. Ce type de réseau est moins coûteux que le réseau à la demande intégrale- il est bien adapté aux périmètres très morcelés

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 Schéma d'Aménagement Hydro-agricole

- **Schéma d'adduction**

Le tracé de l'adduction, part du barrage de Mahouane en une double conduite 13,45 km. Après la première dérivation on alimente le côté est du périmètre avec une conduite de 4,76 km qui alimente les 4 secteurs (2, 4, 5 et 6) du côté est. Ces secteurs sont alimentés par des conduites de 800

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

à 1500 mm de diamètre et longueurs de 3,7 à 5,6 km de longueur. Le coté ouest du périmètre est desservie par une conduite de 4,33 km, qui a une première dérivation pour alimenter les secteurs 1 et 3 de 900 à 1500 mm de diamètre et une longueur de 4,2 km. Après, le reste des secteurs (7 à 13) sont alimentés par des conduites entre 1800 et 800 mm de diamètre et longueurs diverses. La longueur totale des conduites d'adduction (transport et primaire) est de 70,4 Km

- **Schéma de distribution**

Les accès pour l'implantation de ces conduites seront plus difficiles, puisque on les retrouve tout au long du réseau des chemins secondaires. Il sera alors intéressant d'installer des matériaux légers, afin de faciliter le transport et la mise en place. On a choisi pour ces conduites la fonte et le PEHD selon le diamètre de la conduite: fonte pour conduites de diamètre supérieure à 400 mm , PEHD pour les conduites de diamètres inférieure à 400 mm Pour les conduites tertiaires, à l'intérieur des îlots et avec des diamètres inférieurs à 200mm, on recommande le PEHD pour la grande quantité de pièces de liaison préfabriquées, leur flexibilité, leur malléabilité et les facilités de montage offert par ce type de matériaux

V.6.2. Dimensionnement des canalisations

Le dimensionnement optimal est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques :

- **Vitesse admissible**

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique:

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale.

V.6.2.1. Calcul des Diamètres

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots V.2$$

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s.

D: diamètre exprimé en mm

V : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

V.6.2.2. Calcul des pertes de charge

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

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots V.3$$

Avec :

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

$$J = L \times Q^M / D^N \dots\dots\dots V.4$$

Tableau V.4 : Les paramètres de perte de charge

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité $K=0,1\text{mm}$, avec les paramètres suivants : $L=1.2$, $M=1.89$, $N= 5.19$.

Les pertes de charge singulières sont estimées de **10%** à **15%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau V.5 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	Surface (ha)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Diam_Normalise	Vitesse réelle(m /s)	ΔH (m)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)
Res-N1	13450	13.45	1610	1368.5	1.3685	1280.7	1500	0.77	1.280	3.51	968.8	1011.5	42.6
N1-N3	8477	8.477	1600.5	1360.4	1.3604	1177.2	1500	0.77	3.584	3.94	935.2	1012.5	77.3
N3-B01	110.52	0.11052	41.59	35.4	0.0354	189.8	200	1.13	0.729	0.8	936.2	1014.2	78.0
B01-B02	12	0.012	76.82	65.3	0.0653	257.9	315	0.84	0.026	0.03	936	1015.0	79.0
B02-N4	382.68	0.3268	1305.5	1109.5	1.109	1189.9	1200	1.23	0.329	0.36	930	1014.6	84.6
N4-B06	12	0.012	48.75	41.4	0.0414	205.4	250	0.84	0.035	0.04	935.5	1015.0	79.5

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

B06-B05	1114.71	1.11471	42.07	35.8	0.0358	190.9	200	1.14	7.509	8.26	933	1006.7	73.7
B05-B04	359.35	0.35935	53.79	45.7	0.0457	215.8	250	0.98	1.259	1.39	931.4	1013.3	82.2
B04-B03	208.5	0.2085	44.66	38.0	0.0380	196.6	200	1.21	1.573	1.73	928.3	1015.0	85.0
N4-B07	12	0.012	100.94	85.8	0.0858	295.6	315	1.10	0.043	0.05	933	1013.4	86.8
B07-B08	591.38	0.59138	82.16	69.8	0.0698	266.7	315	0.9	1.450	1.59	928.3	1014.8	85.8
B08-N5	275.25	0.27525	1262.46	1073.1	1.0731	1045.5	1100	1.13	0.224	0.25	925.7	1014.5	86.1
B09-N6	243.34	0.24334	20.66	17.6	0.0176	133.7	200	0.56	0.428	0.47	928	1013.4	87.2
N6-B10	525.25	0.52525	163.71	139.2	0.1392	376.5	400	1.11	1.432	1.58	926.1	1011.7	84.7
N6-B11	891.44	0.89144	184.37	156.7	0.1567	399.5	400	1.25	3.042	3.35	927.9	1012.1	72.2
B11-B12	377.36	0.37736	42.84	36.4	0.0364	192.6	200	1.16	2.631	2.89	926.4	1011.6	74.4
B12-B13	399.28	0.39928	45.18	38.4	0.0384	197.8	200	1.22	3.078	3.39	925.6	1014.8	71.0
B13-N5	15.22	0.01522	52.53	44	0.0447	213.3	250	1.42	0.156	0.17	925.7	1014.2	72.8
N5-B14	28	0.028	74.23	63.1	0.0631	253.5	315	1.29	0.180	0.20	925.6	1011.7	74.1
B14-N7	1203.54	1.20354	863.31	733.8	0.7338	864.6	1000	0.93	0.771	0.85	923.7	1011.4	73.8
B15-B16	767.2	0.7672	56.67	48.2	0.0482	221.5	250	0.98	2.967	3.26	918.3	1013.3	73.9
B16-B17	701.34	0.70134	62.75	53.3	0.0533	233.1	250	1.09	3.289	3.62	921.7	1014.6	73.2
B17-N7	492.44	0.49244	93	79.1	0.0791	283.8	315	1.01	1.526	1.68	923.7	1014.1	80.7
N7-N8	303.92	0.30392	650.75	553.3	0.5533	750.7	800	1.10	0.49	0.38	925.6	1013.1	82.9
N8-B18	214.53	0.21453	57.48	48.9	0.0489	223.1	250	1.00	0.852	0.94	926.6	1014.9	82.2
B18-B19	306.39	0.30639	37.88	32.2	0.0322	181.1	200	1.03	1.693	1.86	928.3	1015.0	80.5
N8-B26	12	0.012	105.16	89.4	0.0894	301.7	315	1.15	0.047	0.05	925.6	1011.5	84.6
B26-B25	12	0.012	50.3	42.8	0.0428	208.7	250	0.87	0.037	0.04	925.3	1013.8	83.8
B25-B23	1124.91	1.12491	88.35	75.1	0.0751	276.6	315	0.96	3.164	3.48	921.3	1014.3	81.0
B23-B24	656.5	0.6465	125.12	106.4	0.1064	329.1	400	0.85	1.060	1.17	918.2	1012.6	86.7
B24-B22	223.73	0.22373	88.78	0.075	0.075	277.2	315	0.97	0.635	0.7	917.8	1013.2	80.3
B22-B21	792.61	0.79261	47.59	40.5	0.040	203.0	250	0.82	2.204	2.42	913.2	986.6	79.5
B21-B20	543.95	0.54395	50.23	42.7	0.043	208.5	250	0.87	1.675	1.84	910.6	987.2	65.2

V.7. Points spéciaux d'une conduite

La présence d'air dans les conduites d'un réseau d'adduction sous pression présente l'inconvénient d'augmenter les pertes de charge et le déplacement de l'air peut provoquer la perturbation du régime hydraulique

Les points spéciaux d'une conduite sont:

- **Les points hauts** où seront installées des ventouses destinées à évacuer les poches d'air et sont systématiquement entre deux vannes. Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.
- **Les points bas** où dans quelques-uns, seront installés des dérivations pour le vidage exceptionnel de la conduite.

Des précautions à prendre pour protéger notre réseau d'irrigation :

Dans cette station, l'eau passe premièrement par des vannes limitatrices de pression afin d'éviter que la pression statique maximale du réseau primaire soit transmise au réseau de distribution, car cela signifierait surdimensionner ce réseau pour résister aux pressions de travail très supérieures à celles nécessaires véritablement pour l'irrigation du secteur. De suite, l'eau est filtrée pour éviter le passage d'algues, des poissons et d'autres éléments transportés du barrage, qui peuvent obstruer le passage des équipements de régulation des conductions les plus petites du réseau de distribution.

Vannes de sectionnement :

CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation. Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes

V.8.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du secteur 2 du périmètre des plaines SETIFIENNES , qui est découpé en 26 parcelles, avec une superficie totale de 1677.4 ha. Cette phase de calcul nous a permis d'estimer les débits de chaque parcelle du barrage de MAHOUANE vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en fonte pour les grand diamètre et PEHD pour le reste . De s'assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permettra une intensification de l'irrigation dans ce périmètre par les méthodes modernes .

CHAPITRE VI : CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

VI.1.Introduction

La plupart de l'irrigation est faite aujourd'hui par des méthodes de surface, comme l'inondation ou le ruissellement. Ces méthodes de surface sont justement les méthodes qui présentent un potentiel plus élevé d'économie d'eau par l'utilisation de techniques plus efficaces. En plus, une bonne partie des prélèvements d'eau est faite sans aucune planification préalable, ce qui entraîne un gaspillage considérable par des méthodes plus traditionnelles.

Surtout dans les pays où les ressources hydriques disponibles sont plus limitées, où le coût de l'eau est plus élevé, la mise en œuvre de techniques plus efficaces peut générer des gains économiques importants.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en trois grandes catégories :

VI.2. Irrigations de surface

Les irrigations de surface recouvrent l'ensemble des techniques d'irrigation où l'eau s'écoule librement sous l'action de la gravité (Walker, 1989) et sa répartition est assurée par la topographie du terrain.

On classifie généralement les différentes techniques d'irrigation de surface en trois groupes principaux : irrigations par submersion (par bassin), irrigations à la raie, irrigations par ruissèlement.

VI.3. Irrigation par submersion (par bassin)

Les irrigations par submersion consistent à introduire rapidement des quantités importantes d'eau dans des bassins (Des bassins de forme rectangulaire, nivelés et entourés par une digue pour éviter le ruissellement), puis à laisser cette eau s'infiltrer progressivement dans le sol.



Figure VI.1 : irrigation d'une parcelle par submersion

VI.4. Irrigation par planche:

L'irrigation par planche est l'apport d'eau sur des planches longues et étroites pour un sol à pente faible (0.1 jusqu'à 5% selon les cultures). L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle. Le ruissellement en nappe uniforme implique un nivellement assurant une pente transversale nulle.



Figure VI.2 : irrigation d'une parcelle à la planche

VI.5. Irrigation à la rai

Elle consiste à couvrir partiellement le sol par l'eau qui, ensuite, s'infiltrate latéralement et remonte par capillarité. Au lieu de s'étendre sur toute la surface, l'eau quittant le canal d'amenée ruisselle puis s'infiltrate dans les rigoles bordant les billons sur lesquels sont implantées les cultures. S'infiltrant latéralement et remontant par capillarité, elle atteint les racines.



Figure VI.3 : irrigation d'une parcelle à la rai

- **Avantages et inconvénients de l'irrigation de surface**

Les avantages de la technique comprennent :

- les coûts bas et un minimum de travail
- Technique éprouvée ;
- Insensibilité au vent ;
- Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées ;
- L'eau n'atteint pas les tiges des plantes, ce qui évite les maladies des plantes

Les inconvénients :

- Les sillons longitudinaux gênent le déplacement latéral des engins.
- Pertes importantes surtout par infiltration profonde.
- Les besoins en main d'œuvre peuvent être importants.
- Lenteur de l'arrosage (Ollier et Poiree, 1983).
- Surface consommée par les canaux et les rigoles.

VI.6. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est un moyen polyvalent pour arroser n'importe quels types de cultures, de sols et de topographies (Schwab et al., 1993). L'irrigation par aspersion fait partie des techniques d'irrigation sous pression, elle requiert obligatoirement une mise en pression préalable de l'eau. L'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés sous pression (Pénadille, 1998).

L'eau est transportée dans des réseaux de conduites sous pression puis délivrée au niveau de la parcelle par des bornes qui régulent la pression et le débit. L'eau est ensuite dirigée dans d'autres conduites qui alimentent sous pression des asperseurs qui répandent l'eau en pluie

- **Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion**

Les avantages comprennent :

- Applicable dans la plupart des cultures et terrains.
- Moins de main-d'œuvre nécessaire par rapport aux méthodes d'irrigation par inondation ou ruissellement.

Les inconvénients :

- Des problèmes dus aux exigences en main d'œuvre et aux coûts d'investissement.
- Trop affectée par le vent.
- Moins adaptée à l'eau saline.
- Coût d'installation et d'entretien plus élevé par rapport aux méthodes d'irrigation par inondation ou ruissellement.

VI.7. L'irrigation goutte-à-goutte

Dans l'irrigation goutte-à-goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose sous pression dans un système de canalisations entraînant l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et par percolation profonde (Azougagh, 2001).

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières. Elle est peu utilisée sur grandes cultures du fait du très grand nombre de distributeurs que cela exige, et un coût d'installation élevé. L'eau d'irrigation est véhiculée le long des rangées de cultures par des conduites et elle est distribuée à proximité de la plante.



Figure VI.4 : l'irrigation d'une parcelle par goutte à goutte

• **Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte-à-goutte :**

Les avantages :

- Une meilleure productivité grâce à une bonne distribution de l'eau et des fertilisant dans la parcelle (Possibilité d'ajouter des engrais directement dans l'eau).
- Une réduction des pertes d'eau grâce à une efficacité théorique à la parcelle de 90%.
- Une réduction du coût d'énergie par rapport à l'irrigation en aspersion.

Les inconvénients :

- Coût initial plus élevé.
- Nécessité de filtrer l'eau pour minimiser le risque de colmatage.
- l'obstruction des orifices des goutteurs.

VI.8.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 le zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document..1 : **Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage**

	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
▪ Evaporation	+	+ +	+++
▪ Vent (1.8 m/s)	+++	+	+++
▪ Texture (argileux-limoneuse)	+ +	+ +	+ + +
▪ Perméabilité (bonne)	+	+ +	+ + +
▪ Pente	+ +	+ +	+
▪ Qualité d'eau (moyenne)	+ + +	+++	+ + +
• Cultures	x	+++	x
▪ Maraîchage	+ + +	x	+ + +
▪ céréales	x	+ +	+ + +
▪ arbres			
• Contraintes économique			
▪ économie d'eau			

Remarque :

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

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

VI.9.Conclusion

Le choix d'un système d'irrigation rationnel pratiquement utilisable et économique doit tenir compte les critères d'ordre socio-économiques et techniques.

L'implantation de systèmes d'irrigation modernes permet de diversifier les cultures et d'augmenter considérablement leurs rendements, en particulier les céréales. 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 efficients.

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT A LA PARCELLE

VII.1.Introduction

L'objectif de ce présent chapitre se focalise sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion et d'un réseau d'irrigation localisé, il s'agit de déterminer, à partir de la connaissance des paramètres agro-climatique, les caractéristiques techniques optimales d'un réseau pour l'irrigation de notre périmètre, dont les calculs ont été réalisés sur une parcelle type.

VII.2.Dimensionnement d'un Réseau d'Irrigation Par Aspersion :

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs.

Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

VII.2.1.Données Générales

Choix de la culture : nous avons choisi l'irrigation de blé, c'est l'une des cultures dominante dans la région.

Choix des parcelles et de l'ilot : la parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est dans l'ilot n°02, sous la parcelle n°01, qui présente une superficie de 8.26 ha.

La parcelle est de forme rectangulaire présente des dimensions de 366x225m, elle est alimentée par la borne N°02 qui dispose d'une pression de 5.3 bars.

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

Besoins en de pointe : 110.72mm/mois pour le mois de pointe.

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

K= 7 mm/h.

Dose pratique :RFU : elle est calculée comme suit :

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

Y: degré de tarissement : égal à 2/3

Da: densité apparente : égale à 1.35

Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm)

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

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

$$RFU = \frac{2}{3} * \frac{26-15}{100} * 1.35 * 60 * 10$$

$$RFU = 59.4 \text{ mm}$$

V.II.2.2. Dimensionnement Théorique

a) Calcul du diamètre de l'ajutage

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

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

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots\dots\dots (VII.2)$$

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

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

b) **Calcul de la portée du jet :**

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

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

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

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

A.N :

$$L = 3 \cdot (4,80)^{0,5} \cdot 30^{0,25}$$

$$L= 15.38m$$

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

D'après le catalogue **annexe 4**, pour le diamètre de la buse de 4,80mm à une pression minimale de 3 bars, la portée calculée est de 16,0m.

c) Ecartements entre les rampes et arroseurs

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

$$\begin{array}{l}
 E_1 \text{ entre les lignes d'arrosage} \\
 E_a \text{ entre les arroseurs sur la rampe}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 1,25L \text{ (vent faible)} \\
 1,02 L \text{ (vent fort) } < 10 \text{ km/h} \\
 0,8 L \text{ (vent faible)} \\
 0,5 L \text{ (vent fort) } < 10 \text{ km/h}
 \end{array}
 \right.$$

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2.88 m/s=

10.37 Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 16 = 20m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 16 = 12.8m$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

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

$$\text{La surface mouillée (m}^2\text{)} = 216 \text{ m}^2.$$

d) Débit de l'asperseur

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

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (4,8 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30}$$

$$q = 0.00042 \text{ m}^3/\text{s} \longrightarrow q = 1.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

e) **Vérification de la pluviométrie de la buse**

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

$$P = \frac{q}{E_l \cdot E_a} \dots\dots\dots \text{VII.5}$$

D'où :

$$p = \frac{1,50}{18 \cdot 12} = 6.94 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P = 6.94 \text{ mm/h} \leq K = 7 \text{ mm/h}$.

f) **Calcul du tour d'eau :**

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

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}} \dots\dots\dots \text{VII.6}$$

$$T_{eau} = \frac{59.4 \cdot 26}{110.72}$$

$$T_{eau} = 13.95 \text{ jours}$$

On prend un tour d'eau de 13 jours. donc on va irriguer 2 fois / mois

g) **La dose réelle :**

$$Dr = T_{eau} \cdot \text{la dose journaliere} = 13 \cdot 3.69 = 47.98 \text{ mm.}$$

$$Dr = 47.98 \text{ mm.}$$

h) **Calcul de la dose réelle brute :**

$$D_b = \text{La dose réelle} / 0,75 = 47.98/0,75 = 63.97 \text{ mm}$$

i) Temps d'arrosage :

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

$$T = \frac{\text{dose_réelle_brute}}{\text{pluviometrie}} = 63.97/7 = 9.14 \text{ h}$$

$$T = 9 \text{ h } 8 \text{ min}$$

Donc on pourra adapter positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 20 h

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

$$Q_{eq} = \frac{S(ha).B(mm).10}{T.n.Nj} = \frac{8.26.110.72.10}{9,14.2.26} = 19.24 m^3/h$$

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

$$\text{La surface unitaire arrosée : } SU = \frac{S}{T_{eau}.n} = \frac{8.26}{9,14 * 2} = 0.45 ha$$

l) Nombre d'asperseur requis (Nasp) :

$$N_{asp} = \frac{SU.10000}{El.Ea} = \frac{0.45.10000}{18.12} = 20 asp$$

m) Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$$V = \text{nbr de position par jour} \times \text{nbr d'irrigation par mois} \times \text{Dose} \times Ea \times El$$

$$V = 2 \times 2 \times 63.97 \times 12 \times 18 / 1000$$

$$\mathbf{V = 55.27 \text{ m}^3}$$

VII.3. Dimensionnement hydrauliques des rampes :

a) Longueur de la rampe

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

$$L_r = \frac{\text{largeur du terrain}}{2} - \frac{Ea}{2}$$

$$L_r = 225/2 - 12/2 = 106.5 \text{ m}$$

On prend $L_r = 106 \text{ m}$

b) Nbre asperseur/rampe (N) :

$$N = \text{largeur}/Ea = L_r/Ea = 106/12 + 1 = 10 \text{ asperseurs}$$

c) Nombre de rampes(Nr) :

$$N_r = N \text{ asp} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 20/10 = 2 \text{ rampes.}$$

On travaille avec deux rampes .

d) Calcul du débit de la rampe(Qr) :

Qr = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe

$$\text{Le débit de la rampe : } Q_r = 1.5 * 10 = 15 \text{ m}^3/\text{h} = 0.004166 \text{ m}^3/\text{s}$$

e) Nombre de position des rampes :

$$N_p = \left(\frac{366}{2}\right)/18 = 10 \text{ position pour chaque rampe}$$

Lr : longueur du terrain = 366 m, El : espacement entre les rampes = 18m.

Le nombre de poste égale à 10 postes/ rampe .

f) Calcul du Diamètre de la rampe

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}} \dots\dots\dots VII.7$$

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

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

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

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.16 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1.5}} = 0.059 \text{ m} = 59 \text{ mm},$$

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

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

Le diamètre normalisé ($D_r=63$ mm).

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 4.16 * 10^{-3}}{\pi * (63 * 10^{-3})^2} = 1.33m/s \text{ Ce qui est conforme.}$$

g) Dimensionnement de la porte-rampe

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 225 - 18/2 = 216 \text{ m}$$

On recalcule avec le porte-rampe

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} * n_{asp/rampe} * N_{rampe} = 1.5 * 10 * 2$$

$$Q_{p_rampe} = 0.00833 \text{ m}^3/s$$

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

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

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{8.33 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.065m = 65mm,$$

On prend donc un diamètre normalisé de la porte rampe de 75 mm.

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 8.33 * 10^{-3}}{\pi * (75 * 10^{-3})^2} = 1.89m/s \text{ Ce qui est conforme}$$

h) 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 :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots \dots \dots \text{VII.8}$$

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

Q : Debit de la conduite en m³/s

CH : coefficient equivaut à 130.

Pour la rampe on a : $L_r=106$ m, $D_r= 0.063$ m, $Q_r= 0.004166$ m³/s

$\Delta H_{rampe}=2* 0.04$ m = 0.08 m

Pour la porte rampe on a : $L_{pr}=2161$ m, $D_{pr}=0.075$ m, $Q_{pr}=0.00833$ m

ΔH porte-rampe = 0.06m.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 0.08 m et 0.06 m pour la porte rampe.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

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

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	216	106
Diamètre (mm)	75	63
Débit (m ³ /h)	30	15
Vitesse (m/s)	1.89	1.33
Perte de charge totale (m)	0.06	0.04

$\Delta H_t=0.06+0.04 *2= 0.14$ m de perte de charge.

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 0.14 m, la règle de Christiansen est donc respectée.

VII.4. Calcul de la Pression en Tête du Réseau

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

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)

$H=3+0.08+0$

$P=3,08$ bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 5.3 bar

VII.5.Dimensionnement d'un Réseau Goutte à Goutte :

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

Données générales :

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle n°03 alimentée par la borne **B02** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5.3 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 1ha et présente une forme relativement rectangulaire.

Culture : OLIVIER

besoin de pointe : **160.58** mm (Mois Juin).

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m, on a donc 480 arbres, avec 30 lignes de 16 arbres pour chaque rangée et 2goutteurs pour chaque arbre.

- Surface : 8.57ha.
- Longueur :365 m.
- Largeur : 236m.

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 2 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.5.1. Besoins d'irrigation des Cultures en Irrigation Localisée :

Influence du taux de couverture du sol :

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite ; On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r

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

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

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

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r \dots \dots \dots \text{VII.9}$$

$$B_{ji} = 5.35 * 0.8 = \mathbf{4.28 \text{ mm/j}}$$

Dose nette (Dose pratique) :

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

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \dots\dots\dots VII.10$$

Tel que :

H_{cc} : humidité a la capacité au champ 26%

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

D_a : densité apparente 1.35

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

Z : profondeur d'enracinement en 1500 mm

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots VII.11$$

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 :

$$RFU = (26-15)/100 \cdot 1500 \cdot 2/3 \cdot 1,35 = 148.5 \text{ mm} \quad RFU=148,5\text{mm}.$$

Et $D_p = RFU \cdot P\% = 148,5 \cdot 0,25 = 37.1\text{mm}$

a) **Fréquence des arrosages (Fr) :**

$$Fr = \frac{\text{dose_nette}}{B_{jm}} = \frac{37.1}{5.35} = 6.34$$

Donc on prend une fréquence de 7jours.

b) **Dose réelle (Dr) :**

$$Dr = B_{jm} \cdot Fr = 5.35 \cdot 7 = 37.45\text{mm}$$

c) **La dose brute réelle (Db) :**

$$D_{brute} = \frac{\text{dose_réelle}}{Cu * \text{eff}} = \frac{37.45}{0.9 * 0.9} = 46.23 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficience du réseau d'irrigation Eff=90%

d) **Durée d'arrosage par mois :**

$$\theta = \frac{Db * Sd * Sr}{n * qg}$$

Sr et Sd espacement entre rang et distributeur, n et Qg nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{46.23 * 4 * 2}{2 * 4} = 46.23 \text{ heures/mois.}$$

e) **Durée d'arrosage journalier :**

$$Dj = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{46.23}{7} = 6.6 \text{ heures/jour}$$

f) **Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{6.6} = 3.3$$

On prend 3 postes.

g) **Surface du poste :**

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{8.57}{3} = 2.86 \text{ ha}$$

VII.6. Calculs hydrauliques

VII.6.1. Conditions Hydrauliques de Base

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\%$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^x \dots\dots\dots \text{VII.12}$$

Avec:

K : constante dimensionnelle donnée par le fabriquant

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.

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

Avec :

q(g) : débit nominal du goutteur

H(n) : pression nominal

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

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

Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r. N_r$$

Avec:

- Q_r : Débit de rampe.
- Q_g: Débit du goutteur
- N_{g/r} : Nombre des goutteurs par rampe
- N_r : Nombre des rampes
- Q_{pr}: Débit de porte rampe

La longueur de la rampe: 64 m

La longueur de la porte rampe : 236 m

La longueur de la rampe : 182.5 m

a) **Le nombre d'arbres par rampe:**

$$N \text{ arbres} = Lr/Er = 182.5/4 = 45 \text{ arbres}$$

b) **Nombre des goutteurs par rampe:**

$$Ng = N \text{arbres} * n = 45 * 2 = 90 \text{ goutteurs}$$

c) **Le nombre des rampes:**

$$Nr = Lpr/Er = 236/4 = 59 \text{ rampes}$$

d) **Débit de la rampe :**

$$Qr = Ng * Qg$$

$$Qr = 90 * 4 = 360 \text{ l/h}$$

e) **Débit de la porte rampe:**

$$Qpr = Qr * Nr = 360 * 59 = 21240 \text{ l/h}$$

f) **Nombre de porte rampe:**

$$Npr = 1 \text{ (1 seul porte rampe).}$$

g) **Débit de la conduite d'approche (conduite tertiaire)**

$$Qt = Qpr * Npr = 21240 * 1 = 21240 \text{ l/h}$$

VII.6.2. Dimensionnement des canalisations du réseau

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

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 (PE), 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.

VII.6.2.1 Calcul du Diamètre et Vérification de la Perte de Charge de la rampe et la porte rampe

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

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{VII.13}$$

$$\varnothing pr(\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c}(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{VII.14}$$

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.6.2.2. Vérification des Pertes de Charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 20 mm

Perte de charge selon hazen-william

$$\Delta H = \frac{0.478 \times D^{-4.75} \times Q^{1.75} \times L}{2.75} \dots\dots\dots \text{VII.15}$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Rampe :

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 360^{1.75} 182.5} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

Ør (cal) = 17.42 mm

Diamètre normalisé Ør (cal) = 20 mm

L= 182.5 m, D= 20 mm, Q= 360l/h

$$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.62 \text{ m.c.e} < 1.2 \text{ m.c.e}$$

Porte rampe :

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

$$\phi_{\text{pr(cal)}} = 95.66 \text{ mm}$$

$$\text{Diamètre normalisé } \phi_{\text{pr}} = 110 \text{ mm}$$

$$L = 236.6 \text{ m}, D = 110 \text{ mm}, Q = 21240 \text{ l/h}$$

$$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.31 \text{ m.c.e} < 0.6 \text{ m.c.e}$$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 0.93 m.c.e sont inférieures à 1.8 m.c.e on remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen .

VII.6.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s tel que :

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

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII.2 : calcul des diamètres de la conduite tertiaire

Culture	Surface m ²	L (m)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Pêcher	85700	20	0.006	1.03	86.12	90	0.94	0.069

VII.6.4. Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

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

Tableau VII.3 : Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	182.5	236.6	20
Diamètre(m)	0.02	0.11	0.09
Débit (m ³ /s)	10 ⁻⁴	5.9*10 ⁻³	6*10 ⁻³
Pertes de charge(m)	0.62	0.31	0.069

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.

$$P(m) = 10+0.62+0.31+0.069= \mathbf{11\ m.}$$

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

VII.7.Conclusion

Ce chapitre a été consacré au dimensionnement de deux réseaux d'irrigation avec deux technique d'irrigation différentes la première technique choisie a été l'irrigation par aspersion appliqué sur une parcelle de blé , la deuxième technique a été l'irrigation localisé sur une parcelle d'arboriculture (olivier).

CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE

VIII.1.Introduction

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

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

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

VIII.2. Les différents travaux à entreprendre

VIII.2.1 .Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution

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

- **Exécution des tranchées**

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

- **Pose du lit de sable**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 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.2.2 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.

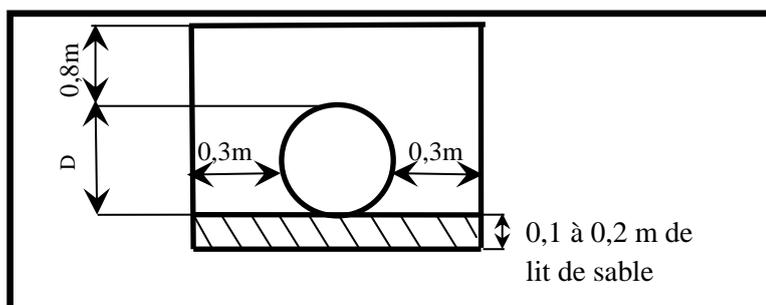


Figure VIII.1: Schéma d'une tranchée.

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

Avec :

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

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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

• **Section de la tranchée:**

Les sections des tranchées sont :

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

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

b : Largeur du fond de la tranchée (m)

• **Volume à excaver :**

Le volume d'excavation est :

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

V_d : Volume du déblai (m³)

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

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

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

VIII.3. Evaluation du cout de projet

1) Dépense des travaux :

Les frais de terrassement sont est égal à :

• **Pour les déblais :**

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

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

V_{deb} : Volume total de déblai

• **Pour les remblais:**

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

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 tranchée 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.

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

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

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

VIII.4. Calcul des volumes des travaux de l’adduction et de la distribution

VIII.4.1. Calcul du volume de déblai

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

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

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

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L = 5.08 \times 13\,520 = 68\,681.6 \text{ m}^3$$

Tableau VIII. 1: 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	68681.6

VIII.4.2 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 :

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

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

Tableau VIII. 2: 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.4.3. 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 :

$$V_r = V_d - (V_{\text{cond}} + V_s)$$

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

V_{cond} : Volume occupé par la conduite (m³) ; $V = L \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

$$V_r = 68681.6 - (23\,891.81 + 3407.04) = \mathbf{41383.56 \text{ m}^3}$$

Tableau VIII. 3: 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	68 681.6	23 891.81	3407.04	41383.56

VIII.5. Estimation du coût du projet

VIII.5.1. Estimation du coût de pose de canalisation

Tableau VIII. 4: 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	68 681.6	200,00	137 363 20
Lit de sable	m ³	3407.04	800,00	27 256 32
Remblai	m ³	41383.56	100,00	41 383 56
Tube Ø 1500	ml	13 520	27 000,00	365040000
Total 1 (HT)				385640308
TVA 1 (17%)				65558852.36
Montant TTC 1				451199160.4

VIII.5.3. Estimation du cout du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution est détaillé comme suit :

Tableau VIII. 5: Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Tube	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Ø1500	m/l	8477	42 248.00	358136296
Ø250	m/l	3418.2	2 510.95	8582929.29
Ø315	m/l	2496.46	4 003.95	9995701.02
Ø1000	m/l	1203.5	39 613.94	47675376.97
Ø200	m/l	2542.6	1 617.42	4112452.09
Ø1100	m/l	275.25	39804.50	10956188.63
Ø800	m/l	303.92	22513.76	6842381.94
Ø400	m/l	2073.19	6 424.42	13319043.3
Ø1200	m/l	382.68	40930.97	15663563.6
Total 1 (HT)				475283932.8
TVA 1 (17%)				94533974.24
Montant TTC 2				556082201.4

Tableau VIII.6 : calcul des différents volumes du réseau de distribution

Tubes enterrés	Quantité (ml)	largeur (m)	H(m)	V débl (m ³)	Vs (m ³)	Vcond (m ³)	Vremb (m ³)
Ø 200	2542.6	0.8	1.12	2278.17	244.09	79.88	1954.2
Ø 250	3418.2	0.85	1.17	3399.4	348.66	167.79	2882.95
Ø 315	2496.46	0.915	1.235	2821.06	274.11	194.55	3252.4

CHAPITRE VIII : CALCUL TECHNIQUE-ECONOMIQUE

Ø 400	2073.19	1	1.32	2736.61	248.78	260.52	2227.31
Ø 800	303.92	1.4	1.72	731.84	51.06	152.77	528.01
Ø 1000	1203.54	1.6	1.92	3697.27	231.08	945.26	2520.93
Ø 1100	275.25	1.7	2.02	945.21	56.151	261.58	627.48
Ø 1200	382.68	1.8	2.12	1460.31	82.66	432.8	944.85
Ø 1500	8477	2.1	2.42	43080.11	2136.204	14980.09	2596.91
				61149.98	3672.795		14938.13

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m ³	61149.98	200,00	12229996
Lit de sable	m ³	3672.795	800,00	2938236
Remblai	m ³	14938.13	100,00	1493813
Total 1 (HT)				16662045
TVA 1 (17%)				2832547.65
Montant TTC 3				19494592.65

VIII.6. Devis estimatif du projet

- Devis de l'adduction Montant TTC1 = **451199160.4 DA**
- Devis du réseau de distribution Montant TTC2 = **556082201.4 da**
- Devis des volumes du réseau de distribution Montant TTC3 = **19494592.65 DA**

VIII.6.1. Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé

Tableau VIII. 6: Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion.

Appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Asperseur : buse 4.8 mm	U	250	1.166	291500
Porte rampe en polyéthylène DN 63	m/l	106	300	31800
Rampe porte asperseurs DN 75	m/l	216	404.81	87438.96
Asperseur	U	20	600	12000
			Total	422738.96 DA

Tableau VIII. 7: Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé

appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Goutteurs pour pommier débit 4 l/h	U	90	31	2790
Porte rampe en polyéthylène DN 110	ml	236.6	721.62	170735.292
Rampe porte goutteurs DN 20	ml	182.5	31	5657.5
Conduite tertiaire DN 90	ml	20	188.62	3772.4
Total				182954.19

VIII.7.Cout total des travaux publics sur le réseau d'irrigation

Tableau .9 : le coût total des travaux

	TTC1	TTC2	TCC3	Equip (aspersion)	Equip(irriigation localisé)
Montant (DA)	451199160.4	556082201.4	19494592.65	422738.96	182954.19
Totale (DA)	1027381648				

VII.8.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 **1027381648 DA**.

Le coût du projet est relativement élevé, mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.

Conclusion générale

L'objectif de cette étude est l'aménagement hydro-agricole du périmètre de la haute plaine Sétifienne (Secteur 2) dans la wilaya de Sétif d'une superficie de 1617 ha, dont les caractéristiques physiques, pédologiques et conditions socio-économiques sont favorable à l'irrigation.

La transformation d'un système agraire, privilégiant l'assolement biennal (céréales – jachère) en association avec l'élevage, en un système de polyculture réduisant ainsi sensiblement les céréales revient à encourager les cultures intensives (maraîchères), afin d'augmenter le taux d'occupation du sol.

Ce qui nous a aboutis au choix des assolements 1 et 2 ensuite l'estimation des besoins en eau de chaque assolement proposé ainsi que les besoins de chaque ilot par rapport à sa surface,

Les résultats obtenus sont la base sur laquelle nous avons pu dimensionner le réseau d'adduction d'eau, nous avons projeté une conduite principale à partir du barrage de Mahouane , et une distribution vers les parcelles par une desserte gravitaire.

Le choix des techniques d'irrigation des Plaines Sétifiennes devraient évoluer vers l'adoption de l'aspersion pour les cultures annuelles et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.

Ceci a comme principal objectif, de dynamiser la croissance économique du secteur agricole, qui se traduira par une élévation des revenus des agriculteurs, et une offre importante en travail.

Références bibliographiques

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

FAO LABYE .Y 1996 Conception et optimisation des réseaux d'irrigation rome pp (1-2-3-6)

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

Annexes

Annexe 1

Coefficients culturaux (Kc)

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

Annexe 2

Le cycle végétatif des cultures envisagées

CULTURES / MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT
BLE / AVOINE			←									
ORGE GRAIN			←									
ORGE EN VERT			←									
MAIS												
TOMATE												
P DE TERRE AR SAIS												
LUZERNE												
OIGNON / AIL												
CHOUX												
CAROTTE												
HARICOT												
COMCOMBRE												
PETIT POIS												
PECHER												
POMMIER												
OLIVIER												

Annexes 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

Annexe 4

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement 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	3,6	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	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

