



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Irrigation et drainage

THEME :

**ETUDE DE PERIMETRE DE BOUGUIRAT SECTEUR (1)
(400HA) A PARTIR DES BARRAGES KERRADA
ET CHELLIF (W.MOSTAGANEM)**

Présenté par :

AMAR BELARBI LEMYA

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M. MEDDI MOHAMED	Professeur	Président
M. YAHIAOUI SAMIR	M.A.A	Examinateur
Mme MAZOUZI SABRA	M.A.A	Examinatrice
Mme. DJOUDAR HALLAL DAHBIA	M.C.A	Promotrice

Session : Septembre 2021

REMERCIEMENT

Avant de présenter ce travail, tout d'abord, je tiens à remercier mon grand seigneur DIEU tout puissant pour m'avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé ma route et de m'avoir guidé dans le meilleur chemin.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que je remercie MA promotrice Mme DJOUDAR Dahbia, qui m'a suivi tout au long de cette période et m'a conseillé sur l'orientation que celui-ci devrait prendre, elle a été toujours à mes côtés je n'oublierai jamais son soutien morale ainsi que physique.

Il est particulièrement agréable de témoigner ma reconnaissance à M pour avoir consacré de son temps pour l'amélioration de la qualité de ce travail, sans son soutien ce travail n'aurait pas abouti

Je remercie chaleureusement tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant toutes les étapes de mon parcours universitaire, par leurs apports généreux en savoir particulièrement Mr ZEROUEL

AYOUB.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail. Et Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce projet

Dédicace

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents que j'adore et que j'estime beaucoup

Ma mère (HALIMA), qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçoit à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

Mon père (AMARA), qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi

A mon cher frère **MOHAMMED** et sœurs **YASSMINA, RAZIKA, JOUHAR** et **HANADI** pour leur appui et leur encouragement et leurs enfants **NOR EL HOUDA** et **MARAM**, source de joie et de bonheur.

A Mon cher **grand-père** maternel Ma chère **grand-mère** maternelle
Que ce modeste travail, , soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.

A celui que J'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet chère amie **SARRA**, A mon bras droit *Tu* as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, Que DIEU le tout puissant vous garde pour vos parents

A tous ma famille **AMAR BELARBI** et **BADR EDDINE** a tous mes amis

A vous cher lecteur

LEMYA

SOMMAIRE

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

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

I.1.Introduction :	2
I.2. Situation géographique de la wilaya d Mostaganem :	2
I.3.Topographie :	3
I.4. Présentation du périmètre d'étude :	3
I.5. Etude géologique :	4
I.6. Géomorphologie :	5
I.7.Etude climatologique :	5
I.7.1. Choix de la station de référence :	5
I.7.2.Pluies mensuelles :	5
I.7.3.Les températures :	6
I.7.4.L'évaporation :	7
I.7.5. L'humidité relative :	8
I.7.6 Le vent :	8
I.7.7. Le Sirocco :	8
I.7.8. Durée d'insolation :	9
I.7.9.La grêle et la neige :	9
I.7.10.Calcul des indices Agro-météorologiques :	10
I.7.10.1.L'indice d'aridité de Martonne :	10
I.7.10.2.Quotient Ombrothermique d'Emberger :	11
I.7.10.3.Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausson :	12
I.8.Etude Socio-économique :	13
I.8.1.Argumentation du projet d'aménagement de mise valeur du périmètre :	14
I.8.1.1.Situation actuelle :	14
I.8.1.2.Situation projetée :	14
I.9.Conclusion :	14

Chapitre II: Ressources en sol et ressources en eau

II.1.Introduction :	16
II.2. Ressources en sol :	16
II.2.1. But de l'étude pédologique :	16
II.2.2. Levé pédologique :	16
II.2.3. Description et classification des sols du périmètre :	17
II.2.4. Le profil pédologique :	17

II.2.4.1. Description morphologique des profils :	18
II.2.5. Détermination des aptitudes culturales des sols :	21
II.2.6. Qualité des sols :	21
II.2.7. Le développement et la production agricole dans la région d'étude :	22
II.3. Ressources en eau :	23
II.3.1. Ressources en eau du périmètre :	23
II.3.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :	25
II.3.3. Classification des eaux pour l'irrigation :	26
II.3.3.1. Sodicité et Alcanisation :	27
II.4. Calcul de la pluie de projet :	29
II.4.1. Répartition de la pluie moyenne annuelle :	29
II.4.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :	30
II.4.2.1. Teste de Wilcoxon :	30
II.4.3. Ajustement statistique des pluies :	31
II.4.3.1. Ajustement à la loi Normale :	32
II.4.3.2. Ajustement à la loi log-Normale :	32
II.4.3.3. Test de validité d'un ajustement :	33
II.4.4. Détermination de l'année de calcul :	34
II.5. Conclusion :	35

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. INTRODUCTION :	36
III.2. BESOINS EN EAU DES CULTURES :	36
III.2.1. Calcul de l'évapotranspiration :	36
III.2.2. CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE DE REFERENCE (ET ₀):	36
III.2.2.1. Formule Modifiée de Penman_Monteith :	37
III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale (ET _M) :	38
III.2.4. Les Coefficients culturaux (K _c) :	38
III.3. BESOINS EN EAU D'IRRIGATION :	39
III.3.1. Détermination de la pluie efficace :	39
III.3.2. Choix des cultures :	40
III.3.2.1. Cultures proposées :	40
III.3.2.2. Identification des principaux types d'assolement :	41
III.3.2.3. Avantages de la rotation des cultures :	42
III.3.3. Cycle végétatif des cultures :	42
III. 4. CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES :	43
III.4.1. Calcul du débit spécifique :	55
III.4.2. Evaluation du débit caractéristique :	55

III.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :	56
III.5. CONCLUSION :	57

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

IV.1. Introduction :	58
IV .2. Alimentation en eau du périmètre :	58
IV.3. Organisation et structure du périmètre :	58
IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation :.....	58
IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :.....	59
IV.3.3. Calcul hydraulique aux bornes :	59
IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :	59
IV.3.4.1. Secteur 1 :	60
IV.3.4.2.Recapéculatation des nombres d'ilots et de borne de chaque secteur.	62
IV.4. Description de l'aménagement du périmètre :.....	63
IV.4.1. Schéma d'adduction :	63
IV.4.2 Schéma de distribution :.....	63
IV.4.3 Dimensionnement du réservoir de distribution :	63
IV.4.3.1. Débit caractéristique	64
IV.4. 4.Calcul hydraulique du réseau de distribution :.....	64
IV.4.5 Vitesses admissibles :.....	64
IV.4.6 Le calcul du diamètre :.....	65
IV.4.7.Calcul des pertes de charges :	65
IV.4.8.Choix des matériaux des conduites :.....	65
IV.4. 9.Caractéristiques des canalisations :.....	66
IV.4.9.1.les conduites en fonte :.....	66
IV.4.9.2 Conduites en acier :.....	66
IV.4.9.3 Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure) :	66
IV.4.9.4 Avantages des canalisations en PEHD	66
IV.4.10.Choix de tracé	67
IV.7. Conclusion :.....	71

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

V.1.Introduction :.....	72
V.2.Choix des techniques d'irrigation :.....	72
V.3. Les différentes techniques d'arrosages :.....	72
V.3.1. Irrigation gravitaire :.....	72
V.3.1.1. L'irrigation par ruissellement :.....	73
V.3.1.2. L'arrosage par infiltration (à la raie) :.....	73
V.3.1.3. L'arrosage par submersion :.....	73
V.3.1.4.Avantages et les inconvénients de l'irrigation gravitaire :.....	73
V.3.2.L'irrigation par aspersion :.....	74
V.3.2.1.l'irrigation par aspersion (pivot).....	74
V.3.2.2.Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :.....	77
V.3.2.3. Différentes installations à la parcelle :.....	77
V.3.2.4.Couverture totale et couverture intégrale :.....	77
V.3.3.L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) :.....	78
V.3.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :.....	78
V.4.Choix de la technique d'arrosage :.....	78
V.5.Conclusion.....	80

Chapitre VI : Dimensionnement a la parcelle

Dimensionnement a la parcelle.....	81
VI.1. Introduction.....	81
VI.2. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :.....	81
VI.2.1.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :.....	82
VI.2.1.1.Influence du taux de couverture du sol :.....	82
VI.2.1.2.Dose nette pratique :.....	82
VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):.....	83
VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute) :.....	83
VI.2.1.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :.....	83
VI.2.1.6.Durée d'arrosage effective :.....	84
VI.2.1.7.Durée d'arrosage journalier :.....	84
VI.2.1.8. Nombre de poste :.....	84

VI.2.1.9. Surface du poste :	84
VI.2.2. Calculs hydrauliques :	84
VI.2.3. Dimensionnement des canalisations du réseau :	85
VI.2.3.1. Pour les rampes : L=120,68 m	85
VI.2.3.2. Pour le porte rampe :	86
VI.2.3.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire:	87
VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :	88
VI.3.1. Dose pratique : RFU :	88
VI.3.2. Le diamètre de l'ajutage :	88
VI.3.3. Calcul de la portée du jet (L) :	89
VI.3.4. Ecartements entre les rampes et arroseurs :	89
VI.3.5. Vérification de la pluviométrie ($P < K$) :	89
VI.3.5.1. Débit de l'asperseur :	89
VI.3.5.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :	89
VI.3.6. Paramètres d'arrosage :	90
VI.3.6.1. Calcul du tour d'eau :	90
VI.3.6.2. Nombre d'irrigation par mois :	90
VI.3.6.3. Calcul de la dose réelle :	90
VI.3.6.4. Calcul de la dose brute :	90
VI.3.6.5. Temps d'arrosage :	90
VI.3.6.6. Calcul de l'unité d'arrosage	90
VI.3.6.7. Calcul du débit d'équipement :	90
VI.3.6.8. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :	90
VI.3.6.9. Calcul du volume à épandre en un mois sur toute la parcelle :	91
VI.3.6.10. Nombre d'aspersion (à acheter) Nombre d'asperseur requis	91
VI.4. Calculs hydrauliques :	91
VI.4.2. Dimensionnement hydraulique des rampes :	91
VI.4.2.1. La longueur de la rampe :	91
VI.4.2.2. Nombre d'aspersion/rampe :	91
VI.4.2.3. Nombre de rampes :	91
VI.4.3. Dimensionnement de la rampe:	92

VI.4.3.1.Le débit de la rampe :.....	92
VI.4.3.2.Nombre de position des rampes :	92
VI.4.3.3.Calcul du Diamètre de la rampe :.....	92
VI.4.4.Dimensionnement de la porte rampe:	92
VI.4.4.1.Longueur de la porte Rampe :.....	92
VI.4.4.2.Débit de porte rampe :.....	92
VI.4.4.3.Calcul du Diamètre de la porte rampe :	93
VI.4.5.Calcul des pertes de charge:.....	93
VI.4.5.1.les pertes de charge de la rampe :.....	93
VI.4.5.2.les pertes de charge de la porte rampe :	93
VI.4.6.Calcul de la pression en tête du réseau :	94
IV.5.Conclusion:.....	94

Chapitre VII : Organisation de chantier

VII.1.Introduction :.....	95
VII.2.Execution des travaux de pose des canalisations :	95
VII.3.Choix des engins du chantier:	96
VII.3.1.Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :.....	98
VII.3.2.Frais des travaux sur réseau d'irrigation :.....	99
VII.3.2.1.calcul des volumes de remblai et de déblai :.....	99
VII.4.Conclusion :	102

LISTES DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

Tableau I.1: Caractéristiques géographiques la station étudiée	5
Tableau I.2: les pluies moyennes mensuelles à la station de Bouguirat(1994-2014).	6
Tableau I.3: Répartition des températures moyennes interannuelles (station de Bouguirat).....	6
Tableau I.4: L'évaporation moyenne mensuelle à la station de Bouguirat.....	7
Tableau I.5: Humidité relative à la station de Bouguirat..	8
Tableau I.6: Vitesse du vent moyenne mensuelle.	8
Tableau I.7: Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Bouguirat.....	8
Tableau I.8 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la station de Bouguirat.	9
Tableau I.9 : Nombre de jours de neige par mois	9
Tableau I.10 : Nombre de jours moyen de grêle par mois Source : ONM Mostaganem (1994-2014).....	10
Tableau I.11: Classification du climat selon de Martonne.....	10
Tableau I.12 : Moyennes mensuelles de précipitations et de températures	13

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Tableau II.1: Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1	19
Tableau II.2: Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2	20
Tableau II.3: Conductivité du sol (APD ONID).....	22
Tableau II.4: Caractéristiques des barrages du Kerrada et Chéiff	25
Tableau II.5: Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.....	26
Tableau II.6: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	26
Tableau II.7: Analyse des eaux des barrages Kerrada et Chéiff.....	27
Tableau II.8: Classification des eaux en fonction de SAR.	27
Tableau II.9: Répartition mensuelle des précipitations (mm).....	29
Tableau II.10: Caractéristiques de la série pluviométrique.	30
Tableau II.11: Test d'homogénéité de la série pluviométrique	31
Tableau II.12 : Test de validité des deux ajustements.	33
Tableau II.13: Résultat de l'ajustement.	34
Tableau II.14: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%).....	34

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Tableau III-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0.....	38
Tableau III-2 : calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm	39
Tableau III.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.....	40

Tableau III.4 : Occupation de sol en fonction des cultures.	40
Tableau III.5 : Les assolements proposés.	41
Tableau III.6: Cycle végétatif des cultures.	42
Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau du Blé dur.	43
Tableau III-8 : Calcul des besoins en eau de l'orge grain.	43
Tableau III -9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne.	44
Tableau III-10 : calcul des besoins en eau de la pomme de terre (s).....	44
Tableau III-11 : calcules des besoins en eau de la pomme de terre (as)	45
Tableau III-12 : Calcul des besoins en eau de la tomate.	45
Tableau III-13 : Calcul des besoins en eau du chou	46
Tableau III-14 : Calcul des besoins en eau de la courgette.	46
Tableau III-15 : Calcul des besoins en eau de l'orge en vert	47
Tableau III-16 : Calcul des besoins en eau de la betterave.....	47
Tableau III-17 : Calcul des besoins en eau du Blé.dur	48
Tableau III-18 : Calcul des besoins en eau de piment /poivron	48
Tableau III-19 : Calcul des besoins en eau de le haricot.	49
Tableau III-20 : Calcul des besoins en eau de l'oignon vert	49
Tableau III-21 : Calcul des besoins en eau des petits pois	50
Tableau III-22 : Calcul des besoins en eau de l'ail.....	50
Tableau III.23 : Calcul des besoins en eau des oliviers.	51
Tableau III.24 : Calcul des besoins en eau des pommiers.	51
Tableau III.25: Récapitulatif des besoins pour l'assolement I.	53
Tableau III.26 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement II.....	54
Tableau III.27 : volume d'eau d'irrigation.	56

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots.	59
Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.	60
Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.....	62
Tableau. IV.4 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.	68

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.	79
---	----

Chapitre VI : Dimensionnement a la parcelle

Tableau VI.1: Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	87
Tableau VI.2: Résultat de calcul pratique d'aspersion.....	94

Chapitre VII : Organisation de chantier

Tableau VII.1. Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.....	97
Tableau VII.2 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	98
Tableau VII.3 Cout des équipements de protection du réseau de distribution.....	99
Tableau VII.4. Calcul des différents volumes.....	101
Tableau VII.5. Coût des travaux de terrassement.	101

LISTES DES FIGURES :

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Mostaganem	2
Figure I.2: Carte de situation de la daïra de Bouguirat.	3
Figure I.3: Situation Géographique du secteur (Source:SOGREA).....	4
Figure I.4 : Répartition des températures moyennes (Station de Bouguirat)	7
Figure I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger	12
Figure I.6 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.	13

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Figure II.1: Schéma de ressources en eau DRE Mostaganem	24
Figure II.2 : Barrages du Kerrada et Chéelif.....	25
Figure II.3: Diagramme de classification des eaux d'irrigation de barrage Chéelif.....	28
Figure II.4: Diagramme de classification des eaux d'irrigation de barrage Kerrada.	29
Figure II.5 : Ajustement des pluies annuelles par la loi normale.....	33
Figure II.6 : Ajustement des pluies annuelles par la loi log-normale.	34

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

Figure IV.1 : Schéma adduction 2015.....	63
--	----

Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

Figure V.1 : Systèmes d'irrigation.(AQUAG à Marrakech).	73
Figure V.1 : irrigation par pivot.....	76
Figure V-2 : La rampe frontale.....	76

Chapitre VI : Dimensionnement a la parcelle

Figure VI.1: Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe	82
Figure VI.2: Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	91

Chapitre VII : Organisation de chantier

Figure VII.1. Une pelle mécanique	97
Figure VII.2. pose de canalisation.....	97
Figure VII.3 : Disposition de la conduite dans une tranchée.	100

Liste des planches

Planche n° 01 : Plan de mass

Planche n° 02 : Plan de réseau l'adduction et distribution du secteur à projeter

Planche n° 03 : profil en long de la branche principale de l'adduction et distribution.

Planche n° 04 : réseau d'irrigation goutte à goutte de la parcelle 9.

Planche n° 05 : réseau d'irrigation aspersion de la parcelle 36.

الملخص:

لقد قمنا في هذه المذكرة بدراسة عامة للمناخ ، التربة و الماء ضمن المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة إستغلال مساحة مسقية، تقع في بدائرة بوقيراط ،ولاية مستغانم، انطلاقا من سد الشلف و كرامة وهذا بإستعمال أحسن تقنيات السقي للحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

حاولنا استعمال أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة في التوزيع من أجل الحصول على انتاج زراعي و فير بأقل التكاليف

Résumé :

Dans ce travail, nous avons fait une étude générale (climat, sol, eau...) sur la région où nous réalisons notre projet. Le but de ce travail est de faire une étude et suivi d'exploitation d'un périmètre irrigué, situé dans la plaine de la daïra de Bouguirat de la wilaya de Mostaganem, à partir des barrages Cheliff et Kerrada en utilisant les meilleures technique d'irrigation, pour atteindre un bon rendement, tout en préservant les ressources hydriques, la qualité de sol et des eaux.

Par adoption des meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des cultures, en ayant un bon coefficient d'efficience pour la distribution, en vu d'avoir la bonne production agricole avec le moindre coût.

Abstract:

In this work we have make a general survey (climate, soil, water...) on the region where we made our project.

The aim of this work is make a survey and follow-up of exploitation of perimeters irrigated, situated in the plain of Bouguirat of wilaya of Mostaganem, from the dams of Cheliff and Kerrada while using the best technique of irrigation, to reach a good output, while preserving the water resources, the quality of soil and waters.

By adoption of the best arithmetic techniques of the needs in water of the cultures, while having a good coefficient of efficiency for the distribution, for having good agricultural production with low costs.

Introduction générale

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays ; Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de lui un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

L'importance de l'irrigation dans le monde est définie par N.D. GULHATI

(Indien) : « *l'irrigation dans beaucoup de pays est un art ancien aussi vieux que la civilisation, mais pour le monde entier c'est une science moderne ; la science de la survie* ».

Notre pays a connu et connaîtra de longue période de sécheresse, en particulier dans les régions à climat semi-aride où la pluviométrie est déjà insuffisante et mal répartie.

Notre projet de fin d'étude s'inscrit justement dans ce contexte, où le souci majeur est de pouvoir développer l'agriculture, tout en utilisant un minimum d'eau.

Tout projet d'aménagement sur notre aire d'étude aura un double objectif à savoir créer des petites périmètres d'irrigation et aussi lutter contre l'érosion, cela pour la situation géographique de notre aire d'étude ainsi que de ses caractéristiques (zone montagnes).

Notre travail consiste en une étude de dimensionnement des équipements pour l'irrigation du secteur après avoir analysé les conditions naturelles s'y trouvant sur place et les différentes ressources en sol et en eau. Par la suite, on essaiera de choisir les différentes cultures adaptées à ces conditions et aussi les modes d'irrigations à utiliser. Ainsi, on souhaite assurer le meilleur rendement possible avec le moindre coût.

Chapitre I

Analyse des Conditions Naturelles

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

I.1.Introduction :

Dans ce chapitre, il présentera notre zone d'étude, c'est la situation géographique, les caractéristiques climatiques et socio-économiques, afin de permettre à la zone de caractériser et d'améliorer la valeur du potentiel de la portée étudiée.

La zone d'étude fait référence au périmètre du Bouguiratsitué au Wilaya Mostaganem.

I.2. Situation géographique de la wilaya d Mostaganem :

Le Mostaganem Wilaya situé dans le nord-ouest de l'Algérie, situé entre les longitudes "0 et 0,5", et les latitudes nord "35 ° et 36 °", avec une superficie de 2269 km², est délimitée pa

- Au nord, par le méditerranée ;
- À l'est, par la wilaya de chlef ;
- Au sud, par la wilayas de Mascara et Relizane;
- À l'ouest, par la wilaya d'Oran ;

Administrativement la wilaya de Batna est composée de 10 daïra et 32 communes.

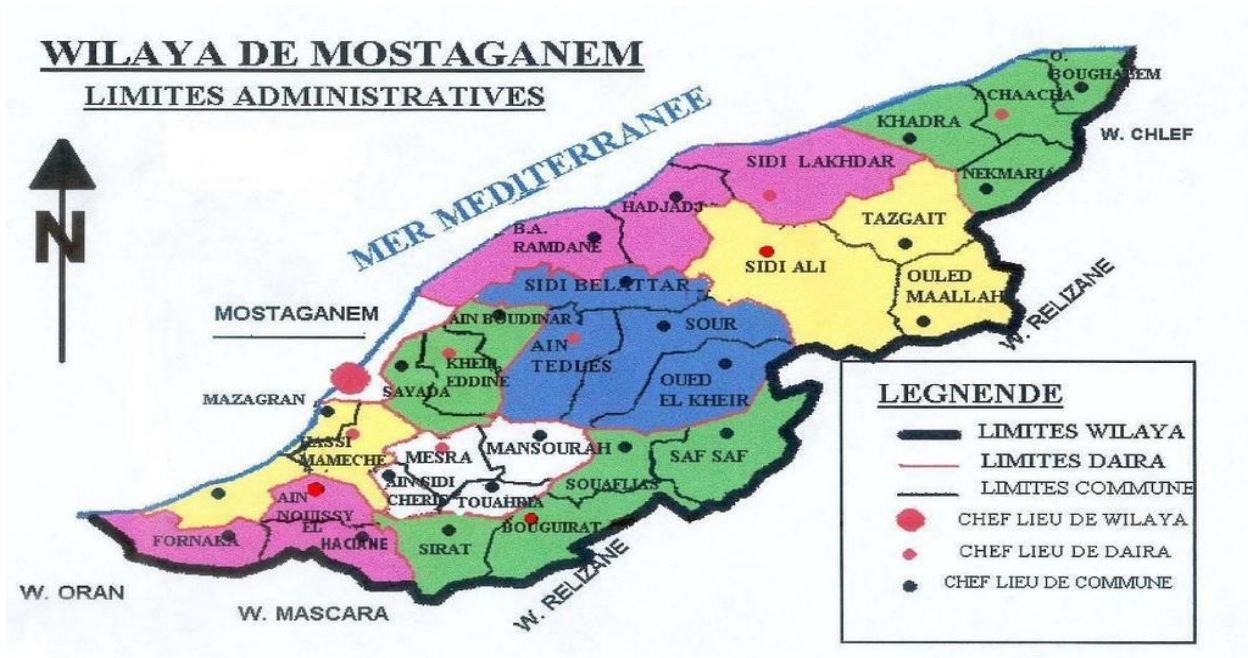


Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Mostaganem.

I.3. Topographie :

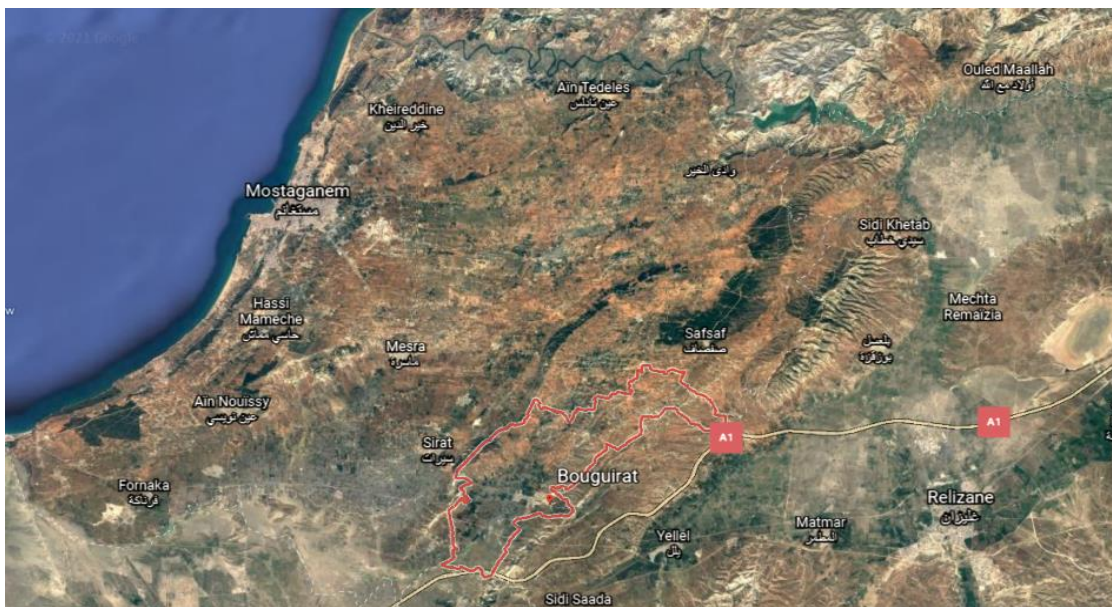
Du point de vue topographique, c'est une zone de plateau, celui de Mostaganem ; Deux unités de plaines la constituent : la première, à l'Est, au contact du Dahra de part et d'autre de la vallée du Chélif. culminant entre 100m et 120m environ. Les surfaces sont mises en culture en partie. L'alimentation en eau pour l'agriculture et par les barrages de kerrada et chellif sur cette aire d'étude.

I.4. Présentation du périmètre d'étude :

Le périmètre d'étude est situé dans la région Ouest du pays et se rattache .Il fait partie de . Plus précisément le périmètre se situe dans la daïra de Bouguirat ,qui est limitée par :

- Au nord par:La route de Ghelizen et la commune de Biod ;
- Au Sud par :L'autoroute est-ouest et la commune de Bouguirat;
- A l'Est par Douara laouaïcia et les limites administratives de la wilaya de Mascara ;
- A l'Ouest :La commune de Touahria et douar ouled youcef.

Le périmètre a une surface de 4646 ha, et divisé en quatre secteurs : S1 ,S2 , S3 et S4.



Source: Google Earth

Figure I.2: Carte de situation de la daïra de Bouguirat.



Figure I.3: Situation Géographique du secteur (Source: SOGREA)

I.5. Etude géologique :

Le Plateau de Mostaganem est limité au nord par l'Oued Chélif et sa vallée, au Sud par la Plaine des Bordjias, à l'Est par les Djebels Ennaro et Belhacel et à l'Ouest par le bourrelet côtier qui l'isole de la mer méditerranéenne

Les formations quaternaires, constitués de terrains perméables, forment le réservoir du plateau de Mostaganem. Ces dépôts d'âge Calabrien, sont transgressifs et discordants sur les dépôts marins et continentaux du Miopliocène.

Ils se poursuivent par des grès grossiers et se terminent par des niveaux de recouvrement composés de grès dunaires et de limons sableux.

Ce recouvrement est masqué localement par une croûte gréso-calcaire blanchâtre.

L'épaisseur du Calabrien est de 100 à 120 mètres au maximum, et diminue jusqu'à 20-30 mètres.

I.6. Géomorphologie :

Une analyse géomorphologique est nécessaire dans le cas de notre région d'étude, car elle permet de porter une appréciation, aussi fiable que possible, de la portée des phénomènes liés à l'érosion et à la sensibilité des sols, donc le plateau de Mostaganem C'est une unité morphologique relativement plate, reposant sur un substrat à formations tendres avec alternances de formations dures à moyennement dures. La dynamique hydrique est relativement absente, mise à part l'érosion éolienne, où le vent est le principal agent, il érode par déflation et corrosion, mais aussi il accumule, d'où on remarque que les sables tapissent presque la totalité de la surface du plateau de Bouguirat.

I.7. Etude climatologique :

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus décisifs sont les températures, l'humidité relative, l'intensité de gelée et de sirocco; ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

I.7.1. Choix de la station de référence :

Dans notre étude, nous nous sommes basés sur les stations climatologiques les plus proches du périmètre, pour avoir une bonne précision des paramètres climatiques afin de bien caractériser le climat de notre zone d'étude. Pour cela, nous avons exploité les données de la station météorologique

Pour la pluviométrie, nous avons exploré une série d'observation de 20 ans relevée à partir de la station de Bouguirat.

Tableau I.1: Caractéristiques géographiques la station étudiée

Station	Code	Latitude	Longitude	Altitude
Bouguirat	111609	35°46'	00°15'	85 m

I.7.2. Pluies mensuelles :

La connaissance des pluies mensuelles permet de connaître le régime pluviométrique saisonnier et leurs fluctuations ce qui est indispensable en irrigation.

Les pluies mensuelles sont présentées dans le tableau I.2.

Tableau I.2 : les pluies moyennes mensuelles à la station de Bouguirat (1994-2014).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P _{moy}	21,53	38,80	72,59	74,13	54,21	45,83	31	39,5	30,90	2,57	1,2	6,36	413.02
P _{moySaison}	44,31			58,06			33,8			3,38			34,893
%	32,18			42.169			24.55			24.526			100

(source : ANRH d'Alger).

I.7.3. Les températures :

La température de l'air permet la détermination du climat, elle influe sur la croissance des plantes et elle conditionne l'évaporation et le cycle végétatif des cultures (photosynthèse et de la respiration).

Les relevés mensuels moyens des températures sur une période de 20 ans de (1994 à 2014) sont donnés par le tableau I.3 :

Tableau I.3: Répartition des températures moyennes interannuelles (station de Bouguirat).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou
T _{moy max}	27,51	24,04	19,12	16,34	15,58	16,22	18,38	20,22	23,15	27,04	30,09	30,87
T _{moy min}	17,07	13,74	9,53	6,93	5,72	5,99	7,85	9,09	12,63	16,014	18,63	19,43
T _{moy}	22,29	18,89	14,33	11,64	10,65	11,11	13,12	14,66	17,89	21,53	24,36	25,15

Source : ONM Mostaganem

Avec : T_{min}: moyenne de tous les minima observés pour chaque mois,

T_{max}: moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois,

T_{moy}: moyenne mensuelle.

Le graphe de variation des températures est présenté comme suit :

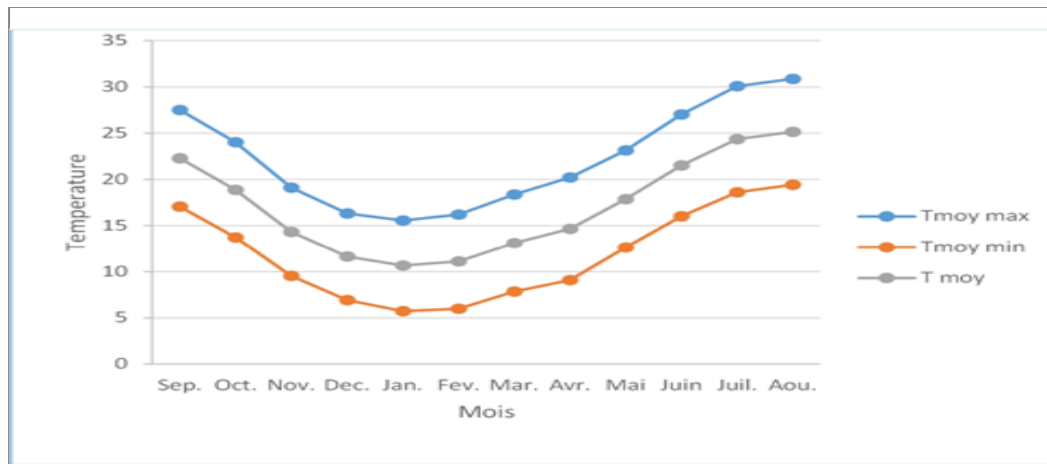


Figure I.4 : Répartition des températures moyennes (Station de Bouguirat) (réalisé sous excel)

D'après le tableau I.3 on peut remarquer deux périodes distinctes:

✓ **Une période chaude:**

Elles s'étendent du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre, les mois de juillet et août sont les plus chauds, avec des moyennes mensuelles de 25°.

✓ **Une période froide:**

Elles s'étendent sur les mois de novembre jusqu'au mois d'avril, où les températures moyennes mensuelles enregistrées sont inférieures à la moyenne annuelle. Le mois de janvier reste le mois le plus froid.

I.7.4.L'évaporation :

L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux, son effet est de réduire la température de l'environnement.

Tableau I.4: L'évaporation moyenne mensuelle à la station de Bouguirat (source : ONM mostaganem)

Mois	jan	Fév	Mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Evaporation (mm)	50.18	53.08	60.56	79.63	97.63	93.63	121.47	108.75	95.71	75.61	54.21	52.44

I.7.5. L'humidité relative :

L'humidité est un facteur qui conditionne le déficit de saturation et donc l'évapotranspiration, elle influe sur les conditions de développement de la végétation.

La proximité de la zone d'étude de la mer Méditerranée lui donne un taux d'humidité relative assez élevé.

Tableau I.5: Humidité relative à la station de Bouguirat. (source : ONM Mostaganem).

mois	jan	fév	Mars	avril	mai	juin	juil	août	sep	oct	Nov	Déc
Humidité (%)	74.46	72.84	71.15	67.70	66.20	63.82	62.32	63.70	67.93	70.12	73.65	74.43

D'après ce tableau I.5, on peut observer que l'humidité maximale correspond au mois de janvier avec **74.46%** tandis que la minimale est celle du mois de juillet avec **62.32%**.

I.7.6 Le vent :

C'est un facteur déterminant pour le choix du système d'irrigation. Les valeurs présentées dans le tableau I.6 représentent la vitesse moyenne du vent.

Tableau I.6: Vitesse du vent moyenne mensuelle.

mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Vitesse de vent (m/s)	1.68	1,62	1,75	1,88	1,89	2,06	2,01	2,39	2,24	2,09	1,77	1,67

(source : ONM Mostaganem).

La vitesse moyenne mensuelle du vent observée oscille entre 1,62 m/s en octobre et 2,39 m/s en Avril.

I.7.7. Le Sirocco :

C'est un vent saharien violent, très sec et très chaud qui souffle sur l'Afrique du Nord, il a un effet négatif sur les cultures car il influe sur l'évapotranspiration des plantes. Le nombre de jours moyen de sirocco (1994 – 2014), est indiqué dans le tableau I.7 :

Tableau I.7: Nombre de jours moyens de sirocco à la station de Bouguirat. (Source : ONM Mostaganem).

Mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
sirocco	2.1	0.8	1.3	0.4	0.3	0.4	1.3	1.9	1.5	2.5	2.5	2.5

I.7.8. Durée d'insolation :

L'insolation est un paramètre climatique dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre. que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle ET₀. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de l'ONM Alger.

Tableau I.8 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières de la station de Bouguirat. Source ONM Mostaganem.

mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
L'insolation (h/jour)	8,34	6,89	5,64	5,32	5,56	6,41	7,42	8,28	8,71	9,79	9,44	9,81

La durée d'insolation varie irrégulièrement durant l'année. Elle augmente en été et atteint son maximum en Aout avec une moyenne mensuelle de 9,81 h/j. Puis elle descend progressivement jusqu'à l'hiver ou elle atteint une valeur minimale de 5.32 h/j en Décembre.

I.7.9. La grêle et la neige :

Ce sont des phénomènes très localisés. Nous disposons du nombre de jours de neige et de grêle à la station de Bouguirat.

- **La neige**

Tableau I.9 : Nombre de jours de neige par mois

mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil
Nombre de jours de neige	0	0	0	0.3	0.9	0.6	0	0	0	0	0

Source ONM Mostaganem

Chute de neige est observée depuis le mois de Décembre à Février, le nombre de jours de neige maximum est au mois de Janvier. Le nombre moyen de jours de neige est de 0,6.

- **La grêle**

Le nombre de jours où il y a de la grêle est donnée dans le tableau :

Tableau I.10 : Nombre de jours moyen de grêle par mois Source : ONM Mostaganem (1994-2014)

mois	Sép	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil
Nombre de jours de grêle	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.2	0.2	0	0

Dans la zone étudiée, on remarque **qu'**il y a de la grêle au mois de Mars beaucoup plus

I.7.10. Calcul des indices Agro-météorologiques :

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température. Les indices les plus connus sont ceux de De Martonne et le quotient ombrothermique d'Emberger.

I.7.10.1. L'indice d'aridité 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 :

$$I_A = \frac{P}{T+10} ;$$

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Les limites des climats d'après l'indice climatique de De Martonne sont données dans le tableau I.11.

Tableau I.11: Classification du climat selon de Martonne (Source: cours d'irrigation, ENSH 2021)

Valeur de I_A	Type de climat	irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A < 20$	sec	Souvent indispensable
$20 < I_A < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	inutile

Dans notre cas, nous avons

$P=404.82\text{mm}$ et $T=17,135$ (°C), on trouve donc :

$$I_A = \frac{404.82}{17.135+10} = 14.92$$

Selon l'indice d'aridité De Martonne, on constate d'après la classification ci-dessus, que la région est soumise à un régime de climat sec, et que l'irrigation est souvent indispensable.

I.7.10.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{1000.P}{(M+m)(M-m)/2} = \frac{2.1000.P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient Ombrothermique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : P=404.82mm ; M=30.87°C et m=5.72°C

$$Q = \frac{2.1000.P}{M^2 - m^2} = \frac{2.1000.404.82}{(30.87+273.15)^2 - (5.72+273.15)^2} = 55.26$$

D'où Q=55.26

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid (5.72°C), on peut confirmer que notre région se situe dans :

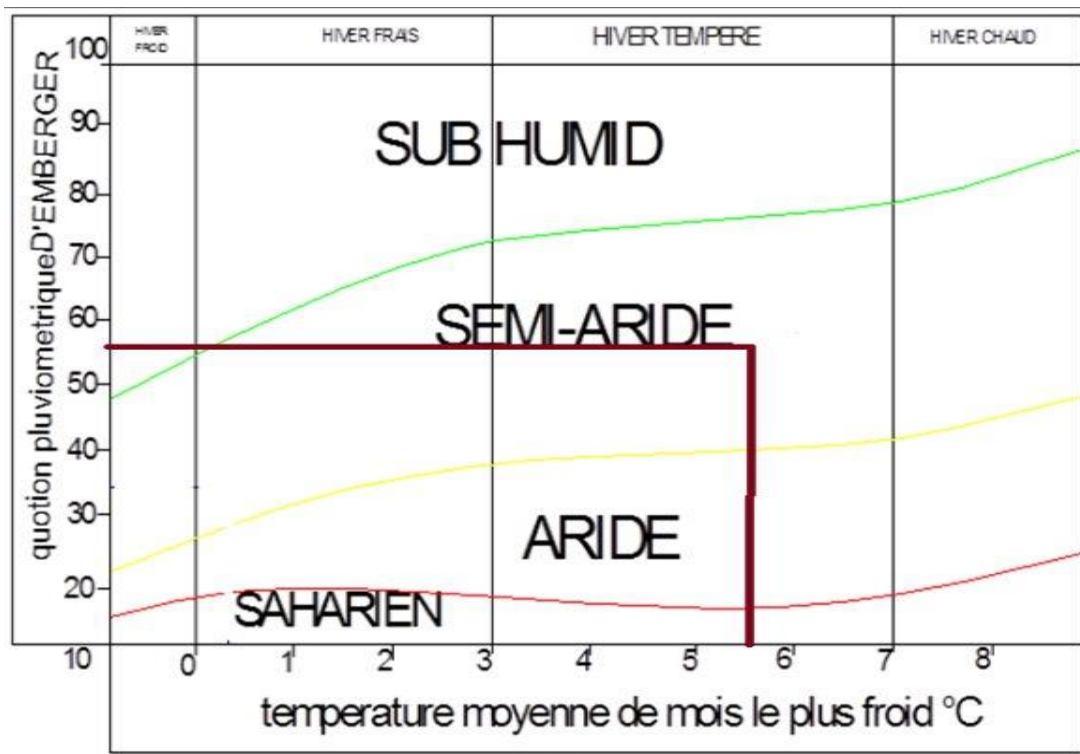


Figure. I.5 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

(source: www.researchgate.net)-l'étage bioclimatique : Semi-aride

I.7.10.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausсен :

Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnouls et H.Gausсен permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. Dans ce diagramme, on considère un mois sec quand le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C ($P \leq 2T$), c'est-à-dire quand la courbe des précipitations passe en dessous de celle de températures.

La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.

Tableau I.12 : Moyennes mensuelles de précipitations et de températures.

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total annuel
Pluie (mm)	66.78	51.16	32.42	36.72	22.84	2.32	1.98	5.86	23.6	32.6	66.57	70.9	413,795
Tmoy (C°)	10.65	11.11	13.12	14.66	17.89	21.53	24.36	25.15	22.29	18.89	14.33	11.64	22,29

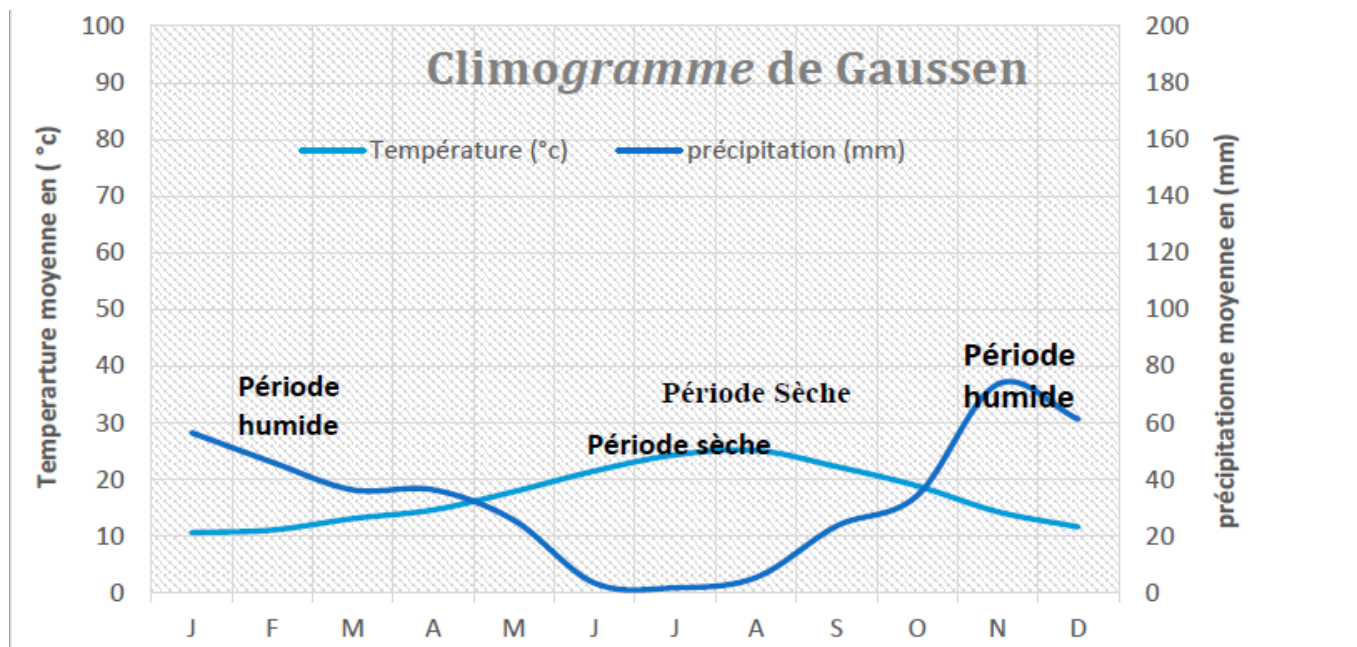


Figure I.6 : Diagramme ombrothermique de Gausсен. (réalisé sous excel)

Description du graphe :

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

- La saison humides'étale dumoisdenovembre jusqu'aumoisd'Avril.
- La saison sèche s'étalédumoisd'Avril jusqu'aumoisd'octobre

Enfin on peut dire que le climat de notre région est situé dans un étage semi-aride.

I.8. Etude Socio-économique :

Le plateau de Mostaganem, qui s'étale sur 15300 ha avec une surface de 4646 hectares à bouguirat, elle présente un potentiel agricole important. Ces surfaces seront irriguées à partir du barrage de Kerrada et Chellif.

I.8.1. Argumentation du projet d'aménagement de mise valeur du périmètre :**I.8.1.1. Situation actuelle :**

L'existant agricole dans la région d'étude présente un fort potentiel et constitue la principale source de revenus d'une population à dominante agricole et rurale. C'est un bassin maraîcher et arboricole qui trouve des difficultés de croissance agricole en termes physiques en raison de la rareté du facteur eau. 60% des terres agricoles sont occupées à parts égales par le maraîchage et l'arboriculture. Cela montre que sans irrigation, il n'y aura point d'agriculture intensive dans cette région. Quant aux grandes cultures (céréales et fourrages) menées actuellement en pluvial ne peuvent donner de bons rendements sans une irrigation. L'élevage ne peut se développer sans un apport de fourrages conséquents. Actuellement la faiblesse des superficies fourragères ne peut pas assurer la couverture des besoins en alimentation.

Cependant, dans les conditions actuelles du développement agricole, l'arboriculture et le maraîchage dans la zone d'étude doivent être consolidés par un apport d'eau d'irrigation pour faire croître d'une manière substantielle la valeur ajoutée agricole.

I.8.1.2. Situation projetée :

Après analyse de la situation actuelle et de la mosaïque représentant le découpage du périmètre en exploitation, nous avons défini sept (07) modèles d'exploitations par rapport à leur taille et nous avons limité les cultures dominantes par rapport à la multitude de cultures pratiquées.

Les cultures dominantes de la zone sont : Agrumes principalement la variété thomson pour l'orange ; L'olivier (olives de table) ; Pomme de terre ; Tomate ; Piment/ poivrons ; Orge.

I.9. Conclusion :

A travers ce chapitre, qui est basé principalement sur l'étude des données pluviométriques et climatiques du périmètre d'étude, nous avons estimé que le périmètre de Bouguirat est caractérisé par un climat semi-aride, et par une moyenne pluviométrique de l'ordre de 404mm/an .

L'agriculture constitue la principale activité de la zone, ce qui importe son développement, en implantant des cultures à haut rendement.

Cependant vu les potentialités agro-pédologiques de la zone d'étude, l'introduction de l'irrigation s'avère donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone semi-aride.



Chapitre II

Ressources en sol et ressources en eau

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

II.1. Introduction :

Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre résultant de l'altération de la roche mère sous l'action du climat et des organismes vivants. Le sol est dans l'ensemble hétérogène constitué de composantes minérales, qui ont été décomposé avec le temps, à partir d'une roche mère due aux facteurs climatiques (Gobat et Al, 1998).

Sa composition doit permettre un bon approvisionnement en éléments nutritifs (N, P, K), en eau et en oligo-éléments, sa couleur foncée traduit sa richesse en carbone.

L'étude pédologique du sol d'un périmètre a pour but :

- ✓ Apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation ;
- ✓ Fournir les données fondamentales caractérisant les relations eau-sol.

II.2. Ressources en sol :

II.2.1. But de l'étude pédologique :

L'étude pédologique a pour but de :

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié pour assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles ;
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer ;
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion ; goutte à goutte; submersion). (Rachel Barta, Israël Broner, Joël Schneekloth et Reagan Waskom)

II.2.2. Levé pédologique :

Le levé pédologique examine les constituants de la terre (minéraux, matières organiques), leur agencement (granulométrie, structure, porosité), leurs propriétés physiques (transfert de l'eau et de l'air), leurs propriétés chimiques (rétention des ions, pH).

Elle porte des diagnostics sur les types de sol (classification). Elle en déduit des applications (fertilité).

Ces levés doivent être effectués par le biais de profils creusés mécaniquement et par l'observation des coupes naturelles existantes.

II.2.3. Description et classification des sols du périmètre :

Le périmètre se compose de glaciis à pente douce et de plaine avec pistes aménagées qui permettent l'accès facile aux parcelles.

La prospection pédologique et l'analyse des paramètres physico chimiques, ont permis de reconnaître une seule classe appartenant aux sols calcimagnésiques, on a distingué au niveau de cette classe trois grandes types de sols :

➤ **Les sols peu évolués :**

Ils sont caractérisés par des textures moyennes à légères allant du sable au sable limono-argileux. Leur structure n'est pas affirmée et leur taux de calcaire varie de 3 à 6%. La profondeur du sol dépasse le 120 cm en général. Un encroûtement calcaire à moins de 60 cm peut subvenir sans être consolidé. (APD ONID)

➤ **Les vertisols :**

Ces sols sont très profonds. Ils sont caractérisés par une texture lourde

➤ **Les sols calcimagnésiques :**

C'est la classe la plus importante du point de vue superficie et qualité. Ils appartiennent à la sous-classe des sols carbonatés et se répandent sur les groupes des rendzines et des sols bruns calcaires :

i. Rendzines :

Ce sont des sols calcaires caractérisés par des profondeurs inférieures à 50 cm avec un taux de calcaire pouvant dépasser le taux de 16%.

ii. Sols bruns calcaires :

Ce type de sols se répartisse sur les groupes des sols modaux, les sols à encroutement calcaires et les sols vertiques, (APD ONID)

II.2.4. Le profil pédologique :

Le profil pédologique permet de caractériser en temps réel de l'état d'un sol, à partir d'une observation visuelle, complétée par quelques déterminations analytiques en tenant compte de l'environnement.

L'examen du profil pédologique permet de découvrir la succession des couches ou l'horizon expliquant la formation et évolution du sol, sa pédogenèse permet de classer le sol d'après son type pédologique.

II.2.4.1. Description morphologique des profils :

1) Profil n°1 :

- Lieu : Bouguirat (w.Mostaganem) ;
- Coordonnées : 35°71'71"N 0°23'49"E ;
- Pente : douce 0-5% environ ;
- Géomorphologie : terrasse alluviale ;
- Aspect de surface : 5% environ de cailloux et blocs en surface.
- Drainage externe : bon ;
- Signe d'érosion : néant ;
- Culture en place : céréales.

2).1. Classification : (selon le CPCS 1967)

- Classe : sol peu évolué ;
- Sous classe : non climatique ;
- Groupe : d'apport alluvial ;
- Sous-groupe : modal.

1).2 Description macro morphologique :

H1 : 0 - 29cm : humide : sec –couleur : brun sombre (5 YR 3/3), texture sable limoneux ; structure polyédrique fine fragile –poreux-friable-activité biologique bonne racines radicelles et galeries, reste chaumes de blé, reste de débris de coquilles, nodules et graviers, pas d'effervescence à l'HCL, transition nette.

H2: 29 - 45 cm : humidité : sec, couleur brun bariolé 5YR 5/4 ; texture : sable limoneux ; structure particulière, peu poreux, peu friable, activité biologique faible à nulle, quelques nodules et granules, pas d'effervescence à l'HCL, transition nette à peu nette.

H3: 45 - 107 cm : humidité : sec, couleur : brun grisâtre 7,5 YR 3/3.5, texture sable limoneux (SL), structure particulière à polyédrique fine, peu poreux, peu friable, activité biologique faible à nulle, quelques nodules et granules, faible effervescence à l'HCL, Transition nette à peu nette.

H4:> 107 cm : Encroutement.

Tableau.II.1 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 1 laboratoire d'analyse de sol agricole Mostaganem 2015.

Profondeur (cm)		0 - 29	29 - 45	45 – 107	> 107
	Argile %	17	14	13	Niveau graveleux
	Limons fin %	19	29	17	
	Limons grossier %	10	4	11	
	Sables fins %	30	26	26	
	Sables grossiers %	20	23	31	
	C%	1,31	-		--
	MO%	3,10	-	1,3	--
Calcaire total %		32	-	16	--
Calcaire actif %		13	-	-	--
Ph		8,27	8,23	-	--
CE dS/m		0,39	0,44	-	--

(Source : DRE Mostaganem)

2)-Profil n°2 :

- Lieu : Bouguirat ;
- Coordonnées : X=00°18'23" Y=35°47'12" ;
- Pente : 0-3 %.
- Géomorphologie : terrasse alluviale ;
- Aspect de surface : pas d'éléments grossiers.
- Drainage externe : bon.
- Signe d'érosion : néant.
- Culture en place : grandes cultures.

2).1. Classification : (CPCS 1967)

- Sol peu évolué d'apport alluvial vertiques
- Classe : Sols calcimagnésiques.
- Sous classe : Sols carbonatés.
- Groupe Sols bruns calcaire.
- Sous group : vertiques.

2).2. Description macro-morphologique:

0 — 40 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono-argileuse, structure polyédrique fine, présence des fentes de retrait de 1 à 2 cm de large, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable,

40 — 80 cm : sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique moyenne, pas de charge, quelques racines fines, activité biologique très faible, matière organique non directement décelable, porosité moyenne, peu compact, forte effervescence à Hcl avec calcaire an amas friable, transition nette effervescence moyenne à Hcl, transition nette

Tableau II.2. Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 2 laboratoire d'analyse de sol agricole Mostaganem 2015.

Numéro du Profil		02	
Code laboratoire numéro		2	3
Horizons		H1	H2
Profondeur (cm)		0-40	40-80
Granulométrie (en %)	A	31,50	36,10
	LF	18,40	21,60
	LG	15,90	16,30
	SF	21,80	17,60
	SG	12,40	8,40
Caco3 Total (en %)		23,63	28,63
Caco3 Actif (en %)		10,69	13,30
CEC (en méq /100 g)		16,57	19,31
PH (au 1/5)		8,20	8,13
C. emmhos/cm. (1/5)		0,39	0,45
C %		1,20	0,75
MO %		2,06	1,29
Gypse %		/	/

(Source : DRE,Mostaganem)

Interprétation :

Ces sols moyennement profonds présentent des caractéristiques physico chimiques favorables à leur utilisation, et qui s'articulent autour :

- Un aspect de surface sans aucune contrainte pour les travaux du sol.
- Une profondeur de 80 cm permettant l'introduction d'une large gamme de cultures.
- Absence de niveau limitant (croûte et encroûtement).
- Une texture limono argileuse avec une bonne structure des agrégats favorables à tout type d'utilisation.
- Absence du risque de salinité exprimé par une conductivité électrique faible.
- Des teneurs en calcaire actif inférieures à 15% tolérables par une large gamme de cultures.
- Une bonne fertilité chimique exprimée par une capacité d'échange cationique variant entre 17 et 21 méq/100 g de sol, et des taux de matière organique bien incorporés en profondeur.

II.2.5. Détermination des aptitudes culturales des sols :

Les sols du périmètre d'étude possèdent des caractéristiques édaphiques très différentes (la profondeur du sol, la texture du sol, la présence d'éléments grossiers dans le profil, la salinité du sol, le calcaire et la réaction du sol (PH) etc.) qui confèrent à ces sols des classes d'aptitude contrastées. (APD ONID)

Les deux types de sols qu'on a vus précédemment présentent deux classes d'aptitude culturales différentes :

- **Classe M15 C21 :**

Cette classe des sols, les rendzines, exclue l'arboriculture fruitière et les cultures industrielles à cause de très faible profondeur du sol.

Les cultures maraichères (M15) et les cultures céréalières et fourragères (C21) sont tout juste tolérées par ces sols.

- **Classe C11 I11 M15 B25:**

Cette classe regroupe les sols bruns calcaires modaux. Ce sont des sols excellents pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que pour les cultures industrielles.

Ils sont moyens pour les cultures maraichères. (APD ONID)

II.2.6. Qualité des sols :

- **Perméabilité en surface :**

La perméabilité en surface, réalisée sur terrain par la méthode au double anneau.

Selon les normes adoptées par l'USDA, deux classes de perméabilité sont présentes.

Il s'agit des perméabilités classées relativement lentes par la classe 1 ($0.5 \leq K \leq 2$ Cm/h) et moyennes pour la classe 2 ($2 < K \leq 6$ Cm/h).

- **Conductivité électrique de sol :**

Pour les profils analysés, les conductivités électriques moyennes, maximales et minimales sont rappelées ci-dessous :

Tableau II.3 : Conductivité du sol (APD ONID).

Zone	Classification ECe moyenne	Nombre de profil	Conductivité électrique CE (mmhos/cm)	
			Maximale (M)	Minimale (M)
Périmètre de Bouguirat	ECe < 0,6	2	0,44	0,01

(Source : DRE,Mostaganem)

Interprétation en fonction d'une échelle au terme de conductivité électrique de l'extrait :

- 00 - 0,6 mmhos/cm : Non salin
- 0,6 - 1,2 mmhos/cm : Peu salin
- 1,2 - 2,4 mmhos/cm : Salé
- 2,4 - 6 mmhos/cm : Fortement salé
- 6 mmhos/cm : Extrêmement salé

Dans le périmètre de Bouguirat la conductivité électrique inférieure à 0,6 mmhos/cm donc le sol est non salin alors il ne nécessite pas de lessivage.

II.2.7. Le développement et la production agricole dans la région d'étude :

L'existant agricole dans la région d'étude présente un fort potentiel et constitue la principale source de revenus d'une population à dominante agricole et rurale. C'est un bassin maraîcher et arboricole qui trouve des difficultés de croissance agricole en termes physique en raison de la rareté du facteur eau. (O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechim2015)

60% des terres agricoles sont occupées à parties égales par le maraîchage et l'arboriculture. Cela montre que sans irrigation, il n'y aura point d'agriculture intensive dans cette région.

Quant aux grandes cultures (céréales et fourrages) menées actuellement en pluvial ne peuvent donner de bons rendements sans une irrigation.

L'élevage ne peut se développer sans un apport de fourrages conséquents. Actuellement la faiblesse des superficies fourragères ne peut pas assurer la couverture des besoins en alimentation.

Cependant, dans les conditions actuelles du développement agricole, l'arboriculture et le maraîchage dans la zone d'étude doivent être consolidés par un apport d'eau d'irrigation pour faire croître d'une manière substantielle la valeur ajoutée agricole.

Les cultures dominantes de la zone sont :

- Agrumes principalement la variété thomson pour l'orange.
- L'olivier (olives de table).
- Pomme de terre.
- Tomate.
- Piment/ poivrons.
- Orge

II.3. Ressources en eau :

Le sol fournit à la plante l'eau et les éléments minéraux nécessaires à sa croissance et à son développement. L'eau puisée dans le sol, pénètre par les racines et transite dans les vaisseaux de la plante vers les feuilles. L'eau est le constituant majeur des plantes. L'analyse des ressources en eau se contrera sur la mobilisation de ressources en eau suffisantes et la qualité de l'eau d'irrigation et sur la détermination de l'année de conception ou des précipitations du projet, Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter le périmètre de Bouguiat et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données. (DRE Mostaganem)

II.3.1. Ressources en eau du périmètre :

La ressource pour le projet est constituée de la réaffectation des ressources mobilisées par le système MAO (Mostaganem-Arzew-Oran).

Ce système vise le transfert des eaux du barrage de dérivation de l'oued Chélif vers le barrage de Kerrada avec un débit de 9,5 m³/s et vers le réservoir de régulation avec un débit de 6,5 m³/s après le passage de cette eau par les deux batteries de débourbeurs.

Le système de transfert des eaux du MAO est donné par le schéma suivant : (DRE Mostaganem)

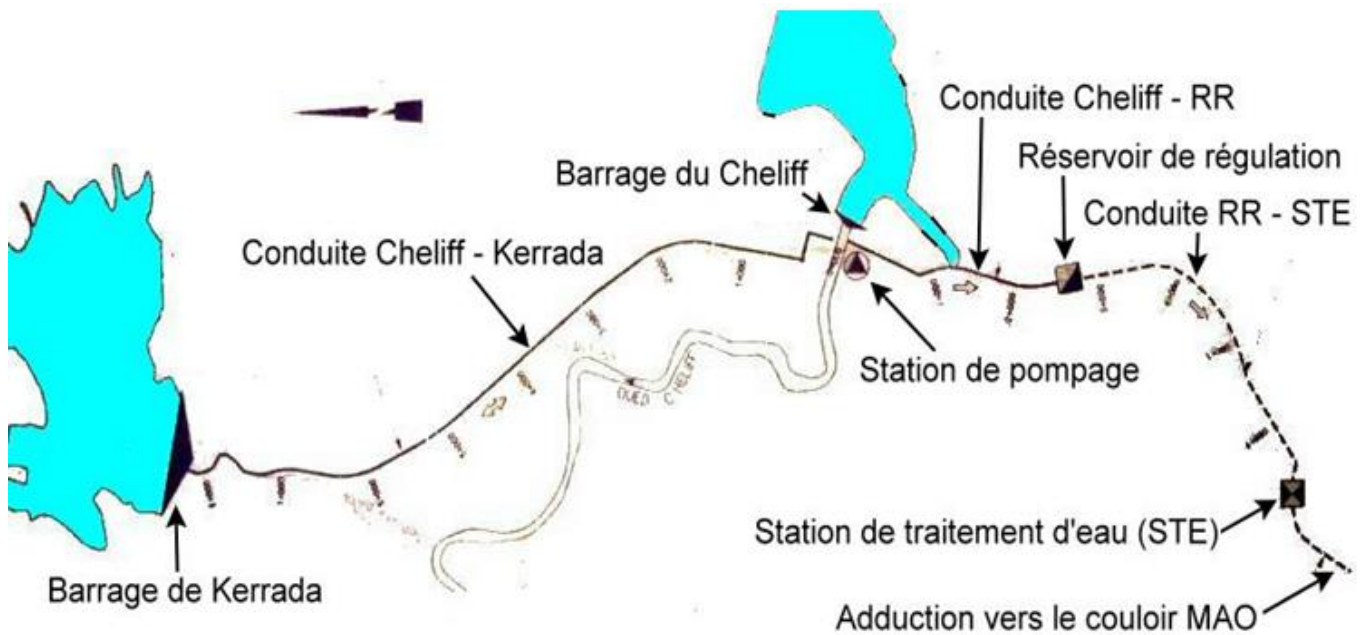


Figure II.1 : Schéma de ressources en eau DRE Mostaganem.

Le système MAO comporte les ouvrages suivants : (étude d'AEP Mostaganem Oran Arzew)

- Le barrage de prise du Chélif situé à 25 km de l'embouchure de l'oued de même nom. Sa capacité totale est de 50 Mm³ dont 30 Mm³ de volume utile.
- Le barrage de compensation du Kerrada situé à 8,2 km du barrage prise avec une capacité de 65 Mm³ dont 58,3 Mm³ de volume utile.
- Quatre tronçons principaux d'adductions :
 - Conduite de refoulement (Station de pompage Chélif – Kerrada) sur une longueur de 8,2 km de diamètre de 2000 mm et de débit de 9.5 m³/s ;
 - Conduite gravitaire (Kerrada – Station de pompage Chélif) de longueur 8,2 km de diamètre 2000 mm et un débit de 6.5 m³/s ;
 - Conduite de refoulement (Station de pompage Chélif – Réservoir d'équilibre) de longueur 2,6 km et de diamètre 2000mm ;
 - Conduite gravitaire (Réservoir d'équilibre – Station de traitement) de longueur 4,1 km et de diamètre 2000 mm ;
 - Piquage avant la station traitement
 - Conduite d'adduction gravitaire piquage –réservoir d'irrigation de périmètre

Tableau II.4: Caractéristiques des barrages du Kerrada et Chélif.

Dénomination	Valeurs Barrage Chélif	Valeurs Barrage Kerrada
Hauteur du Barrage	48 m	85 m
Longueur en crête	440 m	800 m
Superficie du BV	44000 km ²	19 km ²
Apport annuels	1295 hm ³ /an	-
Apport solides	8 hm ³ /an	-
Capacité totale	50 hm ³	70 hm ³
Capacité utile	15 à 20 hm ³	60 hm ³

(Source : DRE,Mostaganem)

**Barrage du Chélif****Barrage du KERRADA**

(Source:ONID)

Figure II.2 : Barrages du Kerrada et Chélif.**II.3.2. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :**

Il est nécessaire d'étudier la qualité d'eau d'irrigation avant tout projet d'aménagement agricole. Pour cela il faut vérifier certains facteurs plus importants qui sont :

- Le pH ;
- Risque de Salinité ;
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) ;
- Carbonate et bicarbonates Ca, Mg ;
- Anions toxiques.

Les données sur le tableau II.5 sont déterminées par l'ANRH à partir des prélèvements effectués à la station hydrométrique.

Tableau II.5 : Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.

Paramètres	Valeurs du barrage chélif	Valeurs du barrage kerrada
CE(mmhos/cm)	0.237	0.237
Ca (mg/l)	158.7	150
Cl(mg/l)	50.56	49.85
Na (mg/l)	320	298
Mg (mg/l)	50.56	50
K(mg/l)	13	11
SO4 (mg/l)	506	400
Rs105 (mg/l)	1540.5	1000.25
T(°C)	12.4	11
PH	8.25	8.25
HCO3 (mg/l)	185.7	170.67
DBO5 (mg/l)	8.23	7.05

(Source : ANRH Alger)

II.3.3. Classification des eaux pour l'irrigation :

Dans notre thèse, nous nous sommes basées sur la classification américaine des eaux d'irrigation qui est basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

La conductivité électrique : permet d'avoir rapidement l'ordre de la minéralisation globale de l'eau, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes d'eau :

Tableau II.6: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm)	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \geq 0.25$	Risque faible de salinité	Pour toutes les cultures
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Risque moyen de salinité	pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Risque élevé de salinité	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2.25$	Risque très élevé de salinité	eau difficilement utilisable

(Source : Cours de drainage, ENSH 2021)

II.3.3.1. Sodicité et Alcanisation :

Le sodium contenu dans une eau peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors un risque défloculation.

Pour diminuer ce risque il est nécessaire de comparer entre la concentration des cations Na^+ avec celle de Mg^{++} et Ca^{++} , donc on parle de l'indice du SAR qui est :

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

Na : Sodium en mg équiv/l ;

Ca : Calcium en mg équiv/l ;

Mg : Magnésium en mg équiv/l

Et donc :

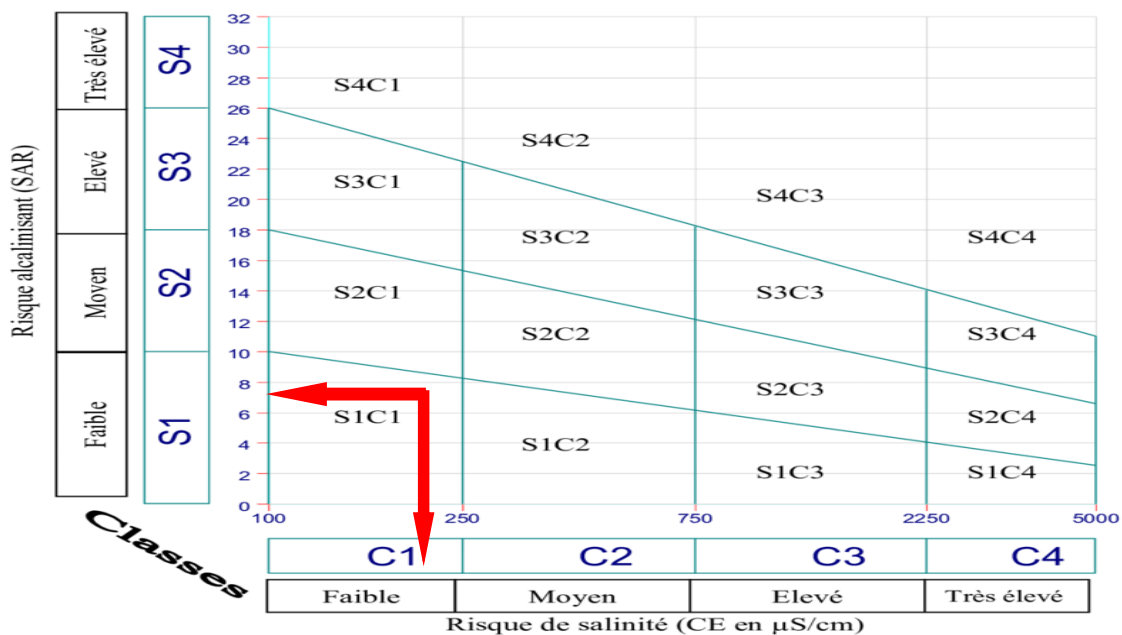
Tableau II.7 : Analyse des eaux des barrages Kerrada et Ch liff

Les �l�ments	Barrage de Ch�liff			Barrage de Kerrada		
	mg/l	méq/l	SAR	mg/l	méq/l	SAR
Na+	320	29.09	10.17	298	27.09	9.62
Ca++	158.7	7.935		150	7.5	
Mg++	50.56	8.43		50	8.33	

On distingue quatre classes de danger d'alcalinisation qui sont montrées dans le tableau II.8:

Tableau II.8: Classification des eaux en fonction de SAR.

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S ₁	$SAR \leq 10$	Risque faible
S ₂	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S ₃	$18 < SAR \leq 26$	Risque �lev�
S ₄	$SAR > 26$	Risque très élevé



(Source : www.researchgate.net)

Figure II.3: Diagramme de classification des eaux d'irrigation de barrage Chélif.

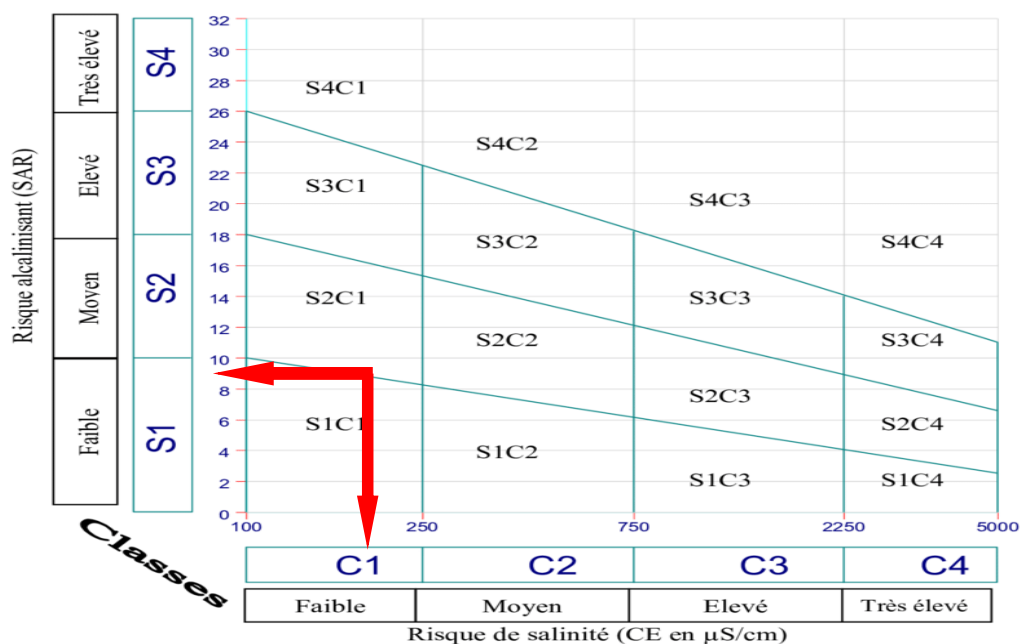


Figure II.4: Diagramme de classification des eaux d'irrigation de barrage Kerrada.

Interprétation :

Puisque l'eau du barrage Chélif à un SAR de 10.17 meq/l, et une CE=0.23 mmhos/cm, Et l'eau du barrage Kerrada a un SAR de 9.62 meq/l, et une CE=0.23 mmhos/cm et en se référant, sur le diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut dire que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C1-S2), donc il y'a un risque moyen de salinité

II.4. Calcul de la pluie de projet :

Le calcul de la pluie de projet est nécessaire, puisqu'elle intervient dans l'estimation des besoins en eau des cultures projetées dans le périmètre.

II.4.1. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Bouguirat (1994-2014) est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau II.9 : Répartition mensuelle des précipitations (mm).

Année	Sept	Oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	P ann(m m)
1994	16.6	23.7	29.3	4.9	31.6	23.5	44.3	10.4	0.6	3	5.7	2	195,6
1995	22.3	12.7	78.4	58.4	125.4	94.6	39.9	47.3	24.6	0	5.6	0.3	509.5
1996	37.9	29	2.2	45	79.4	4.2	0	111.7	15	1.6	2	8.5	336.5
1997	23,4	37,9	66,9	56,1	79,4	4,2	0	111	16,8	1,6	2	11,4	410,7
1998	6,2	10,9	26,1	69,2	49	32,5	12,7	33	49,2	0	2,4	9,2	300,4
1999	23	24,5	74,2	62,1	89,1	81,2	51,5	4,5	3	1,2	0,7	13,2	428,2
2000	20,5	23,7	34,8	3	40,2	47,9	1,4	36,5	8,4	0	0	0	216,4
2001	24,7	15,3	86,1	61,1	47,2	37	56,8	14,8	0,6	3,1	5,7	1,4	353,8
2002	35,3	30,2	3,4	48,5	134,7	105	39,9	59,5	24,8	0	5,6	0,8	487,7
2003	0	25.7	29.9	68	24.4	32.5	10.9	8.3	79.1	10.9	0	0	289.7
2004	5	65	95	147	27	43	12	13	61	14	0	1	483
2005	21	45	108	44	11	67	26	6	0,5	1	0	1	330,5
2006	37	1	6	216	118	82	10	24	111	4	0	0	609
2007	42	73	69	59	41	65	83	0	0	0,1	2	42	476,1
2008	36	45	169	129	28	7	17	6	21	9	7	0	474
2009	28	4	22	35	64	15	36	45	20	1	0	1	271
2010	6	72	65	16	48	70	49	52	12	4	2	23	419
2011	5	41	79	45	72	26	29	87	49	0	0	0	433
2012	14	59	151	81	74	26	64	3	0	0	0	14	486
2013	25	6	75	145	69	62	46	94	48	0	3	2	575
2014	62,8	25,7	68,2	81,6	116,8	66,8	41,6	8,1	6,6	5,8	0	1	485
Moyen (mm)	21,53	38,80	72,59	74,13	54,21	45,8	31	39,5	30,9	2,57	1,2	6,36	457,15

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes

Tableau II.10: Caractéristiques de la série pluviométrique.

moyenne	457,15 mm
Ecart type	109,3
cv	0.267
p _{min}	195,6
p _{max}	609

II.4.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

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

II.4.2.1. Teste de Wilcoxon :

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

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

On divise la série complète en deux sous séries : x et y 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 x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

$$\text{Avec : } W_{\min} < W_x < W_{\max} \quad ; \quad W_x = |Rang|_x$$

$$W_x : \text{Somme des rangs de sous sérient} = 150$$

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right) \right]^{1/2}$$

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

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau II.11: Test d'homogénéité de la série pluviométrique

rang	annuel	série Y	Série X	trier	X Union Y
1	195,6	195,6	289,7	195,6	Y
2	509,5	509,5	483	216,4	Y
3	336,5	336,5	330,5	271	X
4	410,7	410,7	609	289,7	X
5	300,4	300,4	476,1	300,4	Y
6	428,2	428,2	474	330,5	X
7	216,4	216,4	271	336,5	Y
8	353,8	353,8	419	353,8	Y
9	487,7	487,7	433	410,7	Y
10	289,7		486	419	X
11	483		575	428,2	Y
12	330,5		485	433	X
13	609			474	X
14	476,1			476,1	X
15	474			483	X
16	271			485	X
17	419			486	X
18	433			487,7	Y
19	486			509,5	Y
20	575			575	X
21	485			609	X

A.N : $W_{\min}=111,80$, et $W_{\max}=152,2$

$$111,80 < W_x = 150 < 152,2$$

La condition d'homogénéité de Wilcoxon est **vérifiée**, donc les pluies annuelles de la station de Bouguirat sont homogènes.

II.4.3. 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–normale.

II.4.3.1. Ajustement à la loi Normale :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

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

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

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Bouguirat sont les suivantes :

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 ;
- Les caractéristiques empiriques ;
- Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien ;

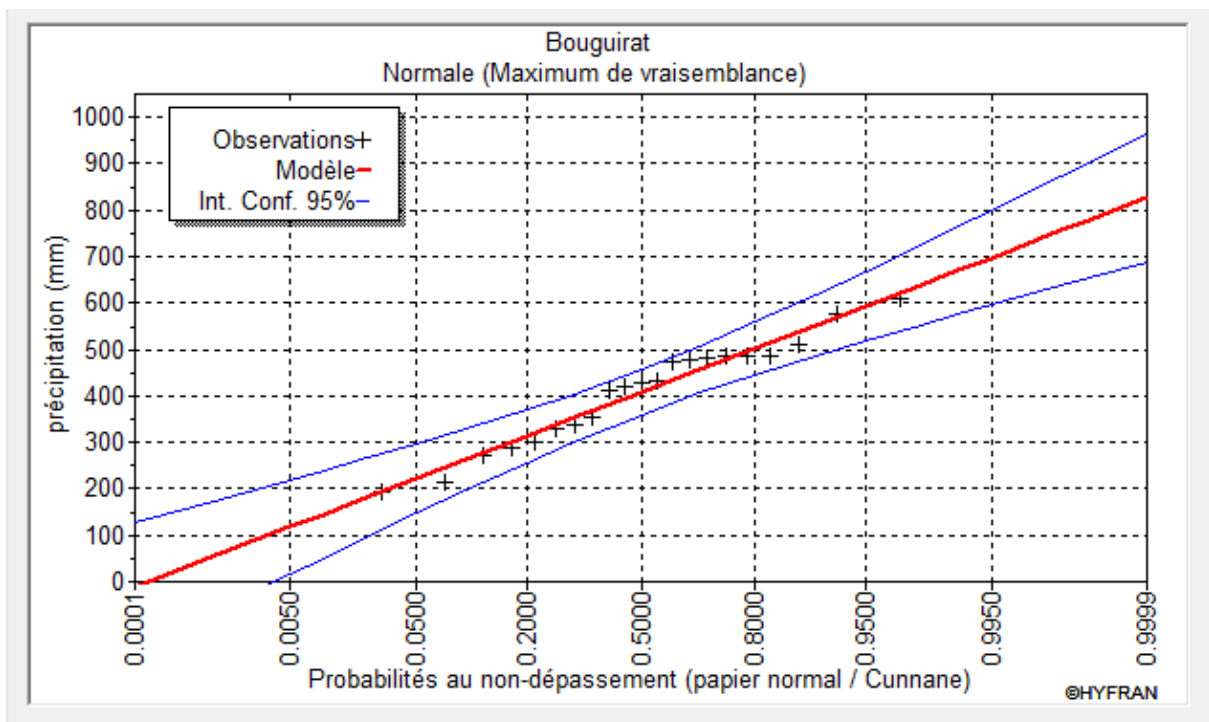


Figure II.2 : Ajustement des pluies annuelles par la loi normale.

II.4.3.2. Ajustement à la loi log-Normale :

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Bouguirat sont :

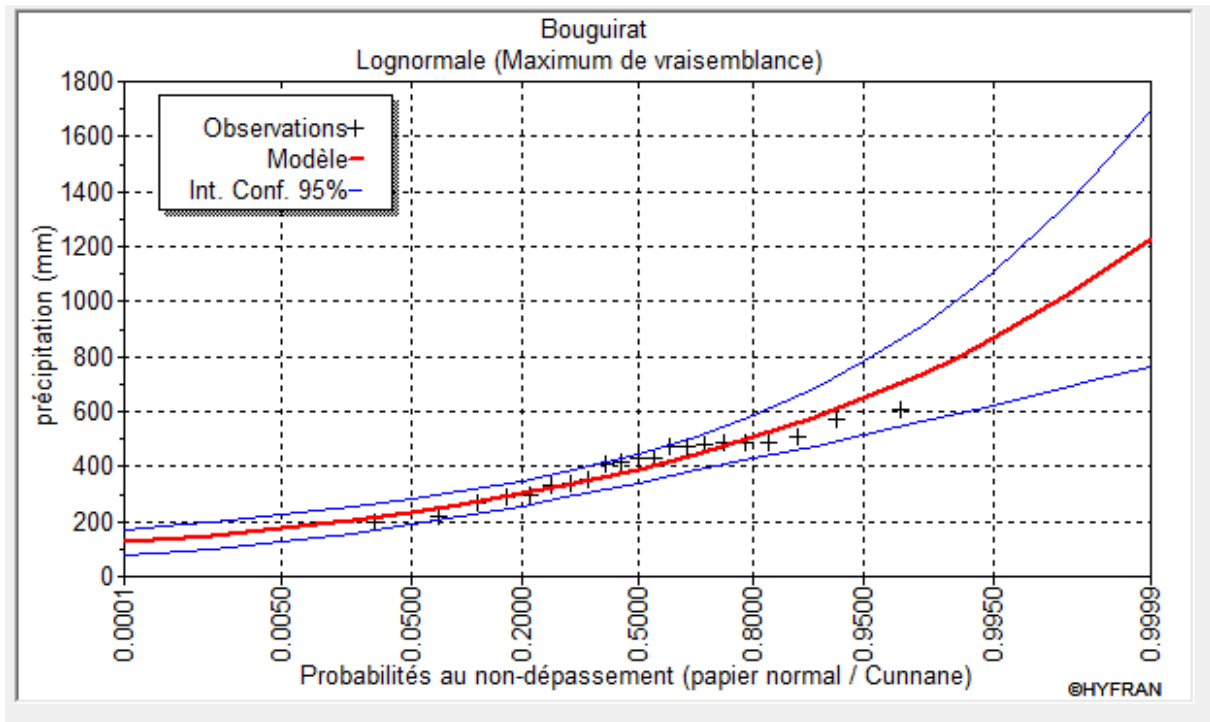


Figure II.6 : Ajustement des pluies annuelles par la loi log-normale.

II.4.3.3. Test de validité d’un ajustement :

Après ajustement des données par la loi, Il convient de comparer l’adéquation de cette loi afin d’adopter le meilleur ajustement. Dans notre cas, nous avons a utilisé le teste de Khi carrée χ^2 . Touaibia, B., (2004)
 La loi est adéquate pour une erreur $\alpha = 0.05$ si et seulement si :

$$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}} \text{ (voir annexe 1)}$$

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel **HYFRAN**

Tableau II.12 : Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi log-normale
$\chi^2_{\text{calculé}}=7,86$	$\chi^2_{\text{calculé}}=6,18$
Degrés de liberté =3	
$\chi^2_{\text{théorique}}= 9.488$	

(Tableau fourni par le logiciel **HYFRAN**)

II.4.4. Détermination de l'année de calcul :

Puisque la loi Log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

Tableau II.13: Résultat de l'ajustement.

T	q	Xt	Intervalle de confiance
10	0.9	580	476 -685
2	0.5	391	340 -443
1.25	0.2	302	255 -348

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

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

$$P_{\text{théorique (80\%) annuelle}} = 302$$

$$P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} = 391$$

$$P_{\text{moy 80\%}} = \frac{302}{391} \times P_{\text{moy de chaque mois}} = 0.772 \times P_{\text{moy de chaque mois}}$$

Les pluies mensuelles de projet, sont calculées comme suit :

Tableau II.14: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche ($f_{\text{req}} = 80\%$).

Mois	sept	oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
P_{moy} (mm/mois)	21,53	38,80	72,59	74,13	54,21	45,83	31	39,5	30,90	2,57	1,2	6,36
$P_{\text{moy80\%}}$ (mm/mois)	16,62	30	56,04	57,23	41,85	35,38	23,93	30,50	23,89	1,98	0,93	4,91

II.5. Conclusion :

Le présent chapitre avait pour but de définir les ressources en sol et en eau, la première partie ressource en sol qui a fait ressortir en conclusion les points suivants :

- La zone d'étude possède deux types de sols d'une bonne aptitude culturale.
- La perméabilité est relativement lente dans la zone d'étude.
- Dans le périmètre de Bouguirat la conductivité électrique inférieure à 0,6 mmhos/cm donc le sol est non salin alors il ne nécessite pas de lessivage.
- De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique.

Et la deuxième partie révèle les potentialités en ressource en eau par la présence des deux barrages Kerrada et Cheliff au voisinage du périmètre étudié. En plus de la quantité de la pluie efficace déterminée dans ce chapitre. Ces deux barrages possèdent une potentialité pour assurer les besoins en eau du périmètre en qualité et en quantité suffisante.



Chapitre III

Besoins en eau des cultures

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1. Introduction :

Afin de répondre à la demande en eau des cultures, il doit être placé dans des conditions d'humidité optimales pour obtenir des rendements élevés. Ces conditions peuvent être déterminées grâce à une bonne compréhension des besoins en eau des cultures (évaporation), des réservoirs dans le sol et de l'apport d'eau externe (eau de pluie, irrigation) aux différents stades de croissance de ces cultures.

III.2. Besoins en eau des cultures :

Selon Doorenbos et Pruitt (1976) : « Le besoin en eau des cultures est la quantité d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration des cultures dans de bonnes conditions sanitaires. Limiter la disponibilité et la fertilité des ressources en eau. Elle conduit à des rendements potentiels des cultures dans des conditions climatiques données ».

Déterminer les besoins en eau des cultures nécessite une bonne compréhension des plantes et des données climatiques et pédologiques de la zone afin de pouvoir estimer les réserves en eau utiles du sol « RU » et les réserves faciles à utiliser de la plante "RFU".

III.2.1. Calcul de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe qui combine l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration du couvert végétal (phénomène physiologique). Sous le nom d'évapotranspiration, inclure la consommation totale d'eau des plantes établies pour éviter le stress hydrique.

Il existe une différence entre l'évapotranspiration de référence (ET_0), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET_0) :

Décrit le transport de l'eau depuis la surface vers l'atmosphère, ou la quantité maximale d'eau susceptible d'être perdue en phase vapeur, sous un climat donné, par un couvert végétal continu spécifié (gazon) bien alimenté en eau et pour un végétal en pleine croissance ; l' ET_0 caractérise la demande en fonction des conditions climatiques exprimé en mm/j.

Il existe deux méthodes pour estimer l' ET_0 :

- Les méthodes directes « instruments et appareils » ;
- Les méthodes indirectes « utilisation des formules empiriques ».

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes. Il existe plusieurs formules de calcul, les principales sont :

- ✓ Formule de Turc (1960) ;
- ✓ Formule de Thornthwaite (1955) ;
- ✓ Formule de Blaney-Criddle (1959) ;
- ✓ Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948) ;
- ✓ Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO ;

La formule de Penman-Monteith est la méthode la plus utilisée sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, qui sont rarement toutes disponibles sur une même station.

Les experts de la FAO, recommandent la méthode de Penman-Monteith (modifiée) comme méthode privilégiée d'estimation de ET_0 .

II.2.2.1. Formule Modifiée de Penman_Monteith :

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Avec :

ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

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

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

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

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

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

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

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 Batna:

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0.

Les résultats trouvés pour la station de Batnasont récapitulés dans le tableauIII-1.

TableauIII-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Températures moy °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET ₀ -penman mm/mois
Janvier	10,65	67	1.8	5.6	9.5	49,6
Février	11,11	70	2.1	6.4	12.5	58,11
Mars	13,12	73	2.0	7.4	16.5	84
Avril	14,66	74	2.4	8.3	20.4	106,6
Mai	17,89	74	2.2	8.7	22.5	130,22
Juin	21,53	73	2.0	9.8	24.6	149,11
Juillet	24,36	71	1.7	9.4	23.7	160,51
Août	25,15	68	1.6	9.8	23.1	148,50
Septembre	22,29	66	1.7	8.3	18.6	113,12
Octobre	18,89	64	1.6	6.9	13.9	84,27
Novembre	14,33	69	1.8	5.6	10.0	55,78
Décembre	11,64	63	1.9	5.3	8.6	51,76
Moy	17,135	69	1.9	7.6	17.0	99,30

III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

L'évapotranspiration maximale est la valeur maximale de l'évaporation de la culture, qui dépend du stade phréologique de la culture (une petite quantité de cultures de couverture s'évaporent moins qu'une culture pleinement développée), et dépend également des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale (MTE) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c * ET_0 .$$

III.2.4. Les Coefficients cultureux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) (voir annexe 2) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », (Bull FAO n° 24. 1975 (A C* E F)).

III.3. Besoins en eau d'irrigation :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1})$$

Avec :

- ✓ ETM : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois) ;
- ✓ P_{eff} : pluie efficace en mm ;
- ✓ RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;
- ✓ K est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.

Le calcul de la RFU se fait comme suit

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z ;$$

Avec :

- ✓ Y : degré de tarissement ;
- ✓ D_a : densité apparente (1.35) ;
- ✓ Z : profondeur d'enracinement mm ;
- ✓ H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (28%) ;
- ✓ H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (17%).

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

III.3.1. Détermination de la pluie efficace :

La pluie efficace correspond à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle de la culture. L'eau des précipitations efficaces est répartie, au niveau du sol, en deux fractions : l'écoulement superficiel et l'infiltration.

Il existe plusieurs méthodes pour calculer P_{eff} ici on va utiliser celle de pourcentage fixe (80%) :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = 80\% \times \text{Pluies moyennes mensuelles (80\%)} \text{ (mm/mois)}$$

Tableau III-2 : calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm.

mois	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
$P_{moy80\%}$ (mm/mois)	16,62	30	56,04	57,23	41,85	35,38	23,93	30,50	23,89	1,98	0,93	4,91
P_{eff} (mm/mois)	13,29	24	44,83	45,78	33,48	28,30	19,14	24,4	19,11	1,584	0,74	3,92

(Sous Exel)

III.3.2. Choix des cultures:

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

III.3.2.1. Cultures proposées :

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont insérés dans le tableau III.3 (2019) :

Tableau III.3 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraîchage %	Arboriculture %	Total %
1	65	10	15	5	100
2	45	15	30	10	100
3	40	15	25	20	100
4	40	10	40	10	100

Dans notre mémoire on propose le scénario 3 qui est un scénario équilibré. La gamme des cultures proposée relatives aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau III.4. 2019

Tableau III.4 : Occupation de sol en fonction des cultures.

Les cultures	Surface (%)	Surface (Ha)
La céréaliculture : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Blé dur ▪ Ble tendre ▪ Orge grain 	35	140
Les cultures fourragères : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Orge en vert ▪ Luzerne 	15	60
Le maraîchage : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pomme de terre ▪ Tomate ▪ courgette ▪ Choux ▪ Betterave ▪ Piment / poivron 	35	140

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haricot ▪ Oignon vert ▪ Ail ▪ Petit pois 		
L'arboriculture : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Olivier ▪ Pommiers 	15	60
Total	100	400

III.3.2.2. Identification des principaux types d'assolement :

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

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau III.5:

Tableau III.5 : Les assolements proposés.

Assolement 1	Assolement 2
Blé dur	Orge en vert
Orge grain	Betterave
Luzerne	Blé
Piment / poivrons	Petits pois
Pomme de terre s	Haricot
Pomme de terre as	Tomate
Chou	Oignon vert
Courgette	Ail
Hors assolement : Arboriculture Olivier et Pommiers	Hors assolement : Arboriculture Olivier et Pommiers

III.3.2.3. Avantages de la rotation des cultures :

La rotation culturale a un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

- Réserves minérales : la rotation permet aux plantes selon leur exigence et la zone de développement des racines d'exploiter au mieux les ressources minérales.
- Propriétés des sols : certaines plantes tendent à détériorer la structure du sol, d'autre plantes sécrètent des toxines racinaires, mais il existe par contre des cultures améliorantes.
- La rotation constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les parasites.

III.3.3. Cycle végétatif des cultures :

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau III.6:

Tableau III.6 : Cycle végétatif des cultures.

Cultures	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juill	aout	
Blé			←—————→										
Orge			←—————→										
luzerne	←—————→												
Piment/ poivron								←—————→					
Pomme de terre								←—————→					
Tomate								←—————→					
choux	←—————→												
courgette	→										←—————→		
Betterave			←—————→										
haricot	→										←—————→		
Oignon		←—————→											
Petit pois			←—————→										
Ail										←—————→			
Oliviers	←—————→												
pommiers	←—————→												

III. 4. Calcul des besoins en eau des cultures :

Les besoins en eau sont calculés comme suit :

Tableau III.7 : Calcul des besoins en eau du Blé dur.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78	0,30	29,7	4,95	0,40	22,31	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,50	49,5	9,9	0,65	33,64	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,50	49,5	16,5	0,90	44,64	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	0,60	59,4	24,75	1,00	58,11	5,06
Mars	23,93	19,144	84	0,60	59,4	19,8	1,05	88,2	39,36
Avril	30,50	24,4	106,6	0,60	59,4	14,85	0,85	90,61	56,31
Mai	23,89	19,112	130,22	0,60	59,4	9,9	0,60	78,13	49,12
Juin	1,98	1,584	149,11	0,60	59,4	0	0,35	52,19	50,60
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,50						

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

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78	0,30	29,7	4,95	0,40	22,312	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,50	49,5	9,9	0,65	33,644	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,50	49,5	24,75	0,90	44,64	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	0,60	59,4	24,75	0,90	52,299	0,0
Mars	23,93	19,144	84	0,60	59,4	29,7	0,90	75,6	26,76
Avril	30,50	24,4	106,6	0,60	59,4	0,0	0,85	90,61	66,21
Mai	23,89	19,112	130,22	0,60	59,4	0,0	0,60	78,132	59,02
Juin	1,98	1,584	149,11	0,60	59,4	0,0	0,35	52,19	50,61
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III -9 : Calcul des besoins en eau de la luzerne.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12	0,40	39,6		0,65	73,53	60,232
Oct	30	24	84,27	0,40	39,6		0,65	54,78	30,7755
Nov	56,04	44,832	55,78	0,70	69,3	19,8	0,70	39,05	
Déc	57,23	45,784	51,76	0,90	89,1	23,1	0,80	41,41	
Janv	41,85	33,48	49,6	1,00	99	44,55	0,90	44,64	
Fév	35,38	28,304	58,11	1,20	118,8	49,5	0,95	55,20	
Mars	23,93	19,144	84	1,20	118,8	29,7	1,05	88,2	39,36
Avril	30,50	24,4	106,6	1,20	118,8	39,6	1,05	111,93	47,93
Mai	23,89	19,112	130,22	1,20	118,8	0,0	1,15	149,75	130,64
Juin	1,98	1,584	149,11	1,20	118,8	0,0	1,20	178,93	177,35
Juill	0,93	0,744	160,51	1,20	118,8	0,0	0,80	128,41	127,66
Août	4,91	3,928	148,5	1,20	118,8	0,0	0,80	118,8	114,87

Tableau III-10 : calcul des besoins en eau de la pomme de terre (s).

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27	0,40	39,6	0,0	0,50	42,135	18,135
Nov	56,04	44,832	55,78	0,60	59,4	19,8	0,70	39,046	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,60	59,4	13,2	1,00	51,76	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,60	59,4	29,7	0,75	37,2	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11						
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-11 : calculs des besoins en eau de la pomme de terre (as).

Mois	P moy(mm)	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84	0,4	39,6	4,08	0,75	63	39,78
Avril	30,50	24,4	106,6	0,6	59,4	13,2	1,1	117,26	79,66
Mai	23,89	19,112	130,22	0,6	59,4	19,8	1,2	156,26	117,35
Juin	1,98	1,584	149,11	0,6	59,4	19,8	0,75	111,83	90,45
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-12 : Calcul des besoins en eau de la tomate.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84	0,70	69,3	6,12	0,70	58,8	39,66
Avril	30,50	24,4	106,6	0,90	89,1	23,1	0,90	95,94	48,44
Mai	23,89	19,112	130,22	1,20	118,8	29,7	1,20	156,264	107,452
Juin	1,98	1,584	149,11	1,20	118,8	39,6	1,20	178,932	137,348
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-13 : Calcul des besoins en eau du chou.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12	0,30	29,7	0,0	0,50	56,56	43,264
Oct	30	24	84,27	0,40	39,6	0,0	0,70	58,99	34,99
Nov	56,04	44,832	55,78	0,50	49,5	13,2	0,95	52,991	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,60	59,4	16,5	0,80	41,408	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11						
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-14 : Calcul des besoins en eau de la courgette.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12	0,6	59,4	0,0	0,85	96,152	82,86
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11	0,4	39,6	0,0	0,5	74,56	72,97
Juill	0,93	0,744	160,51	0,45	44,55	0,0	0,75	120,38	119,64
Août	4,91	3,928	148,5	0,5	49,5	0,0	0,85	126,23	122,3

Tableau III-15 : Calcul des besoins en eau de l'orge en vert.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78	0,30	29,7	9,71	0,40	22,31	
Déc	57,23	45,784	51,76	0,50	49,5	14,85	0,65	33,64	
Jan	41,85	33,48	49,6	0,50	49,5	16,5	0,90	44,64	
Fév	35,38	28,304	58,11	0,60	59,4	24,75	0,90	52,30	
Mars	23,93	19,144	84	0,60	59,4	29,7	0,90	75,6	26,756
Avril	30,50	24,4	106,6	0,60	59,4	0,0	0,85	90,61	66,21
Mai	23,89	19,112	130,22	0,60	59,4	0,0	0,60	78,13	59,02
Juin	1,98	1,584	149,11	0,60	59,4	0,0	0,35	52,19	50,61
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-16 : Calcul des besoins en eau de la betterave.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78	0,5	49,5	5,30	0,4	22,312	
Déc	57,23	45,784	51,76	0,9	89,1	24,75	0,5	25,88	
Jan	41,85	33,48	49,6	0,9	89,1	44,55	0,7	34,72	
Fév	35,38	28,304	58,11	0,95	94,05	44,55	0,8	46,488	
Mars	23,93	19,144	84	0,9	89,1	47,03	0,95	79,8	13,626
Avril	30,50	24,4	106,6	0,7	69,3	0,0	0,6	63,96	39,56
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11						
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-17 : Calcul des besoins en eau du Blé.dur

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78	0,30	29,7	4,95	0,40	22,31	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,50	49,5	9,9	0,65	33,64	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,50	49,5	16,5	0,90	44,64	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	0,60	59,4	24,75	1,00	58,11	5,06
Mars	23,93	19,144	84	0,60	59,4	19,8	1,05	88,2	39,36
Avril	30,50	24,4	106,6	0,60	59,4	14,85	0,85	90,61	56,31
Mai	23,89	19,112	130,22	0,60	59,4	9,9	0,60	78,13	49,12
Juin	1,98	1,584	149,11	0,60	59,4	0	0,35	52,19	50,60
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-18 : Calcul des besoins en eau de piment /poivron.

Mois	P80%	Pe _{eff} (mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84	0,5	49,5	0	0,6	50,4	31,256
Avril	30,50	24,4	106,6	0,7	69,3	16,5	0,8	85,28	44,38
Mai	23,89	19,112	130,22	0,9	89,1	23,1	0,9	117,198	74,99
Juin	1,98	1,584	149,11	1	99	0	1	149,11	147,53
Juill	0,93	0,744	160,51	1	99	0	1,05	168,5355	167,79
Août	4,91	3,928	148,5	1	99	0	0,9	133,65	129,72

Tableau III-19 : Calcul des besoins en eau du haricot.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12	0,70	69,3	0,0	0,90	101,808	88,512
Oct	30	24	84,27	0,70	69,3	0,0	0,85	71,629	47,629
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11	0,50	49,5		0,50	74,555	72,971
Juill	0,93	0,744	160,51	0,50	49,5	0,0	0,65	104,331	103,587
Août	4,91	3,928	148,5	0,70	69,3	0,0	0,95	141,075	137,147

Tableau III-20 : Calcul des besoins en eau de l'oignon vert.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27	0,5	49,5	0,0	0,4	33,708	9,708
Nov	56,04	44,832	55,78	0,75	74,25	16,5	0,4	22,312	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	0,95	94,05	37,13	0,4	20,704	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,95	94,05	37,13	0,4	19,84	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	0,75	74,25	37,13	0,4	23,244	0,0
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11						
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-21 : Calcul des besoins en eau des petits pois.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76	0,40	39,6	0,0	0,45	23,292	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	0,70	69,3	13,2	0,80	39,68	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	0,70	69,3	34,65	1,00	58,11	0,0
Mars	23,93	19,144	84	0,70	69,3	34,65	0,95	79,8	26,01
Avril	30,50	24,4	106,6	0,70	69,3	0,0	0,50	53,3	28,9
Mai	23,89	19,112	130,22						
Juin	1,98	1,584	149,11						
Juill	0,93	0,744	160,51						
Août	4,91	3,928	148,5						

Tableau III-22 : Calcul des besoins en eau de l'ail.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sep	16,62	13,296	113,12						
Oct	30	24	84,27						
Nov	56,04	44,832	55,78						
Déc	57,23	45,784	51,76						
Jan	41,85	33,48	49,6						
Fév	35,38	28,304	58,11						
Mars	23,93	19,144	84						
Avril	30,50	24,4	106,6						
Mai	23,89	19,112	130,22	0,40	39,6	6,6	1,00	130,22	104,508
Juin	1,98	1,584	149,11	0,40	39,6	0,0	1,05	156,5655	154,9815
Juill	0,93	0,744	160,51	0,40	39,6	0,0	1,05	168,5355	167,7915
Août	4,91	3,928	148,5	0,40	39,6	0,0	1,05	155,925	151,997

Tableau III.23 : Calcul des besoins en eau des oliviers.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Sept	16,62	13,296	113,12	1,5	148,5	0	0,85	96,152	82,856
Oct	30	24	84,27	1,5	148,5	11,3	0,85	71,6295	36,33
Nov	56,04	44,832	55,78	1,5	148,5	9,7	0,75	41,835	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	1,5	148,5	6,4	0,65	33,644	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	1,5	148,5	6,4	0,65	32,24	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	1,5	148,5	8,4	0,65	37,7715	1,07
Mars	23,93	19,144	84	1,5	148,5	6,1	0,65	54,6	29,36
Avril	30,50	24,4	106,6	1,5	148,5	6,8	0,65	69,29	38,09
Mai	23,89	19,112	130,22	1,5	148,5	9,7	0,65	84,643	55,83
Juin	1,98	1,584	149,11	1,5	148,5	0	0,85	126,7435	125,16
Juill	0,93	0,744	160,51	1,5	148,5	0	0,85	136,4335	135,69
Août	4,91	3,928	148,5	1,5	148,5	0	0,85	126,225	122,30

Tableau III.24 : Calcul des besoins en eau des pommiers.

Mois	P80%	Peff(mm)	ETP(mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Sept	16,62	13,296	113,12	1,5	148,5	0,0	0,7	79,184	65,88
Oct	30	24	84,27	1,5	148,5	74,25	0,7	58,989	0,0
Nov	56,04	44,832	55,78	1,5	148,5	74,25	0,7	39,046	0,0
Déc	57,23	45,784	51,76	1,5	148,5	74,25	0,7	36,232	0,0
Jan	41,85	33,48	49,6	1,5	148,5	74,25	0,7	34,72	0,0
Fév	35,38	28,304	58,11	1,5	148,5	74,25	0,7	40,677	0,0
Mars	23,93	19,144	84	1,5	148,5	74,25	0,8	67,2	0,0
Avril	30,50	24,4	106,6	1,5	148,5	74,25	0,85	90,61	0,0
Mai	23,89	19,112	130,22	1,5	148,5	74,25	0,85	110,687	17,33
Juin	1,98	1,584	149,11	1,5	148,5	0,0	0,7	104,377	102,79
Juill	0,93	0,744	160,51	1,5	148,5	0,0	0,7	112,357	111,61
Août	4,91	3,928	148,5	1,5	148,5	0,0	0,7	103,95	100,02

L'Estimation des besoins en eau pour chaque culture pour chaque assolement est donnée dans les tableaux, tableau III.25 et tableau III.26:

Tableau III.25: Récapitulatif des besoins pour l'assolement I.

Mois	Blé	Orge en grain	Luzerne	Piment /poivron	Pomme de terre(s)	Pomme de terre(as)	Chou	courgette	olivier	pommier	max	total
Sept			60,232				43,26 4	82,86	82,856	65,888	82,86	335,1
Oct			30,7755		18,135		34,99		36,33	0,0	36,33	120,230 5
Nov	0,0	0,0			0,0		0,0		0,0	0,0	0	0
Déc	0,0	0,0			0,0		0,0		0,0	0,0	0	0
Jan	0,0	0,0			0,0				0,0	0,0	0	0
Fév	5,06	0,0							1,07	0,0	5,06	6,13
Mar	39,36	26,76	39,36	31,256		39,78			29,36	0,0	39,78	205,876
Avr	56,31	66,21	47,93	44,38		79,66			38,09	0,0	79,66	332,58
Mai	49,12	59,02	130,64	74,99		117,35			55,83	17,325	130,64	504,275
Jui	50,60	50,61	177,35	147,53		90,45		72,97	125,16	102,793	177,35	817,463
Juill			127,66	167,79				119,64	135,69	111,613	167,79	662,393
Août			114,87	129,72				122,3	122,30	100,022	129,72	589,212

Tableau III.26 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement II.

Mois	Orgeen vert	Betterave	Blé	Tomate	Haricot	tomate	Oignon vert	Petit pois	Ail	oliviers	pommier	max	total
Sep					88,512					82,856	65,888	88,512	171,368
Oct					47,63		9,708			36,33	0,0	47,63	93,668
Nov			0,0				0,0			0,0	0,0	0	0
Déc			0,0				0,0	0,0		0,0	0,0	0	0
Jan			0,0				0,0	0,0		0,0	0,0	0	0
Fév			5,06				0,0	0,0		1,07	0,0	5,06	6,13
Mars	26,756	13,626	39,36	39,66		39,66		26,01		29,36	0,0	39,66	214,432
Avr	66,21	39,56	56,31	48,44		48,44		28,9		38,09	0,0	66,21	325,95
Mai	59,02		49,12	107,45		107,45			104,508	55,83	17,325	107,45	483,38
Jui	50,61		50,60	137,348	72,971	137,35			154,98	125,16	102,793	154,98	729,019
Juill					103,588				167,79	135,69	111,613	167,79	407,07
Août					137,147				151,997	122,30	100,022	151,99	411,444

III.4.1. 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.

$$qs = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha}$$

Avec :

- ✓ Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- ✓ Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;
- ✓ Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;
- ✓ Ei : Efficience d'irrigation=75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement I)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de Juin,

Bnet =817,463mm/mois.

➔ **qs=4.21 l/s/ha > 1.5 l/s/ha**

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. Il y'a un risque de surdimensionnement

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

- ✓ prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- ✓ prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;
- ✓ On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante (luzerne 177,35mm).

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

➔ **qs = 0,91 l/s /ha** ; ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

III.4.2. Evaluation du débit caractéristique :

Le calcul du débit caractéristique permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = qs \cdot S$$

qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie nette à irriguer = 400 ha

➔ **Qcar = qs . S = 0,91*400 = 364 l/s.**

III.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Le volume des besoins en eau = le besoin de la culture (m³) * la surface de la culture.

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau III-28.

Tableau III.27 : volume d'eau d'irrigation.

Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Besoins en eau brut (m ³ /ha)	Besoins brut totaux (m ³)
La céréaliculture	140Ha				
-Blé tendre	70	200,45	2004,5	2665,985	186618,95
-orge en grain	70	202,6	2026	2694,58	188620,6
Les fourragères	60ha				
-Luzerne	60	728,818	7288,18	9693,2794	581596,764
Le maraichage	140Ha				
-Pomme de terre s	30	18,135	181,25	241,1955	7235,865
-Pomme de terre s	30	327,24	3272,4	4352,292	130568,76
-Piment /Poivron	30	595,67	5956,7	7922,411	237672,33
-chou	25	78,254	782,54	1040,7782	26019,455
-courgette	25	397,77	3977,7	5290,341	132258,525
Les arboricultures	60ha				
oliviers	30	626,686	6266,86	8334,9238	250047,714
pommiers	30	397,641	3976,41	5288,6253	158658,759
				Besoins total	1899297,72m³

On remarque que le volume nécessaire pour les besoins des cultures sur notre périmètre durant toute leur période végétative est de l'ordre de $1,9 \text{ Hm}^3$. Et comme le barrage d'alimentation est de capacité de Hm^3 ce qui explique qu'on peut extraire ce volume à partir du barrage Kerrada et Chellif.

III.5. Conclusion :

Dans le présent chapitre nous avons déterminé les besoins en eau des cultures implantés, en premier lieu, ce qui nous a permis d'estimer le débit spécifique de notre périmètre en tenant compte de la culture la plus exigeant en tenant compte des contraintes agricoles et agronomiques.

En deuxième lieu, nous avons calculé les besoins en eau totaux du périmètre et déduit la capacité des Barrages Kerrada et Cheliff, qui suffit largement pour irriguer le périmètre de Bouguirat.



Chapitre IV

Etude du système d'adduction

Chapitre IV : Etude du système d'adduction

IV.1. Introduction :

La conception d'un périmètre exige en premier lieu une gestion rationnelle et efficace d'un système d'irrigation et une organisation convenable de ce système.

Le système d'adduction est la première tâche à laquelle doit se préoccuper l'ingénieur, puisque tous les systèmes d'irrigation dépendent du tracé et de la conception des conduites du réseau d'adduction.

IV .2. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre de Bouguirat dont la superficie est de 400 Ha, sera irrigué à partir du barrage de Kerrada et Chellif dont la capacité initiale est respectivement de 70 Mm³, 50 Mm³

IV.3. Organisation et structure du périmètre :

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre d'irrigation.

Le périmètre de Bouguirat est situé à l'aval de barrage des barrages de Kerrada et Chellif, il englobe 29 ilots organisés en deux secteurs, la surface totale est de 400 ha.

IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation :

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

On admet généralement que l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doit répondre aux critères suivants :

- Une prise par ilot d'exploitations ;
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne ;
- Bornes implantées en limites d'ilots ou au centre pour les grands ilots.

IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

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

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'ilot ;
- Régler la pression ;
- Encaisser les suppressions accidentelles ;
- Compter les volumes distribués par la prise. (cours hydraulique 2021)

IV.3.3. Calcul hydraulique aux bornes :

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i ;$$

Avec :

- ✓ Q_b : Débit de chaque ilot (l/s) ;
- ✓ q_s : Débit spécifique (l/s/ha) ;
- ✓ S_i : Superficie de l'ilot (ha).

IV.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de parcelles. Généralement on admet :

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4) ;
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2) ;
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B) ;
- Pour les grands ilots ($S > 50$ ha) on prévoit des bornes de type C.

Tableau IV.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots.

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80,100$	2 Entrée $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrée $\Phi 80,100$	4 Entrée $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	2 Entrée $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	2 Entrée $\Phi 80,100,125$	1 Entrée $\Phi 150$

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

IV.3.4.1. Secteur 1 :

Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

îlots	superficies (ha)	parcelles	superficies	Q (l/s/ha)	Q _b (l/s)	Matériau	Corp de régulation (mm)	Borne type
I1	21,80	P1	4,860	4,43	19,838	fonte	80	Type B
		P2	7,164	6,52				
		P3	3,576	3,26				
		P4	6,2	5,64				
I2	9,74	P5	5,214	4,74	8,863	fonte	65	Type A2
		P6	4,526	4,12				
I3	17,36	P7	2,50	2,25	15,798	fonte	80	Type B
		P8	5,98	5,38				
		P9	4,13	3,72				
		P10	4,75	3,65				
I4	18,38	P11	3,223	2,94	16,726	fonte	80	Type B
		P12	3,955	3,60				
		P13	4,682	4,26				
		P14	6,52	5,93				
I5	10,20	P15	5,880	5,35	9,289	fonte	65	Type A2
		P16	4,32	3,93				
I6	21	P17	2,467	2,24	19,11	fonte	80	Type B
		P18	3,589	3,27				
		P19	7,840	7,13				
		P20	7,104	6,46				
I7	13,37	P21	6,020	5,48	12,16	fonte	80	Type B
		P22	7,35	6,69				
I8	13,65	P23	6,413	5,84	12,423	fonte	80	Type B
		P24	7,237	6,59				
I9	11,03	P25	2,398	2,18	10,035	fonte	65	Type A4
		P26	1,932	1,76				
		P27	4,966	4,52				

		P28	1,734	1,58				
I10	16,95	P29	4,551	4,14	15,425	fonte	80	Type B
		P30	5,192	4,73				
		P31	3,860	3,51				
		P32	3,347	3,05				
I11	21,25	P33	3,376	3,08	19,338	fonte	80	Type B
		P34	3,990	3,63				
		P35	6,629	6,03				
		P36	7,255	6,60				
I12	12,17	P37	6,284	5,72	11,075	fonte	65	Type A2
		P38	5,886	5,36				
I13	13,27	P39	6,837	6,22	10,543	fonte	65	Type A2
		P40	6,433	5,85				
I14	11,06	P41	5,252	4,77	10,065	fonte	65	Type A2
		P42	5,808	5,29				
I15	16,44	P43	7,283	6,63	14,96	fonte	80	Type B
		P44	2,393	2,18				
		P45	1,715	1,56				
		P46	5,049	4,59				
I16	15,66	P47	4,290	3,90	14,25	fonte	80	Type B
		P48	4,345	3,95				
		P49	4,636	4,21				
		P50	2,389	2,17				
I17	10,54	P51	3,306	3,01	9,591	fonte	80	Type B
		P52	7,234	6,58				
I18	16,08	P53	4,456	4,06	14,632	fonte	80	Type B
		P54	11,624	10,6				
I19	17,65	P55	6,266	5,70	16,062	fonte	80	Type B
		P56	11,384	10,4				
I20	16,95	P57	3,349	3,05	12,542	fonte	80	Type B
		P58	4,876	4,44				
		P59	3,956	3,60				
		P60	4,769	4,34				
I21	9,70	P61	3,840	3,50	8,827	fonte	65	Type A2

		P62	5,86	5,33				
I22	16,65	P63	7,585	6,90	15,151	fonte	80	Type B
		P64	3,069	2,79				
		P65	2,411	2,19				
		P66	3,585	3,26				
I23	16,15	P67	7,041	6,41	14,695	fonte	80	Type B
		P68	9,109	8,28				
I24	12,20	P69	6,179	5,62	11,102	fonte	65	Type A2
		P70	6,021	5,47				
I25	13,44	P71	5,888	5,35	12,230	fonte	80	Type B
		P72	7,552	6,87				
I26	16,41	P73	11,827	10,7	14,933	fonte	80	Type B
		P74	4,583	4,17				
I27	12,69	P75	8,912	8,10	11,548	fonte	80	Type B
		P76	3,778	3,44				
I28	19,40	P77	5,52	5,02	17,654	fonte	80	Type B
		P78	4,205	3,83				
		P79	4,735	4,31				
		P80	5,24	4,77				
I29	17,70	P81	12,50	11,3	16,107	fonte	80	Type B
		P82	5,20	4,73				

IV.3.4.2.Recapéculatlon des nombres d'ilotis et de borne de chaque secteur.

Tableau IV.3 : Nombre d'irrigation du chaque secteur.

Secteur	Superficie (ha)	Nombre d'ilotis	Nombre de Bornes	Nombre d'irrigants	Sup. moy. /ilot (ha)	Q. spécifique (l/s/ha)
I	400	29	29	29	15,134	0,90

IV.4. Description de l'aménagement du périmètre :

IV.4.1. Schéma d'adduction :

L'eau du système d'irrigation du périmètre de Bouguirat sera fournie par les deux barrages de Kerrada et Cheliff situé à 33 km au nord du côté du périmètre.

La conduite d'adduction part de la station de traitement Sidi Hajdel vers le réservoir qui distribue l'eau jusqu'au périmètre. Tout le système est irrigué par pression naturelle.

Cependant, dans le cas où la pression est importante (>10 bars) on préconise soit :

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

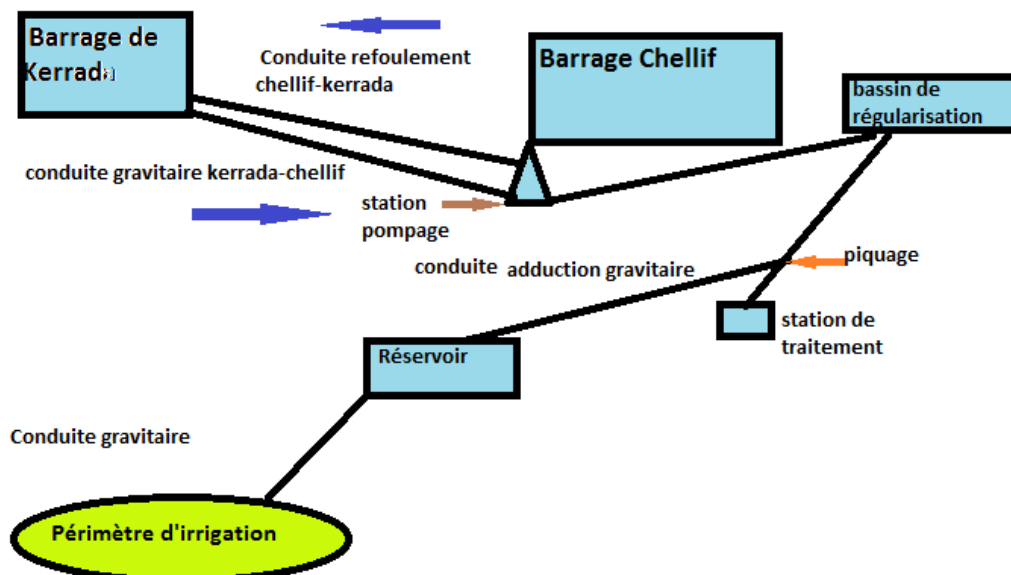


Figure IV.1 : Schéma adduction 2015.

IV.4.2 Schéma de distribution :

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

IV.4.3 Dimensionnement du réservoir de distribution :

Le volume du réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on reçoit l'eau du barrage cheliff et kerrada à partir d'une conduite gravitaire pour remplir le réservoir, puis on irrigue le périmètre.

On sait que :

$$V = Q \times T$$

Avec :

V : volume de la bache.

Q : Débit caractéristique.

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H.

IV.4.3.1. Débit caractéristique

Q caractéristique = $Q_{sp} \times \text{surface}$

Surface totale = 400.00 ha

Q caractéristique = **360 l/s**

Donc :

$$V = 360 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = \mathbf{1296 \text{ m}^3}$$

On prend :

$$V = 2000 \text{ m}^3$$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir : $S = a \times b = 16 \times 25 = 400 \text{ m}^2$

a: La longueur de réservoir

b: La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 5m

$$\text{Donc } V = S \times H = 400 \times 5 = \mathbf{2000 \text{ m}^3}$$

IV.4. 4.Calcul hydraulique du réseau de distribution :

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

IV.4.5 Vitesses admissibles :

La fixation d'un seuil de vitesse admissible a pour but d'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible comprise entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale. Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

IV.4.6 Le calcul du diamètre :

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

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

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s.

D: diamètre exprimé en mm

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

IV.4.7. Calcul des pertes de charges :

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

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

Avec :

J : perte de charge unitaire en m/km ;

Q : débit en m³/s ;

D : diamètre de la conduite considérée ;

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (K) des canalisations, dans notre cas L = 1.1, M = 1.89, N = 5.01 ;

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

IV.4.8. Choix des matériaux 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.

IV.4. 9.Caractéristiques des canalisations :**IV.4.9.1.les conduites en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.

IV.4.9.2 Conduites en acier :

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

IV.4.9.3 Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure) :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

IV.4.9.4 Avantages des canalisations en PEHD

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

IV.4.10. Choix de trace:

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res-N0) il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...).

Tableau IV.4 : calculs hydrauliques du réseau de distribution.

N° tronçon	Long L(m)	L(km)	débit (m ³ /S)	Diamètre (mm)	D.Norm (mm)	Matériau de canalisation	V(m/s)	P.charge (m/m)	C. terrain Z(m)	C.piézo (m)	Pression (m)	Pression (bars)
R-N1	449,67	0,449	0,36	605,55	700	Fonte	0,94	0,095	149,88	198,93	49,05	4,905
N1-N2	999,91	0,999	0,299	551,87	600	Fonte	1,06	0,146	139,06	198,49	59,43	5,943
N2-N3	317,21	0,317	0,25	500,60	600	Fonte	0,871	0,1	115,87	196,34	80,47	8,047
N3-N4/N6	1589,49	1,589	0,17	415,56	450	Fonte	1,068	0,21	141,46	200,02	58,56	5,856
N1-R1	111,77	0,1118	0,061	249,27	250	PEHD	1,243	0,578	159,05	197,14	38,09	3,809
R1-B2	630,12	0,630	0,0089	95,01	110	PEHD	0,933	0,922	140,18	199,04	58,86	5,886
R1-R2	150,77	0,1507	0,052	230,45	300	PEHD	0,738	0,172	143,74	196,90	53,16	5,316
R2-B3	161,77	0,1607	0,016	126,85	160	PEHD	0,786	0,421	140,13	196,85	56,72	5,67
R2-R3	218,46	0,218	0,037	192,99	200	PEHD	1,165	0,672	138,29	195,19	56,9	5,69
R3-B4	116,31	0,116	0,0167	130,5257 2	160	PEHD	0,832	0,469	135,96	194,30	58,34	5,834
R3-B1	784,45	0,784	0,0198	142,15	160	PEHD	0,987	0,647	159,03	196,94	37,90	3,79
N2-R4	300	0,3	0,053	232,308	300	PEHD	0,7499	0,178	163,21	193,14	29,93	2,993
R4-B6	459,05	0,4590 5	0,019	139,52	160	PEHD	0,951	0,603	154,48	194,54	40,01	4,01
R4-R5	381,22	0,381	0,034	185,746	200	PEHD	1,079	0,582	159,78	194,14	34,36	3,436
R5-R6	82,78	0,082	0,0246	158,24	200	PEHD	0,783	0,317	162,16	193,60	31,44	3,144
R6-B8	63,18	0,0632	0,012	112,49	125	PEHD	1,013	0,92	139,31	190,87	51,562	5,156
R6-B7	398,95	0,3989	0,0122	111,292	125	PEHD	0,991	0,884	141,49	191,29	49,8	4,98
R5-B5	652,32	0,653	0,0093	97,271	110	PEHD	0,978	1,01	134,47	172,27	37,8	3,78
N3-R7	251,81	0,2518	0,0765	281,111	300	PEHD	1,083	0,356	134,55	170,14	35,59	3,559

R7-B10	127,34	0,127	0,015	125,35	160	PEHD	0,766	0,402	132,48	171,95	39,47	3,947
R7-R8	104,04	0,104	0,061	249,38	250	PEHD	1,24	0,578	130,62	170,38	39,76	3,976
R8-B11	152,45	0,152	0,0193	140,35	160	PEHD	0,962	0,617	127,24	170,24	43	4,3
R8-R9	372,35	0,372	0,0418	206,14	250	PEHD	0,85	0,282	136,85	169,23	32,38	3,238
R9-B12	146,97	0,147	0,0111	106,212	110	PEHD	1,166	1,41	123,81	169,94	46,13	4,613
R9-R10	112,89	0,1128 9	0,0306	176,671	200	PEHD	0,976	0,48	123,34	168,29	44,953	4,495
R10-B13	202,33	0,2023	0,0105	103,63	110	PEHD	1,11	1,281	119,45	168,89	49,442	4,944
R10-R11	313,91	0,314	0,201	452,479	500	Fonte	1,024	0,171	117,75	167,94	50,19	5,02
R11-B14	164,19	0,164	0,0101	101,253	110	PEHD	1,06	1,173	114,54	166,46	51,918	5,192
R11-B9	428,63	0,429	0,01	101,102	110	PEHD	1,056	1,166	109,46	152,92	43,455	4,346
N4-R12	404,51	0,405	0,0388	198,802	200	PEHD	1,236	0,752	108,81	152,23	43,417	4,342
R12-R13	150,92	0,151	0,0239	155,83	160	PEHD	1,1867	0,916	107,02	151,66	44,638	4,464
R13-B17	107,56	0,107	0,009	98,84	110	PEHD	1,01	1,071	114,00	150,00	36,00	3,601
R13-B16	203,17	0,203	0,0143	120,478	125	PEHD	1,162	1,192	108,75	152,45	43,70	4,37
R12-B15	547,29	0,547	0,015	123,44	125	PEHD	1,22	1,31	95,53	144,44	48,91	4,891
N5-B18	208,77	0,209	0,105	327,41	400	Fonte	0,838	0,154	95,28	144,32	49,038	4,9034
B18-R14	59,3	0,0593	0,0906	303,799	315	PEHD	1,163	0,384	92,00	138,48	46,476	4,647
R14-B20	461,29	0,461	0,0125	113,027	160	PEHD	0,624	0,272	95,21	144,17	48,963	4,897
R14-R15	32,84	0,032	0,078	281,99	300	PEHD	1,104	0,369	99,44	142,87	43,426	4,343
R15-B21	249,5	0,25	0,0239	156,281	160	PEHD	1,193	0,926	104,83	140,83	36,004	3,604
B21-B22	308,65	0,309	0,0152	124,228	160	PEHD	0,754	0,389	95,50	142,95	47,452	4,745
R15-R16	258,21	0,258	0,050	234,722	250	PEHD	1,102	0,461	108,00	140,07	32,067	3,207
R16-B23	201,83	0,202	0,026	162,1	200	PEHD	0,822	0,348	108,00	140,07	32,067	3,207
B23-B24	417,17	0,418	0,0111	106,341	125	PEHD	0,905	0,744	93,94	143,76	49,825	4,982
R16-R17	134,78	0,135	0,0283	169,758	200	PEHD	0,901	0,414	93,49	139,64	46,15	4,615
R17-B25	499,12	0,499	0,0122	111,613	125	PEHD	0,998	0,894	92,00	138,48	46,476	4,647
R17-B19	300	0,3	0,0160	127,908	160	PEHD	0,799	0,434	114,81	130,49	15,677	1,568

N6-R18	86,26	0,0863	0,155	397,961	400	Fonte	1,237	0,321	114,81	130,49	15,676	1,567
R18-B26	651,63	0,652	0,0149	123,332	125	PEHD	1,2174	1,303	115,00	144,00	29	2,9
R18-N5	1167,186	1,167	0,140	378,368	400	Fonte	1,119	0,265	62,66	91,48	28,822	2,883
N5-R19	155	0,155	0,045	214,82	250	PEHD	0,923	0,329	66,82	85,93	19,11	1,911
R19-B27	123	0,123	0,029	172,467	200	PEHD	0,93	0,439	118,03	135,35	17,32	1,73
B27_B28	516,06	0,52	0,0176	134,098	160	PEHD	0,879	0,519	86,55	131,86	45,31	4,53
R19-N7	815,69	0,816	0,016	128,088	160	PEHD	0,801	0,4365	88,61	130,06	41,45	4,15
N7-B29	246,83	0,247	0,0161	128,09	160	PEHD	0,802	0,437	149,88	198,93	49,05	4,905

IV.7. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction ainsi que les calculs hydrauliques des canalisations.

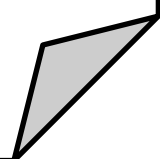
Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 31 îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de 400 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système de refoulement et d'adduction du périmètre d'étude, ce qui a permis d'estimer les pressions aux bornes.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieurs à 2.5 bars, ce qui permet l'introduction de réseaux d'irrigation performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

Chapitre V

Etude des techniques d'irrigation



Chapitre V : Etude des techniques d'irrigation

V.1.Introduction :

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

V.2.Choix des techniques d'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et site celle-ci :

- La pente du terrain à irriguer ;
- Le débit dont on dispose ;
- Nature du sol (perméabilité) ;
- Nature des cultures ;
- Rentabilité de l'opération.

V.3. Les différentes techniques d'arrosages :

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes :

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

V.3.1. Irrigation gravitaire :

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

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion et infiltration. (Rachel Barta, Israël Broner, Joël Schneekloth et Reagan Waskom2015)

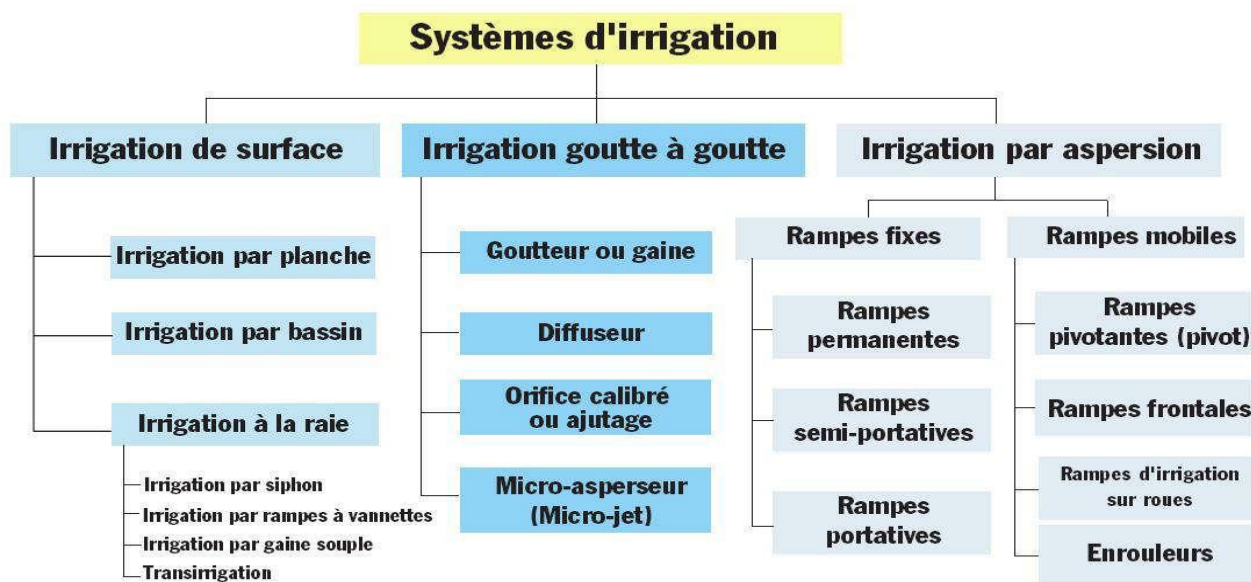


Figure V.1 : Systèmes d'irrigation. (AQUAG à Marrakech).

V.3.1.1. L'irrigation par ruissellement :

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

V.3.1.2. L'arrosage par infiltration (à la raie) :

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

V.3.1.3. L'arrosage par submersion :

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre une réserve d'eau indispensable au développement des cultures.

V.3.1.4. Avantages et les inconvénients de l'irrigation gravitaire :

a) Avantages :

- ✓ Coût d'investissement relativement faible.
- ✓ Besoins en énergie faibles ou nul.
- ✓ Insensible au vent.
- ✓ Bonne adaptation aux eaux usées.
- ✓ Les végétaux ne sont pas mouillés ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.

b) Inconvénients :

- ✓ Perte importantes d'eau.
- ✓ Temps d'irrigation important.
- ✓ Nécessité de nivellement du terrain.
- ✓ Main d'œuvre importante.

V.3.2. L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion projette l'eau et tombe à la surface du sol sous forme de fines gouttelettes.

C'est un réseau de conduites sous pression portant des asperseurs ou de buses, conçu pour projeter des jets ou pulvériser de l'eau sous forme de fines gouttes à la surface du sol.

V.3.2.1. L'irrigation par aspersion (pivot) :

C'est une technique d'irrigation récente. Il s'agit d'apporter l'eau sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. Une technique facile à appliquer et permettant l'exploitation du maximum de la surface cultivée en économisant une quantité importante d'eau. Toutefois, certains inconvénients sont à signaler à savoir ; le temps d'arrosage important et le tour d'irrigation faible. Elle nécessite une haute pression dans le réseau et donc une énergie à fournir. Les frais d'installation et d'énergie sont importants et le débit d'eau est élevé.

- **Description et principe de fonctionnement :**

Le centre pivot ou encore rampe pivotante est un appareil d'irrigation constitué d'un tube galvanisé qui tourne autour d'un point fixe et supporté par des supports métalliques en forme (A) à l'aide d'une armature et fils métallique. Les supports sont distants de près de 30m et montés sur des roues. La longueur du tube pivotant est de 150 à 600 m et l'eau arrive à l'aide d'une conduite métallique, enterrée qui est reliée à une pompe d'eau montée généralement sur forage ou source d'eau. (Elamoud et Fetiani, 1991)

En général, un pivot est constitué d'une tour centrale autour de laquelle tournent les autres éléments, d'une conduite d'eau assurant son alimentation en eau, des tours mobiles sous forme d'articulations de 30 à 75 cm de long et 3 mètres de hauteur et la longueur totale des tours est de 200 à 400 m et parfois jusqu'à 900 m, des organes d'arrosage (buses, asperseurs rotatifs et canons en extrémité), et une armoire de commande qui est constitué d'un interrupteur principal, un sélecteur de vitesse, un sélecteur de direction et un voltmètre.

Les buses et les asperseurs sont positionnés sur la conduite d'eau selon leur débit de telle sorte

d'avoir une pluviométrie uniforme. Ceci est réalisé en gardant le même débit pour tous les organes et faire varier leur écartement ou bien en variant les débits et en fixant l'écartement. Le débit augmente en s'éloignant de l'axe. Les buses sont généralement montées sur la rampe (tête vers le bas) par des tubes verticaux de façon d'être plus proche du sol que la rampe, ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'arrosage en cas de vent et de réduire un peu la pression de service. Elles sont parfois dotées de pastilles de diamètres variables qui déterminent les caractéristiques de fonctionnement débit-pression pour une pression de 1 à 3 bars, un débit de 1 à 7 m³/heure. (Zergoune, 1997)

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cour de l'irrigation et on ne peut déplacer le tube que s'il contient de l'eau La méthode électrique est basée sur l'utilisation de moteurs électriques séparés avec une puissance de 0.5 à 1.5 cv et qui fonctionnent en poussant les roues à tourner à l'aide d'une caisse trousse ou chaîne de mouvement. (Elamoud et Fetiani, 1991)

La machine ne se déplace pas d'une façon continue mais à des séries de départs et arrêts qui sont contrôlés par la fréquence du mouvement du moteur. Lors du fonctionnement d'un pivot, il faut commencer par le réglage de la vitesse de déplacement des tours dont le mouvement est commandé par la dernière tour qui conditionne la vitesse du déplacement du pivot. Cette vitesse dépend essentiellement de la quantité d'eau à apporter, car si on veut apporter une grande dose, on doit diminuer la vitesse du pivot. (Elamoud et Fetiani, 1991).

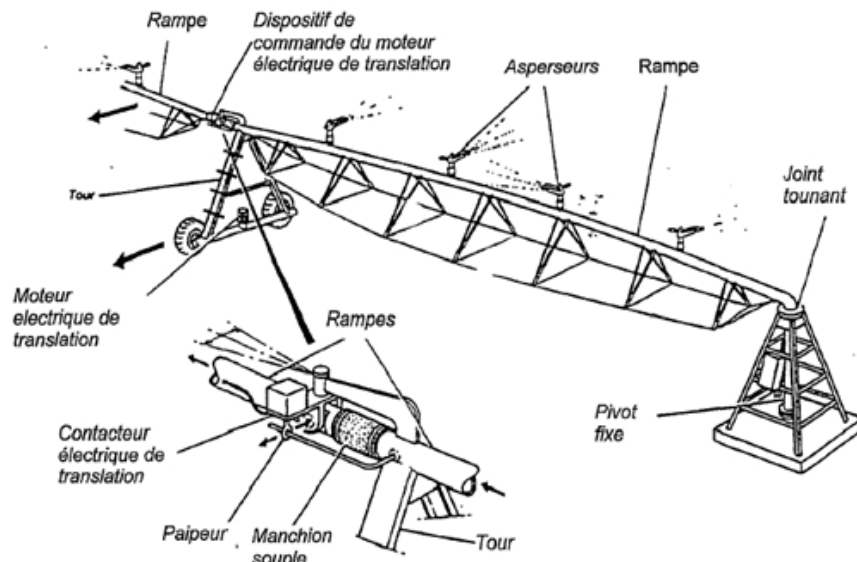


Fig. 15 - Pivot

Figure V.1 : irrigation par pivot



(Source google)

Figure V-2 : La rampe frontale

V.3.2.2. Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :**a) Avantage :**

- ✓ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation ;
- ✓ elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
- ✓ elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ;
- ✓ elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée ;
- ✓ Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples ;
- ✓ Possibilité d'automatisation ;
- ✓ Bonne adaptation à tous les types de sol.

b) Inconvénients :

- ✓ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication ;
- ✓ Elle favorise l'évaporation et le développement des mauvaises herbes ;
- ✓ L'eau donnée en pluie passe le sol et provoque la formation d'une croûte superficielle.

V.3.2.3. Différentes installations à la parcelle :

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

- L'installation totalement fixe,
- L'installation totalement mobile.

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

V.3.2.4. Couverture totale et couverture intégrale :

Dans la couverture totale, qui est le dispositif le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés.

Dans le cas d'une couverture totale la parcelle à arroser est entièrement couverte par des conduites et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

V.3.3.L'irrigation localisée (Goutte à Goutte) :

La micro irrigation ou « irrigation localisé », appelée aussi goutte à goutte consiste à distribuer par un réseau de canalisations sous faible pression, apportant l'eau à un voisinage immédiat des plantes cultivées.

V.3.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

a) Avantages :

- ✓ Rendement de cultures importantes ;
- ✓ Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- ✓ Très faible besoin de main d'œuvre ;
- ✓ Insensibilité au vent ;
- ✓ Economie d'engrais ;
- ✓ Compatible à l'automatisation

b) Inconvénients :

- ✓ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;
- ✓ Coût très élevé du matériel ;
- ✓ Risque d'obstruction des goutteurs ;
- ✓ Nécessité d'une main d'œuvre spécialisée ;
- ✓ Incompatible avec les cultures en plein champ.

V.4.Choix de la technique d'arrosage :

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de Bouguirat sont constitués de cultures fourragère, céréale, maraîchage et arboriculture, pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les figuiers.

Une analyse multicritère du choix des techniques d'arrosage basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la zone considérée

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisé
	Par Rigole	Par Planche		
<ul style="list-style-type: none"> • Contraintes naturelle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaporation + + + ▪ Vent (1.9 m/s) + + + ▪ Texture (limoneuse) + + ▪ Perméabilité (moy) + + ▪ Pente (2%) + + + ▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne) + + + • Contraintes agronomique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maraîchage + + + ▪ Fourragère et céréales □ ▪ arbres + + + □ • Contraintes technique <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnels qualifié + + + • Contraintes économique <ul style="list-style-type: none"> ▪ économie d'eau □ • Divers <ul style="list-style-type: none"> ▪ adaptation à L'irrigation de nuit + + ▪ possibilité automatiser + + + 				

Remarque :

X : inadéquat ou déconseillé.

+ : Adapté avec réserve ;

+ + : Adapté ;

+ + + : Très Adapté.

V.5.Conclusion

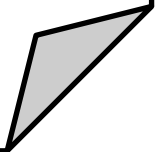
L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol.

Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités correctement calculées et nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées.

Pour le cas de notre étude, nous nous sommes basés sur les techniques d'irrigation modernes telles que l'aspersion et le goutte à goutte qui seront utilisées dans notre périmètre

Chapitre VI

Dimensionnement a la parcelle



Chapitre VI : Dimensionnement a la parcelle

VI.1. Introduction

Le présent chapitre concerne le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion et par réseau goutte à goutte, en considérant les différents paramètres pour atteindre des rendements optimaux en économisant de l'eau, dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment.

Pour ce projet, nous avons choisi l'Olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte et la Pomme de terre pour le dimensionnement de l'aspersion.

VI.2. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :

Le réseau d'irrigation goutte à goutte est installé sur la parcelle P9 ; dont la surface est de 1.7 ha ; alimentée par la borne **B3** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5,943bars, ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle.

Données générales :

Culture : Olivier

Besoin de pointe : 135,69 mm (Juillet)

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 4 m,

- surface : **4,13 ha** ;
- Longueur : **342,23m** ;
- Largeur : **120,68m**.

Caractéristique du goutteur :

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

VI.2.1. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

VI.2.1.1. 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. On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction « K_r » dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes.

Kr peut être calculé par la formule proposée suivantes.

- La formule de Freeman 7et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs)$$

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

On prendra un coefficient $Kr = 0.80$

$$B_{jl} = B_j * K_r$$

$$B_{jl} = (135,65/30) * 0.8 = 3,62 \text{ mm/j}$$

VI.2.1.2. Dose nette pratique :

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot d_a \cdot P\% = RFU \times P\%$$

Avec :

- ✓ H_{cc} : (28%), H_{pf} : (17%), $d_a = 1.35$ et Y : (2/3) ;
- ✓ Z : P. racines (1500 mm),
- ✓ P : Pourcentage du sol humidifié

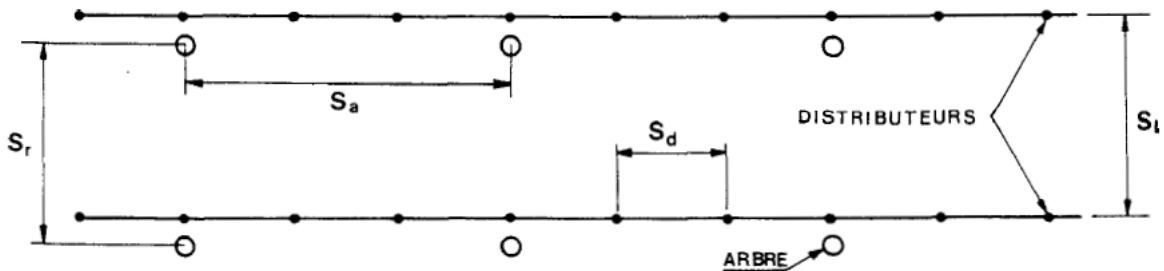


Figure VI.1: Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.

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

Avec :

- ✓ P : Volume du sol humidifié ;
- ✓ N : Nombre de point (de goutteurs) de distribution par arbre =2 ;
- ✓ S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre =(2m) ;
- ✓ S_h : Largeur de la bande humidifiée (tirée de la table) = 1m (arbres) ;
- ✓ S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m) ;
- ✓ S_a : espacement des arbres sur les rangs (4m).

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

$$D_p = \frac{(28-17)}{100} \times 1500 \times \frac{2}{3} \times 1.35 \times 0.25 \text{ on trouve } D_p = 37.12 \text{ mm.}$$

VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

L'intervalle entre deux d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose pratique}}{Bjl} = \frac{37.12}{3.62} = 10,25 \text{ jours}$$

Donc on prend une fréquence de **10 jours**.

VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute) :

On recalcule la nouvelle dose pratique :

$$D_p' = Fr \cdot Bjl = 10 \times 3,62 = 36,2 \text{ mm}$$

$$D_{brute} = \frac{36.2}{\text{Ef} \cdot \text{Cu}}$$

Avec :

- ✓ Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90% ;
- ✓ Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{36,2}{0.9 * 0.9} = 44.69 \text{ mm donc } 45 \text{ mm}$$

VI.2.1.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = T_f = \frac{D_{br} * S_a * S_r}{n * Q_g}$$

Avec : Sr et Sd espacement entre rang et distributeur,

- n et Qg nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{45 * 2 * 4}{2 * 4} = 45 \text{ h/mois}$$

VI.2.1.6. Durée d'arrosage effective :

- soit on prend un débit de 8 l/h donc on obtient $\theta = 21 \text{ h}$;
- soit on augmente le nombre de goutteurs à 4 goutteur/arbre.

VI.2.1.7. Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{durée arrosage}}{Fr} = \frac{45}{10} = 4,5 \text{ heures/jour}$$

VI.2.1.8. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{22}{4,5} = 4,89 \text{ On prend 4 poste.}$$

VI.2.1.9. Surface du poste :

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{4,13}{4} = 4,13 \text{ ha}$$

$$N_{\text{bre de goutteurs}} = S_p = \frac{\text{Surface totale}}{S_r \times S_{pd}} = \frac{4,13 \times 10000}{4 \times 4} = 2583 \text{ goutteurs}$$

VI.2.2. Calculs hydrauliques :

- ✓ S=4,13 ha,
- ✓ La longueur de la rampe : 120,68 m
- ✓ La longueur de la porte rampe : 342,23m
- ✓ La longueur de la conduite secondaire : 10m,

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

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

2. La variation maximale de la pression :

$$q = K \cdot H^x \text{ avec : } x=0.5 \text{ (caractéristique du goutteur)}$$

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

Avec : q(g) : débit nominal du goutteur

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

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m

- Le reste 1.8 ΔH linéaire = 1.8 m ;
- Donc pour les rampes = $2/3 \times 1.8 = 1.2$ m ;
- Pour le porte rampe = $1/3 \times 1.8 = 0.6$ m.

VI.2.3. 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.

➤ **Les rampes**

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

➤ **Porte-lampes**

C'est la conduite qui alimente les rampes, ils sont généralement en polyéthylène (PEHD). Le diamètre des rampes ainsi que du porte- rampe est calculé d'après les formules suivantes :

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

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

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.

VI.2.3.1. Pour les rampes : L=120,68 m

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

$$N_{arbres} = Lr/Ea = 120,68/4 = 30arbres.$$

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

$$Ng = N_{arbres} * n = 30 * 2 = 60goutteurs.$$

3) **Débit de la rampe :**

$$Qr = Ng \times Qg$$

$$Qr = 4 \times 60 = 240 \text{ l/h}$$

$$Pdc = 1.2m$$

4) **Diamètre de la rampe :**

$$Qr = 240 \text{ l/h ;}$$

$$Pdc = 1.2m ;$$

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

D_rampe= 13,75 mm, on prend **DN =16mm**.

5) Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon Hazen-williams.

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

Avec : L : la longueur de la conduite ;

✓ Q : débit (m³/s) et D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ;

On a: C_w= 130 (PE), L=120,68 m, D= 0.016m, Q= 0.00006m³/s

ΔH_rampe= 0.023 m < 1.2 m (vérifiée).

VI.2.3.2. Pour le porte rampe :

1) Le nombre des rampes:

N_r=L_{pr}/E_r=2× 342,23/4=171rampes.

2) Débit du porte rampe :

Q_{pr}=Q_r×N_r= 240×171=41040 l/h

3) Diamètre de la porte rampe :

Q_{pr}=41040 l/h ;

P_{dc} = 0.6 m ;

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

Donc : D_{pr}=113,65 on prend 125 mm.

4) Vérification des pertes de charges :

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

$C_w = 130$ PEBD, $L = 342,24$ m, $D = 0.115$ m, $Q = 0.0114$ m³/s

$\Delta H_{\text{porte rampe}} = 0.07$ m < 0.6 m (vérifiée)

Donc les pertes de charges sur rampes et porte-rampe sont :

$\Delta H_{\text{rampe+porte rampe}} = 0.858$ m < 1.8 m (Règle de Christiansen Vérifiée).

VI.2.3.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :

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

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

Avec :

- ✓ Q : débit de la conduite considérée (m³/s).
- ✓ V : vitesse d'écoulement (m/s).

on prend $D = 125$ mm.

5) Calcul Récapitulatif et vérification des pressions à la borne de distribution

Tableau VI.1: Récapitulatif des calculs hydrauliques.

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	120,68	342,23	10
Diamètre(m)	16	125	115
Vitesse (m/s)	0,3	1,09	1,09
Débit (m³/s)	0.00006	0.0114	0.0114
Pertes de charge(m)	0.02	0.07	0,123

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

$$P(m) = 10 + 0,02 + 0,07 + 0,123 = \mathbf{10,213m = 1,0213 \text{ bar}}$$

Donc la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne.

VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :

Le réseau d'irrigation par aspersion est installé sur la parcelle P36 ; dont la surface est de 7,255 ha ; alimentée par la borne **B11** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5,02 bars, ce qui est largement suffisant pour alimenter la parcelle. (**Paul Audoye, Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat, 2007**).

Données générales :

- ✓ **Choix de la culture** : pomme de terre (as)
- ✓ **Choix du mode de couverture** : couverture totale.
- ✓ **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
- ✓ **Besoins en de pointes** : 117,35 mm/mois pour le mois de mai.
- ✓ **Perméabilité du sol** : le sol est de type argileux- limoneux estimée de : $K = 7$ mm/h.

VI.3.1. Dose pratique : RFU :

elle est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z = 59.4 \text{ mm}$$

VI.3.2. Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $k = 7$ mm/h. pluviométrie admissible.

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

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} ; P \text{ en mm.}$$

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

D'après la fiche technique d'un arroseur de type Perrot (Annexe 6), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

VI.3.3. Calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Ou : d : diamètre de la buse (mm) h : pression à la buse (m), dans notre cas $P = 2.5$ bars, $h = 25$ m.

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 25^{0.25} = 14.70 \text{ m}$$

D'après le catalogue (voir annexe I),

pour le diamètre de la buse de 4,8mm à une pression minimale de 2.5 bars la portée sera de 14.5m.

VI.3.4.Ecartements entre les rampes et arroseurs :

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

✓ El entre les lignes d'arrosage : 1,25 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

Ea entre les asperseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Notre zone d'étude présente des vitesses pour des vents faibles de l'ordre de 3.5 m/s, donc on prend les valeurs suivantes :

El= 1.25×14.70= 18.4m ;d'apres Perrot: El= 1.25. 14.5 = 18.1m

Ea = 0.8×14.70= 11.8m ;Perrot Ea = 0.8. 14.5 = 11.6m

On prend les valeurs normalisées des écartements multiple de 6 :

$$El=18m, \quad Ea=12m.$$

VI.3.5.Vérification de la pluviométrie (P<K) :

VI.3.5.1.Débit de l'asperseur :

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

$$Q=0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \times g \times h} = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9.81 \times 25}$$

Avec q débit de l'asperseur (m3/s). = 0.00038 m3/s = 1.37 m3/h

VI.3.5.2.Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation : ou q (m3/h)

$$p = \frac{q}{El \times Ea}$$

$$D'où p = \frac{q}{El \times Ea} = 6.35 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P \leq K = 7.0 \text{ mm/h}$.

VI.3.6.Parametres d'arrosage :

VI.3.6.1.Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot Nj}{Bmp}$$

$Dose_{RFU}=59.4 \text{ mm}$, $N_j=26$, $B_{mp}=117,35 \text{ mm}$

$T_{\text{eau}}=(59.4 \times 26)/117,35 \text{ mm}=13.16 \text{ jours}$, On prend un $T_{\text{eau}}=13 \text{ jours}$.

VI.3.6.2. Nombre d'irrigation par mois :

donc on irrigue $30/13=2,30 \approx 3$ fois.

VI.3.6.3. calcul de la dose réelle :

$Dose_{\text{reelle}}=T_{\text{eau}} \times \text{la dose journaliere} = Dose_{\text{reelle}}=13 \times 3,91 \text{ mm} = 50,83 \text{ mm}$.

VI.3.6.4. Calcul de la dose brute :

$Dose_{\text{brute}} = \frac{Dr}{0.75} = 67,77 \text{ mm}$.

VI.3.6.5. Temps d'arrosage :

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul comme suit :

$T = \frac{Dose-brute}{k_{\text{pluviométrie}}} = \frac{67,77}{6.34} \approx 10 \text{ heures}$.

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour un asperseur, sans dépasser 22 heures.

VI.3.6.6. Calcul de l'unité d'arrosage

$Su = \frac{S}{T_{\text{eau}} \times N} = \frac{7,255}{13 \times 2} = 0.28 \text{ ha}$

VI.3.6.7. Calcul du debit d'equipement :

Il se calcule comme suit :

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{S(\text{ha}) \cdot B(\text{mm}) \cdot 10}{Ta \times n \times N_j} = \frac{7,255 \times 117,35 \times 10}{9 \times 2 \times 26 \times 0.75} = 24,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

VI.3.6.8. Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$V = Q_{\text{asp}} \times N_p \times Ta \times N_j$

$V = 1.37 \times 2 \times 13 \times 26 = 926,12 \text{ m}^3$.

VI.3.6.9. Calcul du volume a epandre en un mois sur toute la parcelle :

$V_t = (B_{mp} \times L_r \times L_a) / 1000 = (117,35 \times 410 \times 94) / 1000 = 4522,67 \text{ m}^3$.

VI.3.6.10. Nombre d'asperseurs (à acheter) Nombre d'asperseur requis

$N_{\text{asp}} = (\text{surface unitaire à arroser (m}^2\text{)}) / (\text{implantation})$

$N_{\text{asp}} = \frac{Su \times 10000}{El \times Ea} = \frac{0.28 \times 10000}{12 \times 18} = 12,96 = 13 \text{ asperseurs}$.

VI.4.Calculs hydrauliques :**VI.4.2.Dimensionnement hydraulique des rampes :**

- ✓ La longueur du terrain est de 410m,
- ✓ La largeur du terrain est de 93,6 m.

VI.4.2.1.La longueur de la rampe :

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :

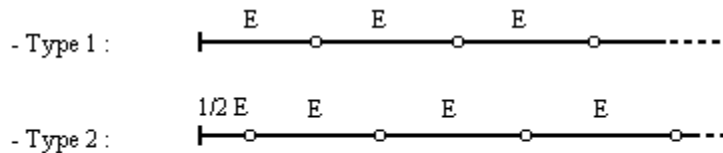


Figure VI.2: Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

(Source : cours d'irrigation, ENSH 2016)

La longueur de la rampe est donc :

- Pour le type 1 : $L = n.E$;
- Pour le type 2 : $L = (n-0,5).E$.

D'où :

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

$$L_r = \frac{93,6}{2} - \frac{12}{2} = 40,8\text{m}$$

VI.4.2.2.Nombre d'asperseurs/rampe :

$$N_{\text{asp/R}} : \frac{L_r}{Ea} = \frac{40,8}{12} \approx 4 \text{ asperseurs.}$$

VI.4.2.3.Nombre de rampes :

On travaille avec une rampe et 4 asperseurs.

VI.4.3. Dimensionnement de la rampe :**VI.4.3.1.Le débit de la rampe :**

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_r = 1,37 \times 4 = 5,48 \text{ m}^3/\text{h.} = 1,52 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} ;$$

VI.4.3.2.Nombre de position des rampes :

$$N_{\text{position rampe}} = \frac{L_r}{El} \approx 24$$

Avec :

✓ L_r : longueur du terrain = 430m, et El : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de rampes égale à 24.

VI.4.3.3. Calcul du Diamètre de la rampe :

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}}$$

Avec :

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$ m/s.

On suppose que $v=1.5$ m/s et on calcule D_r

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 1.52 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.036 \text{ m} = 36 \text{ mm.}$$

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

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

Donc le diamètre de la rampe normalisé = 50 mm se qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 1.52 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.05^2} = 0.78 \text{ m/s} \leq V_{adm.}$$

VI.4.4. Dimensionnement de la porte rampe :

VI.4.4.1. Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{El}{2} = 421 \text{ m}$$

VI.4.4.2. Débit de porte rampe :

$$Q_{p-r} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe}$$

$$Q_{p-r} = 3,8 \times 10^{-3} \times 4 \times 1 = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s.}$$

VI.4.4.3. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

$$\text{Diamètre de la porte-rampe : } D_{p-r} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la porte-rampe ou $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$ m/s.

On suppose que $v=1.5$ m/s et on calcule D_{p-r} .

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 1.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.036 \text{ m} = 36 \text{ mm} ;$$

On prend le diamètre normalisé ($D_{pr}=50\text{mm}$).donc la nouvelle vitesse sera :

VI.4.5. Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852}$$

Avec : J=Perte de charges linéaire en m ;

- ✓ C_H : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;
- ✓ D : Diamètre en m ;
- ✓ L : longueur de la conduite en m.

VI.4.5.1.les pertes de charge de la rampe :

on a $L_{rampe}=40,8\text{m}$; $D_r=0.05\text{ m}$; $Q_r=0.00152\text{ m}^3/\text{s}$.

Donc $\Delta H_{rampe}=0.693\text{m}$;

VI.4.5.2.les pertes de charge de la porte rampe :

On a: $L_{pr}=421\text{m}$; $D_{pr}=0.05\text{ m}$; $Q_{pr}=0.0015\text{ m}^3/\text{s}$.

Donc $\Delta H_{rampe}=7,153\text{m}$, la perte de charge est importante.

On prend donc le diamètre du porte-rampe de 75mm, les pertes de charges sont donc de **0.97m**.

Les résultats sont présentés dans le tableau VI.2 :

Tableau VI.2: Résultat de calcul pratique d'aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe	C.tertiaire
Longueur (m)	40,8	421	60
Diamètre (mm)	50	75	75
Débit (m3/h)	0.0015	0.0015	0.0015
Vitesse (m/s)	0.78	0.34	0.34
Perte de charge totale (m)	0.693	0.97	0.138

$\Delta H_t=0.693+0.97+0.138=1.801\text{ m}$ de perte de charge (<10%), la règle de Christiansen est vérifiée.

VI.4.6. Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H=H_1+H_2+H_3$$

Avec :

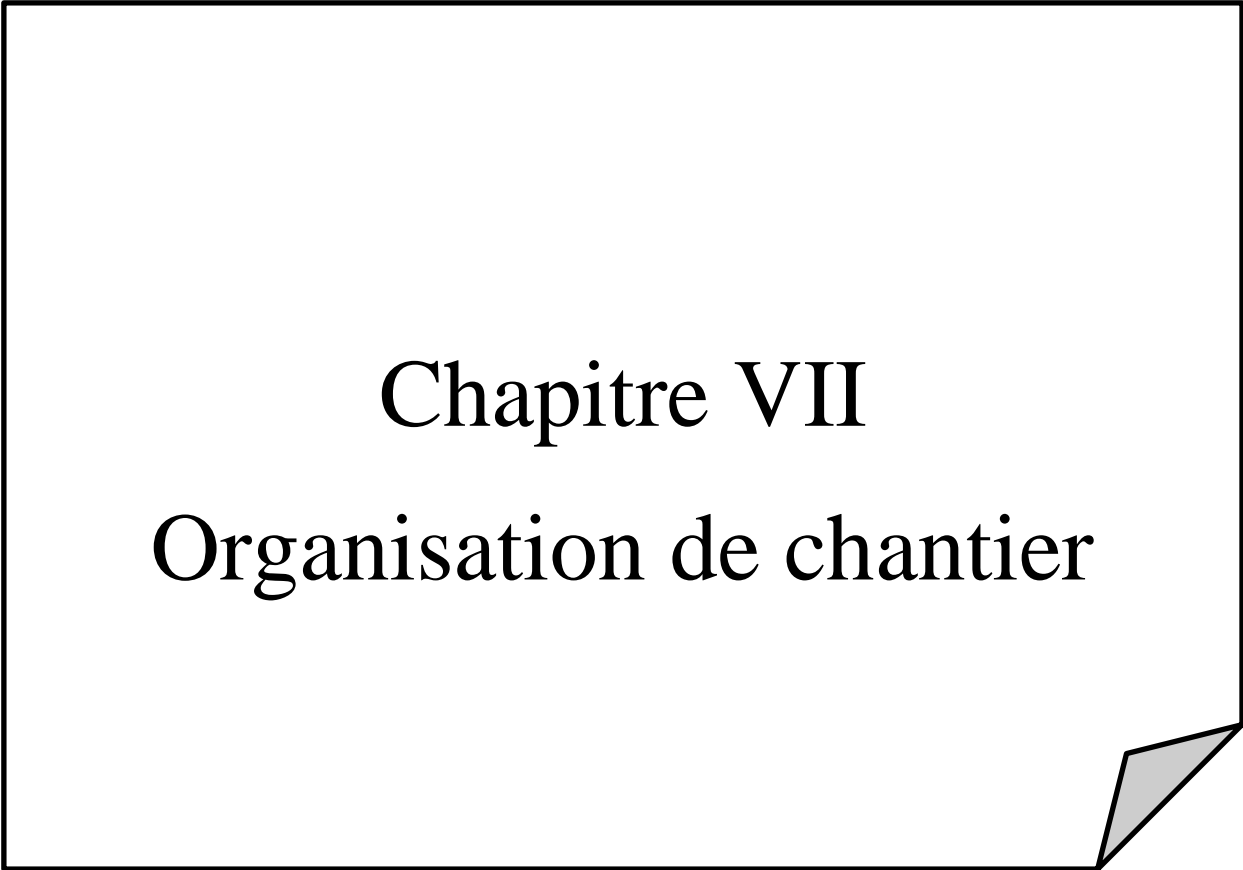
- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- ✓ H2 : perte de charge totale.
- ✓ H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=25+1.801+0=26,801\text{m.}$$

Donc la pression =2.68 bars ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 5.02 bars.

IV.5. Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons dimensionné deux réseaux d'irrigation qui sont la goutte à goutte pour l'olivier et l'aspersion pour la pomme de terre arrière-saison. Ce sont tous les deux des systèmes économiques qui aident à préserver la ressource en eau et qui résistent à la forte évaporation dans la région. Ces méthodes d'arrosage contribuent ainsi à mettre en place d'avantage de cultures dans les secteurs du périmètre de Bouguirat, se trouvant à la wilaya de Mostaganem.



Chapitre VII
Organisation de chantier

Chapitre VII : Organisation de chantier

VII.1. Introduction :

Au cours de ce chapitre on cherchera à évaluer les frais du projet d'aménagement hydro-agricole de notre secteur d'étude afin de savoir où se placer du point de vue technico-économique c'est à dire savoir es ce que notre projet répond techniquement à tous les besoins en dépensant les couts les plus bas possible.

VII.2. Exécution des travaux de pose des canalisations :

1. Exécution des tranchées :

C'est une opération de terrassement dépend des caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement (pelle mécanique). La profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1 m, la largeur de la tranchée doit être telle qu'un homme puisse travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place. L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive.

2. Pose du lit de sable :

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée ;
- Respecter les côtes du profil en long ;
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée ;
- Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

Dans notre cas on a une épaisseur de 20 cm.

3. Mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée ;
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol ;

- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

4. Assemblage des conduites en PEHD :

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en barres de 6 à 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 à 100 m. Pour le raccordement de ces conduites, deux procédés sont employés :

1-Jusqu'au diamètre 63, le raccordement est mécanique à emboîtement.

2-Raccordelectrosoudables : les raccords electrosoudables en PEHD à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante.

Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement. Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure. Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place des butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

5. Contrôle du compactage des tranchées :

Le compactage de la zone d'enrobage et de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau donc sur la stabilité de celui-ci.

Il est nécessaire de vérifier la qualité de réalisation de cette opération. Le contrôle peut utilement être réalisable à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre que l'on appelle « Sonde battus ». Cet appareil permet :

- Une approche relativement faible de la densité du sol.
- De déceler rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

VII.3. Choix des engins du chantier:

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier qui sont présentés dans le tableau VII.1.

Tableau VII.1 : Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.

Nom de l'engin	Rôle de l'engin
Un chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions.
Une pelle mécanique	Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai.
Un compacteur à rouleau lisse	Compacter la couche de sable de 20 cm.
Un camion	Evacuer les déblais.
Appareil de soudure	Assurer l'assemblage des conduites.
Sonde battu	Contrôler le compactage des tranchées.
Une dame sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon support.

Source : cours d'ODC, ENSH 2020)

**Figure VII.1.** Une pelle mécanique**Figure VII.2.** pose de canalisation

VII.3.1. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution :

Les prix des conduites sont présentés comme suite :

Tableau VII.2 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.

Conduites	Type de conduite	Unités de mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 110	PEHD	ml	1049,68	416,1	436771,848
Ø 125	PEHD	ml	2777,51	530,1	1472358,05
Ø160	PEHD	ml	4550,31	868,3	3951034,17
Ø 200	PEHD	ml	1659,47	1 358,50	2254390
Ø 250	PEHD	ml	901,37	2 109,00	1900989,33
Ø300	Fonte	ml	702,58	2800	1967224
Ø 315	Fonte	ml	59,3	3363	199425,9
Ø 400	Fonte	ml	1462,216	5200	7603523,2
Ø 450	Fonte	ml	1589,49	6150	9775363,5
Ø 500	Fonte	ml	313,91	8398	2636216,18
Ø 600	Fonte	ml	1317,12	13300	17517696
Ø 700	Fonte	ml	449,67	18500	8318895
Total (HT)					58033887,2
TVA (19%)					11026438,6
Total (TTC)					69060325,7

Tableau VII.3 : Cout des équipements de protection du réseau de distribution.

	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
les bornes d'irrigation	U	29	50 000	1450000
Ventouses Ø80	U	2	3800	7600
vidange Ø100	U	1	2500	2500
vanne Ø350	U	7	14000	98000
vanne Ø160	U	14	12000	168000
vanne Ø110	U	7	100000	700000
matériaux d'irrigation localisée				
les goutteurs	U	10260	31	318060
les rampes Ø16	ml	20636,28	30.64	632295,619
les portes rampes Ø125	ml	340	450.62	153210,8
conduite tertiaire Ø125	ml	100	200	20000
Vanne	U	1	14000	14000
matériaux d'irrigation aspersion				
les asperseurs	U	336	600	201600
les rampes Ø50	ml	960	30.64	29414,4
les portes rampes Ø75	ml	143	450.62	64438,66
conduite tertiaire Ø63	ml	205	200	41000
Vanne	u	1	1400	1400
Total			3901519,48	
TVA 19%				741288,7012
TCC				4642808,18

VII.3.2 : Frais des travaux sur réseau d'irrigation :

Il s'agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

VII.3.2.1. Calcul des volumes de remblai et de déblai :✓ **La longueur du fond de tranchée :**

La longueur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B=D+(2\times 0.3)$$

Avec : D : le diamètre de la conduite en (m).

✓ **Profondeur de la tranchée :**

La profondeur de la conduite doit être correctement installée.

$$H=D+0.8+e$$

e=hauteurs du lit de pose (m).

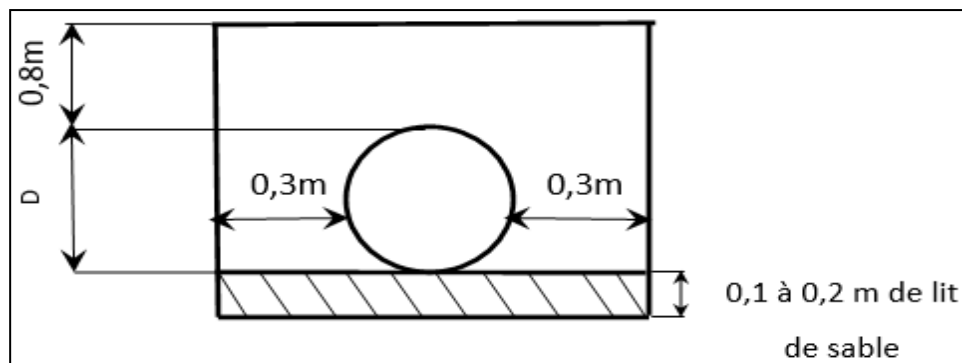


Figure VII.3 : Disposition de la conduite dans une tranchée.

✓ **Volume de déblai :**

On s'intéresse à une surface rectangulaire :

$$S=B\times H$$

$$V_{\text{déblai}}=V_d-V_c-V_s$$

V_d : volume de déblai (m^3) ;

V_s : volume du sable (m^3) ;

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

✓ **Volume de lait du sable :**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12 cm sur le fond de la tranchée.

$$V_s=e\times B\times L$$

Tableau VII.4. Calcul des différents volumes.

conduite	la longueur (m)	la largeur (m)	la hauteur(m)	V déblai (m ³)	V sable (m ³)	V conduites (m ³)	V remblai (m ³)
conduite de refoulement							
Ø700 Fonte	449,67	7,6	8	27339,936	683,4984	292,48228	26363,955
conduite de distribution							
Ø 110 PEHD	1049,68	1,7	2,1	3747,3576	3747,3576	356,8912	1,615564
Ø 125PEHD	2777,51	1,85	2,25	11561,385	11561,385	1027,6787	2,2702916
Ø 160 PEHD	4550,31	2,2	2,6	26027,773	26027,773	2002,1364	4,4233625
Ø 200PEHD	1659,47	2,6	3	12943,866	12943,866	862,9244	8,1681409
Ø250 PEHD	901,37	3,1	3,5	9779,8645	9779,8645	558,8494	12,325842
Ø 300 Fonte	702,58	3,6	4	10117,152	10117,152	505,8576	25,4469
Ø 315 Fonte	59,3	3,75	4,15	922,85625	922,85625	44,475	29,224175
Ø400 Fonte	1462,216	4,6	5	33630,968	33630,968	1345,2387	57,805305
Ø450 Fonte	1589,49	5,1	5,5	44585,195	44585,195	1621,2798	81,111995
Ø 500 Fonte	313,91	5,6	6	10547,376	10547,376	351,5792	109,95574
Ø600 Fonte	1317,12	6,6	7	60850,944	60850,944	1738,5984	186,6106
la somme				252054,67	11099,007	811,4402	240144,23

Tableau VII.5. Coût des travaux de terrassement.

volumes	unité de mesure	Quantités	prix unitaire (DA)	montant (DA)
Déblai	m3	252054,67	1000	252054670
Pose du lit de sable	m4	11099,007	1100	12208907,7
Remblai de la tranchée	m5	240144,23	600	144086538
Evacuation de terres	m6	8443.52676	500	4221763,38
			Total	160517209
			TTC	191015479

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de : **CT= 264718612,59 DA**

VII.4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'un réseau d'irrigation, puis on a calculé les volumes de terrassement et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Une pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un excellent outil de transport, sûr, économique et durable.

En définitive, la mise en œuvre de ce projet repose sur une étude minutieuse ayant pris en compte toutes les phases d'exécution du projet avec une recherche approfondie des prix du marché des matériaux recueillis auprès des fournisseurs. Le cout total du projet (TTC) est de l'ordre de : deux-cents-soixante-quatre million sept-cent dix-huit mille six-cent deuze dinars Algérien

Conclusion générale

Au terme de ce mémoire, où nous avons élaboré un projet d'irrigation du périmètre de Bouguirat, de superficie 400 Ha, wilaya de Mostaganem, ceci à partir des barrages de cheliff et kerrada, qui a effectué après une étude détaillée des caractéristiques climatiques, pédologiques et les ressources en eau disponible.

On a démarré par l'analyse des données climatiques, qui nous a renseignées sur le climat semi-aride de notre région d'étude. Suivie par l'interprétation des résultats de l'analyse des échantillons du sol et d'eau faites par l'ANRH d'où on a conclu que notre sol est de type argileux-limoneux, assez perméable, pas salé avec une quantité faible en matière organique et que notre eau a une faible salinité.

Ensuite, place à l'étude hydrologique, qui nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit utiliser pour reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% et calculer les besoins en eau des cultures à planter, qui était d'ailleurs, l'étape suivante.

A la fin, ce qu'on a obtenu comme résultats après tout ce travail, nous a conduits à dimensionner la canalisation de refoulement (**DN700**) et celles du réseau de distribution, ainsi que celles du réseau d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion. A côté de ça, on a pu dimensionner un réservoir de distribution ayant un volume de **2000 m³**

Pour conclure, on a fait une estimation du coût du projet qui s'élève à, sans compter les frais dus à la réalisation de réservoir *deux-cents-soixante-quatre million sept-cent quatorze mille quatre-vingts-dix-onze dinars Algérien (264714091 DA)*.

On considère ce montant seul, comme étant un investissement considérable d'où la nécessité de faire des calculs hydrauliques minutieux et précis.

Les abréviations

ANRH Alger. Agence Nationale des ressources Hydraulique.

ONM Mostaganem. Office Nationale de la Météorologie.

DRE Mostaganem. Direction des Ressources en Eau

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANRH Alger. Les données pluviométriques.

Rachel Barta, Israël Broner, Joël Schneekloth et Reagan Waskom, Colorado High Plains Irrigation Practices Guide 2015

Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie **O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland,** W. Khechim 2019

(cours hydraulique 2021)

AQUAG à Marrakech.

Elamoud et Fetiani, 1991

Zergoune, 1997

Elamoud et Fetiani, 1991

Elamoud et Fetiani, 1991.

Paul Audoye, Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat, 2007).

Doorenbos et puill, (1976). Directives pour la prévision des besoins en eau des cultures.

Document d'irrigation et de drainage n° 24, FAO, Rome.

FAO N°24. Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24. 1975 (A C* E F).

Gobat et al ,1998. Gobat, J.M., & Matthey, W.1998.Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols.

ONM Mostaganem. Les données climatiques.

DRE Mostaganem : les données climatiques et du sol

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MERIEM.D, Etude du périmètre d'OUED FADHEL,400Ha (W.Batna), Mémoire d'ingénieur, ENSH de BLIDA,110pages,**2018**.

Paul Audoye,Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat. Bases techniques de l'irrigation par aspersion. Lavoisier paris, 2007.

Tiercelin,1998. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.

Touibia, B,(2004). Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

Annexe

Annexe 1

Table de χ^2 théorique

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

Annexe

Annexe 2


Coefficient culturel Kc

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Banancier tropical subtropical	0.4 -0.5 0.5 -0.65	0.7 -0.85 0.8 -0.9	1.0 -1.1 1.0 -1.2	0.9 -1.0 1.0 -1.15	0.75-0.85 1.0 -1.15	0.7 -0.8 0.85-0.95
Haricot vert sec	0.3 -0.4 0.3 -0.4	0.65-0.75 0.7 -0.8	0.95-1.05 1.05-1.2	0.9 -0.95 0.65-0.75	0.85-0.95 0.25-0.3	0.85-0.9 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 sucré grain	0.3 -0.5 0.3 -0.5*	0.7 -0.9 0.7 -0.85*	1.05-1.2 1.05-1.2*	1.0 -1.15 0.8 -0.95	0.95-1.1 0.55-0.6*	0.8 -0.95 0.75-0.9*
Oignon sec vert	0.4 -0.6 0.4 -0.6	0.7 -0.8 0.6 -0.75	0.95-1.1 0.95-1.05	0.85-0.9 0.95-1.05	0.75-0.85 0.95-1.05	0.8 -0.9 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

Kc	Initial	développement	saison	de saison	Récolte	Total
Haricots verts	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricots secs	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
Vigne	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
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
Pois	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Patates	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
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	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
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
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

Annexe 3

Les caractéristiques de la pompe choisie.



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

PM 150/ 2 B

Caractéristiques requises

Débit 476 l/s
Hauteur de refoulement 46 m
Fluide Eau potable
Température 290 K
Type d'installation Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes 5

Caractéristiques de la pompe

Débit 95,2 l/s
Hauteur de refoulement 46 m
Puissance absorbée 57,5 kW
Rendement 76,3%
Hauteur manométrique H(Q=0) 71 m
Orif. de refoulement 150 mm

Caractéristiques moteur

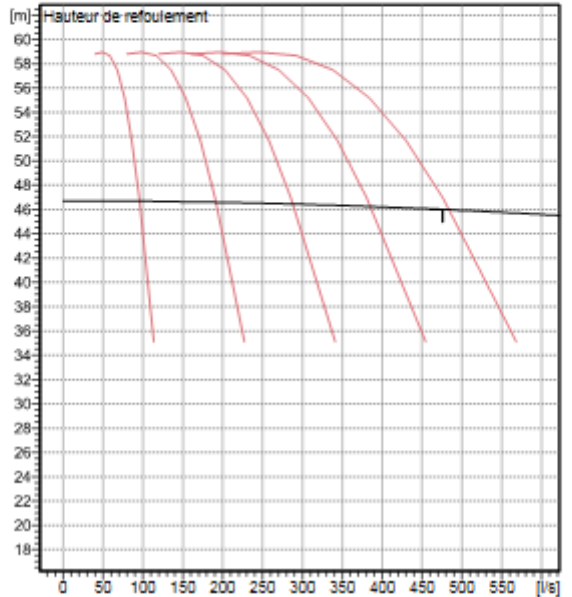
Fréquence 50 Hz
Tension nominale 400 V
Vitesse nominale 1450 1/min
Nombre de pôles 4
Puissance nominale P2 75 kW
Courant nominal - A
Type de moteur 3~
Classe d'isolation F
Degré de protection IP 55

Limites opérationnelles

Démarrages / h max. 5
Température maxi. du liquide pompé 383 K
Teneur maximum en matières solides 40 g/m³
Densité max. 998 kg/m³
Viscosité max. 1 mm²/s

Caractéristiques générales

Poids 1260 kg



Caractéristiques de fonctionnement UNI/ISO 2548/C

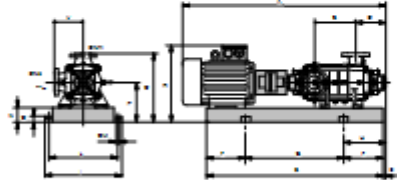
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements à billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

Dimensions mm

A = 2119
B = 1741
C = 360
D = 351
DNA = 200
DNm = 150
E = 241
F = 300
G = 1141
H = 541
I = 670
L = 820
M = 20
N = 160
O = 42
P = 475
Q = 845
R = 891
V = 370



Annexe

Annexe 4

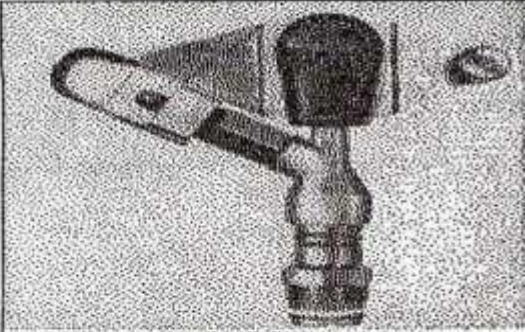
Diamètres des conduites PEHD du groupe CHIALI

TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur :

Diamètre extérieur nominal d_n (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	d_{ext} (mm)	d_{ext} (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

Annexe 5

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 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	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	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	6,4	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)