



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**AMENAGEMENT HYDRO AGRICOLE DU PEPOMETRE
MANSOURAH SECTEUR NORD (345 HECTARES) A PARTIR DU
BARRAGE CHELIFF W.MOSTAGANEM**

Présenté par :

NOURINE FATIHA

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr : MEDDI MOHAMED	Professeur	Président
Mme : MAZOUZI SABRA	M.A.A	Examinatrice
Mr : YAHIAOUI SAMIR	M.A.A	Examineur
Mme : MOKRANE WAHIBA	M.C.B	promotrice

Session Novembre 2021

REMERCIEMENT

Après avoir remercié Dieu Tout-Puissant, qui nous adonné la santé, les moyens et la volonté de rechercher la connaissance.

*J'exprime ma plus profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma promotrice **Mme. MOKRANE Wahiba**, pour sa confiance et ses conseils, Sa gentillesse, sens de l'appréciation scientifique, sa patience avec nous et sa présence à nos côtés.*

*Mes vifs remerciements vont également au **Professeur MEDDI Mohamed** qui honore ma soutenance par la présidence de mon jury.*

*Je remercie également **Mme MAZOUZI Sabra** et **Mr YAHIAOUI Samir** qui ont accepté d'examiner mon travail.*

*Je remercie aussi tous ceux qui de près ou de loin, **Mr BENKACI ALI TAREK**, **Mr Moudjeb Miloud** ingénieur au CTH, Spécialement Mon ami et mon frère **Benchaa Hamcherif** ingénieur au système MAO, d'avoir été à mes cotés, qui m'a encouragé et qui a contribué à la réalisation de ce mémoire, **Mr Latrouche Abdelkader** cadre supérieur au DRE,*

Ma famille a été importante tout au long de ces quelques années,

Et je devrais la remercier beaucoup.

Dédicace

*Ce modeste travail est fruit de cinq ans de labeurs
et de sacrifices sans relâches ;*

Je le dédié à :

*A ma chère et tendre mère. Je reste figé et je ne
peux pas trouver les mots pour exprimer ce qu'elle
a fait pour moi durant toute ma vie*

Je t'aime maman.

A toute ma famille

A tous mes amies proches.

Pour leur soutien et leur fidélité.

A mon ami Boudra Issam.

Enfin, à tous ceux qui j'aime,

Ceux qui m'aiment et me respect

De près ou loin.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تهيئة نظام مائي - زراعي لمحيط منصور العلوي (القطاع الشمالي) بولاية مستغانم ، على مساحة 345 هكتارا. و التي سيتم سقي من سد الشلف. تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل هو الأساس لتصميم شبكة ري مناسبة. لذلك تم إجراء دراسة مفصلة للمنطقة (المناخية والبيولوجية والموارد المائية). في هذا العمل ، يجب أن نستغل أبعاد شبكة السقي لمحيط المنصورة العلوي (القطاع الشمالي) بولاية مستغانم من أجل الاستخدام الأفضل لموارد المياه والتربة وتحسين الإنتاج الزراعي على المدى المتوسط.

Résumé :

Le but de cette étude est de réaliser un aménagement hydro-agricole du périmètre Mansourah haute (Secteur Nord) dans la wilaya de Mostaganem, couvrant une superficie de 345 hectares. Ce périmètre sera irrigué à partir du barrage Chélif.

L'estimation des besoins en eau des cultures est à la base de la conception d'un réseau d'irrigation adapté. Une étude détaillée de la zone (ressources climatiques, biologiques et hydriques) a donc été réalisée.

Dans ce travail, nous devons exploiter les dimensions du réseau d'irrigation du périmètre MANSOURAH haute (Secteur Nord) Wilaya de Mostaganem afin de mieux utiliser les ressources en eau et en sol et d'améliorer la production agricole à moyen terme.

Abstrat :

The aim of this study is to carry out a hydro-agricultural development of the upper Mansourah perimeter (North Sector) in the wilaya of Mostaganem, covering an area of 345 hectares. This perimeter will be irrigated from the Chélif dam.

Estimating crop water requirements is the basis for designing an appropriate irrigation network. A detailed study of the area (climatic, biological and water resources) was therefore carried out.

In this work, we must exploit the dimensions of the irrigation network of the upper MANSOURAH perimeter (North Sector) Wilaya of Mostaganem in order to better use the water and soil resources and to improve agricultural production in the medium term.

Sommaire

Introduction générale	1
I-Chapitre I : Analyse des conditions naturelles :	
I.1 Introduction	2
I.2 .situation géographique	2
I.2.1. Infrastructures routières et ferroviaires.....	5
I.2.2. Géologie.....	5
I.2.3 .Relief et hydrographie.....	5
I.3-Climatologie.....	5
I.3.1.pluviométrie.....	6
I.3.2. Température de l'air.....	6
I.3.3 Evaporation.....	7
I.3.4. humidité relative.....	7
I.3.5.vent.....	7
I.3.6.l'insolation.....	8
I.3.7 Indices agro-climatiques.....	8
I.3.7.1 .Classification du climat selon l'indice de Martonne.....	8
I.3.7.2. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	8
I.3.8. Synthèse des données climatiques.....	9
I.4- Etude agro- socio-économique de la zone d'étude	
I.4.1.Situation de référence.....	10
I.4.1.1. Productions agricoles des communes concernées par le projet irrigation.....	11
I.4.1.2.Conclusions sur le développement agricole dans la région d'étude.....	12
I.4.1.3.Exploitations agricoles.....	12
I.4.2.Situation projetée.....	16
II-Chapitre II : Etude agro-pédologique :	
II.1.Introduction.....	20
II.2.Classification des sols du périmètre Mansourah haute.....	20
II.2.1.Sols calcimagnésiques.....	20
II.2.1.1.Rendzines.....	20
II.2.1.1.1.Description d'un profil 1.....	21
II.2.1.1.2. Description morphologique d'un profil.....	21
II.2.1.1.3.Résultats analytiques.....	21
II.2.1.1.4.Interprétation et valeur agronomique.....	22
II.2.1.2.Sols bruns calcaires.....	22
II.2.1.2.1.Description d'un profil 2.....	23
II.2.1.2.3.Résultats analytiques.....	24
II.2.1.2.4.Interprétation et valeur agronomique.....	24

II.3.Aptitudes culturales des sols.....	25
II.3.1.Classe C10 B11 M11 I13.....	25
II.3.2.Classe C11 I12 M13 B31.....	25
II.3.3.Classe M15 C21.....	25
II.3.4.Classe C11 I11 M15 B25.....	26
II.3.5.Classe C10 M11 I21 B21.....	26
II.3.6.Classe C14 M21 B25 I21.....	26
II.4.Qualité des sols.....	26
II.4.1.Perméabilité en surface.....	26
II.4.2.Conductivité hydraulique des sols.....	26
II.4.3.Réserves facilement utilisables.....	27
II.5.Conclusion.....	27
III- chapitre III: ressources en eau et hydrologie :	
III.1.Introduction.....	28
III.2.Ressource en eau.....	28
III.2.1.Les ressources superficielles.....	28
III.2.2.Les ressources souterraines	29
III.3.Compositions chimiques de l'eau d'irrigation.....	31
III.3.1.La salinité.....	31
III.3.2.Le coefficient d'absorption du sodium SAR.....	32
III.4.Etude hydrologique.....	34
III.4.1.Etude des pluies annuelles.....	34
III.4.2.Présentation de la station météorologique.....	34
III.4.3.Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	35
III.5.Etude de l'échantillon.....	38
III.5.1.Choix du type de loi.....	38
III.5.2.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	38
III.5.3. Ajustement des pluies annuelles à la loi Du log-normale(GALTON).....	40
III.5.4.Teste de validité d'un ajustement.....	43
III.6.détermination de l'année de calcul.....	44
III.7.Conclusion.....	44
IV- chapitre IV: Calcul des besoins en eau de cultures :	
IV.1.Introduction.....	44
IV.2.Besoin en eau de culture.....	44
IV.2.1.Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées.....	44

IV.2.2.Calcul de l'évapotranspiration.....	44
IV.3.Calcul des pluies efficaces.....	47
IV.4.Choix de cultures.....	47
IV.4.1.Occupation des sols.....	48
IV.4.2.Asolement des cultures.....	49
IV.4.3.Avantages de la rotation des cultures.....	49
IV.5.Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture.....	51
IV.5.1.Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures.....	51
IV.5.1.1.Estimation des besoins en eau des céréales.....	52
IV.5.1.2.Estimation des besoins en eau des cultures fourragères.....	53
IV.5.1.3.Estimation des besoins en eau des cultures maraichères.....	54
IV.5.1.4.Estimation des besoins en eau des arboricultures.....	59
IV.5.1.5.Estimation des besoins en eau pour les assolements 1 et 2.....	61
IV.5.2.Calcul du débit spécifique.....	62
IV.5.3.Evaluation du débit caractéristique.....	63
IV.6.Estimation des besoins en eau totaux du secteur.....	63
IV .7.Conclusion.....	64

V-Etude de du système d'adduction :

V.1.Introduction.....	65
V .2.Alimentation en eau du périmètre.....	65
V .3.Organisation et structure du périmètre.....	65
V.3.1.Découpage des ilots d'irrigation.....	65
V.3.2.Taille des ilots d'irrigation.....	66
V.3.3.Débit fictif continu.....	66
V.3.4.L'emplacement des bornes d'irrigation dans les ilots.....	67
V.3.5.Calcul des débits des ilots.....	67
V.3.6.Données de base du dimensionnement.....	67
V.3.6.1.Choix du type de borne.....	68
V.3.6.2.Choix de diamètre de la borne.....	68
V.4.Description de l'aménagement du périmètre.....	69
V.4.1.Choix de tracé.....	70
V.4.2.Description de la variante du tracé.....	70
V.4.3.Matériaux de construction des canalisations.....	71
V.4.3.1.Choix du matériau des conduites.....	71

V.4.3.2.Les matériaux.....	71
V.4.3.2.1.Conduites en fonte.....	71
V.4.3.2.2.Conduites en acier.....	71
V.4.3.2.3.Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure).....	71
V.4.3.2.4.Avantages des canalisations en PEHD	71
V.5.Etude de système de pompage.....	72
V.5.1.Les pompes.....	72
V.5.1.1.Les turbopompes (Pompes centrifuge).....	72
V.5.2.Calculs hydraulique du système d'adduction.....	73
V.5.2.1.Détermination de la hauteur d'élévation.....	73
V.5.2.1.1.Hauteur manométrique totale.....	73
V.5.2.1.2.Calcul des pertes de charge totale.....	73
V.5.2.2.Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement	74
V.5.3.Calcul des frais d'investissement.....	74
V.5.4.Calcul des frais d'exploitation.....	75
V.5.5.Bilan total des frais.....	76
V.6.Choix des pompes et nombre des pompes.....	77
V.7.Protection contre la cavitation.....	83
V.8.Bâtiments de la station.....	86
V.8.1.Choix du type de bâtiment.....	86
V.8.2.Dimensionnement de bâtiment de station de pompage.....	86
V.8.3 Dimensionnement de la bache d'aspiration.....	87
V.8.4. Réservoir d'air.....	88
V.9.dimensionnement du reservoir de stockage.....	89
V.10.Calcul des diamètres.....	89
V.11.Estimation des pertes de charge.....	89
V.12.Calcul des pressions des nœuds et des bornes.....	90
V.13.Conclusion.....	92

VI-chapitre VI: Les techniques d'irrigation :

VI .1.Introduction.....	93
VI .2.Différentes techniques d'arrosages.....	93
VI.2.1.L'irrigation de surface.....	93
VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement.....	93
VI.2.1.1.2.Les inconvénients.....	93
VI.2.1.2.L'irrigation par submersion.....	94
VI.2.1.2.1.Les avantages de la submersion.....	94

VI.2.1.2.2.Les inconvénients de la submersion.....	95
VI.2.1.3.L'irrigation par infiltration.....	95
VI.2.1.3.1.Les avantages	95
VI.2.2.L'irrigation sous pression.....	95
VI.2.2.1.L'irrigation par aspersion.....	95
VI.2.2.1.1.Les avantages.....	98
VI.2.2.1.2.Les inconvénients.....	98
VI.2.3.L'irrigation localisée (goutte à goutte).....	99
VI.2.3.1.les avantages.....	99
VI.2.3.2.Les inconvénients.....	100
VI.3.Choix technique d'arrosage.....	100
VI.3.1.Les contraintes naturelles.....	100
VI.3.1.1.L'évaporation.....	100
VI.3.1.2.Le vent.....	100
VI.3.1.3.Le sol.....	100
VI.3.1.4.La pente.....	100
VI.3.2.Les contraintes techniques.....	101
VI.3.3.Les contraintes agronomiques.....	101
VI.4.Conclusion.....	103

VII-chapitre VII: Dimensionnement à la parcelle :

VII.1.Introduction.....	104
VII.2.Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	104
VII.3.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	105
VII.4.Dimensionnement des canalisations du réseau.....	109
VII.4.1.Calcul du diamètre de la rampe.....	111
VII.4.2. Calcul du diamètre de la porte rampe.....	111
VII.4.3.Calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....	111
VII.4.4Calcul de la pression à la borne de distribution.....	112
VII.5 Conclusion.....	112

VIII-chapitre VIII: Calcul technico-économique :

VIII.1.Introduction	113
VIII.2.Différentes travaux à entreprendre.....	113
VIII.3.Calcul des volumes des travaux de l'adduction.....	114
VIII.3.1.Calcul du volume de terrassement.....	114
VIII.3.2.Calcul du volume de déblais.....	115
VIII.3.3.Calcul du volume de lit de sable.....	115
VIII.3.4.Calcul du volume de remblai.....	116
VIII.3.5.Estimation du cout de pose de conduite d'adduction.....	116
VIII.4.Calcul des volumes des travaux de distribution.....	117
VIII.4.1.Déblais d'excavation.....	117

VIII.4.2.Pose du lit de sable.....	117
VIII.4.3.Remblais compacté.....	118
VIII.4.4.Estimation du cout de terrassement.....	120
VIII.4.5.Estimation du cout du réseau de distribution.....	120
VIII.5.Conclusion.....	122

Liste des tableaux

Chapitre I. Analyse des conditions naturelles

Tableau I-1 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm (1990-2014).....	6
Tableau I-2 : Répartition mensuelle des températures (1990-2014).....	6
Tableau I-3 : Répartition mensuelle des évaporations (1990-2014).....	7
Tableau I-4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air (1990-2014).....	7
Tableau I-5 : Vitesse du vent (1990-2014).....	7
Tableau I-6 : Durée moyenne journalière de l'insolation (1990-2014).....	8
Tableau I-7 : Résultats de l'indice de Martonne.....	8

Chapitre II. Etude agro-pédologique

Tableau II.1 : Caractéristique du profile N°1.....	23
Tableau II.2 : Caractéristique physico-chimique du sol.....	23
Tableau II.3 : Caractéristique du profil N°2	25
Tableau II.4 : Caractéristiques des profils	25

Chapitre III: Ressources en eau et Hydrologie

Tableau III.1 : Compositions chimiques de l'eau du barrage de l'Oued Chélif.....	33
Tableau III.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	33
Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	34
Tableau III.4 : Présentation de la station météorologique.....	36
Tableau III.5 : Précipitation mensuelle de la station Mostaganem.....	36
Tableau III-6 :Test d'homogénéité de WILCOXON.....	38
Tableau III.7 : Ajustement à la loi normale.....	40
Tableau III.8 : Ajustement à la loi log normale.....	43
Tableau III-9 : Test de validité des deux ajustements.....	44
Tableau III.10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	45

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET _o) de la zone d'étude.....	48
Tableau IV.2 : Pluies efficaces calculées.....	49
Tableau IV.3 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.....	50
Tableau IV.4 : choix des cultures.....	50
Tableau IV.5 : Assolement proposé pour le périmètre Mansourah haute.....	52
Tableau IV.6 : le cycle végétatif des cultures envisagées.....	52
Tableau IV.7 : Humidité à la capacité au champ et de flétrissement.....	54
Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau du blé tendre.....	54

Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau du Orge grain.....	55
Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau du Maïs fourrager.....	55
Tableau IV.11: Calcul des besoins en eau de l’Orge en vert.....	56
Tableau IV-12 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre saison.....	56
Tableau IV-13 : Calcul des besoins en eau de la Tomate.....	57
Tableau IV-14: Calcul des besoins en eau du Betterave.....	57
Tableau IV-15: Calcul des besoins en eau de la carotte.....	58
Tableau IV-16 : Calcul des besoins en eau du Choux.....	58
Tableau IV-17 : Calcul des besoins en eau des petits pois.....	59
Tableau IV-18 : Calcul des besoins en eau de l’haricot.....	59
Tableau IV-19 : Calcul des besoins en eau de la courgette.....	60
Tableau IV-20 : Calcul des besoins en eau de l’Oignon vert.....	60
Tableau IV-21 : Calcul des besoins en eau du concombre.....	61
Tableau IV-22 : Calcul des besoins en eau du l’Olivier.....	61
Tableau IV-23 : Calcul des besoins en eau du pommier.....	62
Tableau IV-24 : Récapitulatif des besoins pour l’assolement 1.....	63
Tableau IV-25 : Récapitulatif des besoins pour l’assolement 2.....	63
Tableau IV-26 : Besoin en eau d’irrigation des cultures.....	66

Chapitre V:Etude du système d’adduction

Tableau V.1: la taille des ilots.....	68
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne.....	69
Tableau V.3 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne.....	70
Tableau V.4 : Calcul de la HMT pour divers diamètres de conduite.....	75
Tableau IV.5: Calcul des frais d’investissement.....	76
Tableau IV.6 : Calcul des Frais d’exploitation.....	77
Tableau IV.7: Bilan technico-économique des diamètres choisis.....	77
Tableau V.8 : Variantes pour le choix du nombre de pompes.....	79
Tableau V.9 : Calcul de la conduite de refoulement.....	84
Tableau V.10 : Pression atmosphérique en fonction de la côte.....	84
Tableau V.11: Pression de vapeur en fonction de la température.....	87

Tableau V.12 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	92
Chapitre VI : Les techniques d'irrigation	
Tableau VI.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	102
Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle	
Tableau VII.1 : calcul du diamètre de la rampe.....	111
Tableau VII.2 : calcul du diamètre de la porte rampe.....	111
Tableau VII.3 : calcul des diamètres de la conduite tertiaire.....	111
Tableau VII.4 : récapitulatif des calculs hydrauliques.....	112
Chapitre VIII : Calcul technico-économique	
Tableau VIII.1 : Calcul du volume de déblai.....	115
Tableau VIII.2 : Calcul du volume de sable.....	115
Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai.....	116
Tableau VIII.4: Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.....	116
Tableau VIII.5 : Calcul du volume de déblais.....	117
Tableau VIII.6 : Calcul du volume du lit de sable.....	117
Tableau VIII.7 : Calcul du volume du remblai compacté.....	118
Tableau VIII.8 : Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution.....	119
Tableau VIII.9: Factures pro-forma des pièces du réseau distribution.....	120
Tableau VIII.10: Le détail estimatif des travaux de réservoir.....	120
Tableau VIII.11: Le détail estimatif des travaux de système de pompage.....	121

Introduction Générale

Introduction générale

Le secteur agricole repose notamment sur l'abondance du facteur principal et stratégique qu'est l'eau.

La wilaya de Mostaganem dépend largement de l'agriculture en raison de la douceur du climat et de ses zones, majoritairement agricoles par excellence. Le district de Mansourah haute est l'une des zones les plus importantes dont les habitants dépendent de l'agriculture, mais compte tenu de la rareté de l'eau et de la nécessité de compenser le manque, l'administration volontaire a eu recours à la technologie d'irrigation agricole pour préserver le précieux gain, en développer des équipements et des mécanismes d'irrigation pour augmenter la production en quantité et en qualité.

Avec la présence du système MAO, qui est une ressource en eau avec deux barrages de l'exutoire de Chélif et le réservoir du barrage de Kerrada, l'administration a alloué un pourcentage du système MAO pour irriguer les zones de wilaya, dont le district de Mansourah. Dans ce contexte, nous essaierons d'étudier la technologie d'irrigation agricole sur 345 hectares de Mansourah haute et de trouver les techniques appropriées pour faire progresser le secteur et l'améliorer quantitativement et qualitativement. Ainsi, pour atteindre cet objectif, nous allons répartir notre travail sur huit chapitres.

Nous collectons des informations sur la zone d'étude : sol, climat, sources d'eau, qualité des cultures et équipements nécessaires; nous les présentons dans le premier chapitre. Alors que nous consacrons le second chapitre à l'étude agro pédologique qui va être suivie de l'étude des ressources en eau traitée dans le troisième chapitre.

Dans le quatrième chapitre, sur lequel est fondé le dimensionnement de notre réseau d'irrigation, nous évaluons les besoins en eau des cultures. Dans le but, d'assurer l'apport d'eau nécessaire à la zone d'étude, nous allons faire la conception d'un réseau d'adduction qui va permettre le transport de cette eau. Ceci va faire l'objectif du cinquième chapitre.

Dans le sixième chapitre, la technique d'irrigation adéquate va être sélectionnée tout en respectant le principe de ne pas gaspiller l'eau. Dans le septième chapitre, l'irrigation goutte à goutte va être proposée comme la meilleure technique d'irrigation pour la zone d'étude, dans laquelle les dimensions et les paramètres techniques vont être déterminés.

Dans le huitième chapitre, l'étude technico-économique détermine le réseau d'irrigation définitif et le coût du projet.

En fin, nous achevons notre travail avec une conclusion générale.

CHAPITRE 1

ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

Chapitre I. Analyse des conditions naturelles

I.1.Introduction:

Ce chapitre est consacré à une présentation de notre zone d'étude à l'instar des situations géographique, climatique, et socio-économiques. Ce qui est indispensable à tout projet d'irrigation.

I.1. Situation géographique:

La zone d'étude est située à environ 12 kilomètres au Sud - Est du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem.

Elle est limitée comme suite :

- Au Nord par la RN 90 A ;
- A l'Est par Djebel Grabasse- Djebel Mhir, Djebel Er Ramla, Djebel El Biod, Djebel Zaimia et Djebel Had Hadj ;
- Au sud, par l'autoroute Est – Ouest et oued Maknouf ;
- A l'ouest par l'oued Maknouf, l'agglomération El Hassiane et par un tronçon de la RN 23.

La zone d'étude est localisée à la commune de MANSOURAH, Daira de Mesra, Comme le montre la figure ci-après.

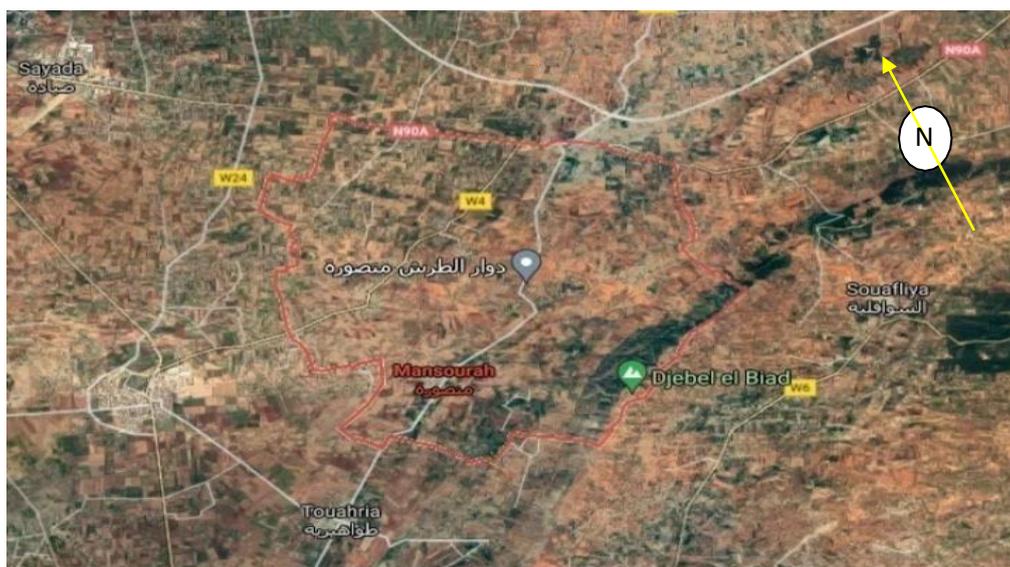


Figure I-1-Localisation de la commune Mansourah dans la wilaya de Mostaganem

I.2.1-Infrastructures routière et ferroviaires:

La zone est bien desservie par l'infrastructure routière, tant dans le réseau primaire par les routes nationales (RN.90, RN.90A, RN.23, RN.17AB, RN.4) que par le réseau secondaire (3 chemins de wilaya : CW.6, CW.42, CW.4, CW.24, CW. 13Bis) ; ainsi qu'un réseau dense de chemins communaux reliant toutes les agglomérations au réseau primaire et secondaire.

Elle est également desservie par l'autoroute Est – Ouest et par la ligne de chemins de fer Alger –Oran. En matière de desserte agricole on notera l'existence d'un important réseau de pistes. Voir planche n°01

I.2.2-Géologie

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 méditerranée.

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

I.2.3 Relief et hydrographie

Facteur déterminant dans la mise en valeur agricole surtout en irrigation, le relief de la zone du projet présente les caractéristiques suivantes : Un relief quasiment plat avec quelques ondulations à très faibles amplitudes, il s'identifie à une plaine. Dans les parties basses et les anciennes vallées, le drainage superficiel s'effectue difficilement sous l'action de la nappe phréatique dont l'écoulement est lent, ce qui est à l'origine des marécages dans les zones les plus basses. Cependant, un certain drainage est assuré par le réseau hydrographique de l'Oued Makhlof qui ne peut cependant prendre en charge la totalité des eaux, notamment durant les périodes pluvieuses. Les pentes relèvent de la classe 0 - 6 %, et l'altitude est de l'ordre de 20 m seulement. Pente faible non contraignante pour la conduite des opérations culturales. Cependant, la

géomorphologie de dépression permet l'accumulation des eaux provenant des reliefs environnant, entraînant une remontée d'eau saumâtre (salée) sur toute l'étendue du périmètre lui conférant l'aspect de marécage

I.3-Climatologie:

L'étude climatique présentée a pris en considération une série statistique fournie par l'ONM couvrant une période de 24 années (1990 à 2014).

I.3.1-pluviométrie:

Les valeurs des pluies moyennes annuelles des postes pluviométriques sont récapitulées dans le tableau 2.

Tableau I-1 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en mm(1990-2014)

Année	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Annuel
Moyenne	23,59	34,35	73,6 5	61,30	56,58	46,14	36,37	36,40	25,64	3,51	1,83	5,46	404,82
Max	143	73	178	216	134,7	140	133,5	111	111	31,8	7,2	42	
Min	0	1	3,4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	

Source : ONM Mostaganem

La moyenne annuelle du périmètre est de 404,82 mm. Des quantités appréciables sont notées en automne avec 131 mm et en été, elles sont relativement faibles, apportées sous forme d'orages qui provoque des dégâts importants sur les cultures. Les précipitations les plus importantes pour l'agriculture sont celles enregistrées durant les périodes d'automne au printemps.

I.3.2.Température:

Les températures dans la région d'étude sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau I-2: Répartition mensuelle des températures (1990-2014)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout.
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

Les températures minimales sont observées en janvier, avec une moyenne interannuelle variant entre une valeur minimale de 5,72 en janvier et une maximale de 30.87 °C est relevée au mois d'Août. En moyenne, la température minimale est de l'ordre de 10,64°C, alors que les températures maximales sont 25,15 °C.

1.3.3- L'évaporation:

Les données d'évaporation dans la zone d'étude sont enregistrées dans le tableau suivant

Tableau I-3 : Répartition mensuelle des évaporations (1990-2014)

MOIS	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Année
Evaporation (mm)	216,6	175,4	108,06	85,73	76,86	92	140,73	176,73	233,66	282,86	370,6	315,6	189.57

Source : ONM Mostaganem

Le tableau ci-dessus montre l'évaporation d'environ 189.57 mm annuellement soit une moyenne mensuelle de 190 mm. Le maximum est enregistré au mois de Juillet (370.6 mm) et le minimum au mois de Janvier (76,86)

1.3.4 Humidité relative

L'humidité relative indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation.

La répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative, est donnée dans le tableau suivant :

Tableau I-4: Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air (1990-2014)

MOIS	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Année
Humidité (%)	67,93	70,12	73,65	74,43	74,46	72,84	71,15	67,70	66,20	63,82	62,32	63,71	69.03

Source : ONM Mostaganem

La valeur d'humidité relative minimale est enregistrée au mois de Juillet (62,32%) alors que la valeur maximale est notée au mois de Janvier (74,46%).

1.3.5. Vent

Les valeurs mensuelles et annuelles de la vitesse du vent enregistrées au niveau des stations climatologiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-5 : Vitesse du vent(1990-2014)

MOIS	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Août	Année
Vitesse des vents (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	1,68

Source : ONM Mostagane

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toutel'année. Elles varient entre 1,62 m/s à 2,39 m/s.

I.3.6 l'insolation

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est donnée par le tableau ci-dessous :

Tableau I-6 : Durée moyenne journalière de l'insolation (1990-2014)

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jt	Aou
Inso/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

Source : ONM Mostaganem

I.3.7 Indices agro-climatiques :

I.3.7.1 Classification du climat selon l'indice de Martonne (1926) :

L'indice d'aridité de MARTONE est un indicateur quantitatif du degré de sécheresse, estimé à un endroit donné. Cet indice est donné par la formule suivante:

$$I = P/(T+10)$$

$$\text{Soit } I = 404.82 / (17.13+10) = 14.92$$

I : Indice d'aridité

P: précipitation moyenne annuelle (mm).

T: température moyenne annuelle (C°).

Tableau I-7: Résultats de l'indice de Martonne

Intervalle du valeur du I	Type du climat	Irrigation
I<5	Climat hyperaride	Indispensable
5<I<7,5	Climat désertique	Indispensable
7,5<I<10	Climat steppique	Souvent indispensable
10<I<20	Climat semi-aride	Parfois utile
20<I<30	Climat tempère	Inutile

Nous remarquons à travers les valeurs obtenues de l'indice d'aridité $10 < 14,92 < 20$, que la région appartient au climat semi-aride.

I.3.7.2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER (1955) :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport P/E.

$$Q = 2000 * P / (M^2 - m^2)$$

Avec :

P : Moyenne annuelle pluviométrique (mm).

M : Moyenne des températures maximal du mois le plus chaud (Kelvin).

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

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

Les calculs donnent :

$$Q = 2000 * 404 / ((30.87 + 273)^2 - (5.72 + 273)^2) = 55.14$$

La station de Mostaganem aura un $Q = 55.14$; elle est située à la limite inférieure de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

I.3.8 Synthèse des données climatique:

Le climagramme pluviométrique d'EMBERGER, spécifique au climat méditerranéen, classe la région d'étude dans l'étage bioclimatique Semi Aride.

Le diagramme Ombrothermique fait ressortir une période sèche qui dure environ trois (03) mois, allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

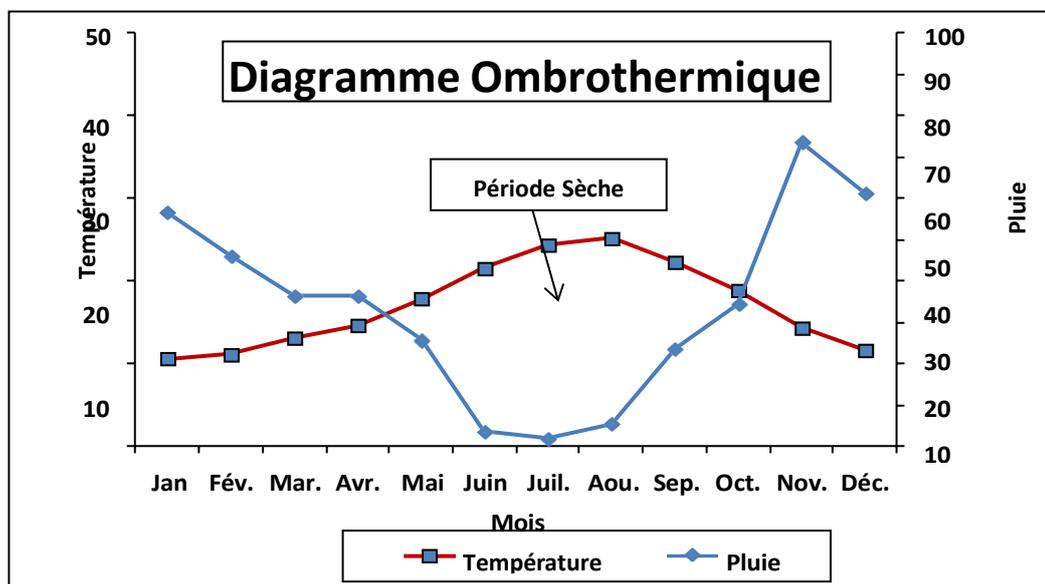


Figure I-2 : Diagramme Ombrothermique de Gausson

I.4 Etude agro-socio – économique

I.4.1 Situation de référence:

L'étude agro-socio-économique, situation de référence ou "actuelle", a pour but d'analyser les contraintes socio-économiques et les facteurs qui influencent actuellement la production agricole végétale et animale, depuis la mise en place de la culture, et même avant, jusqu'à la récolte et l'écoulement du produit sur le marché.

Une enquête sur le terrain auprès de tous les services techniques spécialisés "D.S.A. - S.D.A. - Délégations agricoles - Coopératives de service etc..." et, évidemment, auprès de l'agriculteur a été réalisée à ce sujet. L'enquête a porté sur les caractéristiques foncières, la répartition culturale par grandes spéculations, le système de production, les techniques culturales, ainsi que les résultats obtenus.

L'environnement interne et externe des exploitations a été également étudié sur la base d'un échantillon d'exploitations représentatives de la situation actuelle : EAC – EAI, privées et ferme pilote.

L'enquête auprès de l'agriculteur a permis de définir la répartition culturale, les problèmes fonciers, la mécanisation, le niveau technique de la main d'œuvre, sa disponibilité et son âge, la conduite des spéculations, et les problèmes liés à l'accès aux crédits, l'approvisionnement en intrants, la vulgarisation et la commercialisation.

I.4.1.1. Productions agricoles des communes concernées par le projet d'irrigation

I.4.1.1.1. Productions végétales

I.4.1.1.2. Maraîchage

Les cultures maraîchères plein champ présentent une liste variées de cultures. Cependant, la culture de pomme de terre occupent plus de la moitié de la SAU maraîchère.

Les niveaux de rendements sont relativement acceptables par rapport à la moyenne nationale. La pomme de terre occupant 54% de la sole maraîchère est la production dominante avec un rendement moyen dépassant les 300 qx/ha. Actuellement, la pénurie d'eau ne permet pas de mettre en culture la pomme de terre d'arrière saison.

Egalement, il est à noter que dans les communes de Bouguirat, Mesra et Souafia

une superficie de 130 ha est consacrée à la tomate industrielle avec une production de 95 980 qx soit un rendement moyen de 588qx/ha.

Les cultures sous serres occupent une superficie moyenne de 200 ha. La culture dominante en termes de superficie et le piment/ poivrons suivi de la tomate.

I.4.1.1.3. Arboriculture

L'arboriculture dans la zone d'étude est très diversifiée. On y trouve les agrumes (famille des Rutaceae), les arbres à noyaux et à pépins (famille des Rosacées), le vignoble et les arbres rustiques.

L'agrumiculture est très présente dans le plateau de Mostaganem. Elle occupe une superficie très importante avec comme culture dominante l'oranger avec sa variété Thomson très prisée par les consommateurs. Les rendements moyens toutes variétés confondues tourne autour de 330 qx /ha. C'est un rendement moyen mais qui peut être amélioré avec un apport conséquent d'eau.

C'est une culture qui rapporte beaucoup à l'agriculteur d'où sa volonté à développer le verger agrumicole. Cependant, c'est une culture exigeante en eau.

Les arbres à noyaux et à pépins occupent la seconde place de l'arboriculture avec une préférence des agriculteurs pour le grenadier. Le rendement moyen est variable de 71 qx/ha pour l'abricotier à 180 qx/ha pour le néflier.

Le vignoble notamment la vigne de table se développe dans la région par rapport à la vigne de cuve qui était fortement pratiqué dans cette région durant la période coloniale. C'est une culture qui s'accommode du faible niveau de pluviométrie.

L'olive de table se développe dans la région. D'ailleurs un marché informel de l'olive qui se tient dans l'agglomération de Bouguirat réputée comme plaque tournante du commerce de la pomme de terre et de l'orange. Le rendement moyen est 20 kg par arbre.

Les arbres rustiques sont bien adaptés au climat et sont conduits en pluvial.

En récapitulant, la place qu'occupent les groupes de cultures permanentes, on constate que l'agrumiculture se classe en premier suivie par les arbres à noyaux et à pépin

I.4.1.1.4. Grandes cultures

Dans la région d'étude les légumes secs ne sont pas cultivés. On y rencontre de la céréaliculture avec des rendements moyens de 15 qx/ha et les fourrages (avoine fourrage).

I.4.1.1.5. Production animal

L'élevage dans la région d'étude est caractérisé par les grands élevages (bovins, ovins et caprins) et les petits élevages (aviculture et apiculture).

La couverture des besoins par la sole fourragère n'est que de 26%. Donc l'élevage dans les communes concernées par le projet se fait généralement hors sol.

Le développement de l'élevage dans la zone d'étude est limité au regard de la faible sole consacrée aux fourrages.

I.4.1.2. Conclusions sur le développement 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.

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.

I.4.1.3 Exploitations agricoles

I.4.1.3.1. Situation actuelle des exploitations

L'enquête foncière a révélé un nombre important d'exploitations par rapport à la surface enquêtée ce qui montre ce morcellement exagéré des exploitations qui est lié aux différentes réformes du secteur agricole public qui ont privilégié le morcellement des exploitations pour éviter les conflits de gestion entre les exploitants.

Quant aux terres dans le secteur privé, c'est l'indivision qui bloque toute initiative de développement de l'exploitation.

I.4.1.3.2. Classes d'exploitations

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.
- Betterave
- Choux
- Carotte
- Pommier
- Blé
- Mais
- Courgette
- Oignon
- Concombre
- haricot

Conclusion

L'examen des données, présentées dans ce chapitre, nous a permis de déduire que le climat de la région d'étude est sec avec un régime variable des précipitations. Qui correspond à un Hiver froid relativement pluvieux (un manque des précipitations est constaté dans ces dernières années et des alertes de la sécheresse a cause d'un changement climatique dans le continent d'Afrique- le coté nord surtout), et un été sec.

L'aridité de la zone d'étude met le facteur d'irrigation comme un facteur décisif et indispensable pour augmenter le rendement des cultures et pour que la production alimentaire et agro-alimentaire soit acceptable des points de vues quantité et qualité.

CHAPITRE 2

ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

Chapitre II. Etude agro-pédologique

II.1.Introduction:

Le but de ce chapitre est d'évaluer le potentiel des sols environnants, de mettre en évidence les contraintes du développement de la conservation de l'eau et de l'agriculture, et d'en déduire l'aptitude culturelle des différentes unités pédologiques.

II.2 Classification des sols du périmètre Mansourah haute:

La zone environnante est composée de glacis en pente douce et de plaines avec des sentiers paysagers, permettant un accès facile à la terre. L'exploration des sols et l'analyse des paramètres physiques et chimiques permettent d'identifier une seule catégorie appartenant aux sols calciques et magnésiens. Au niveau de cette catégorie, on distingue deux types de sols :

II.2.1 Sols calcimagnésiques :

Ils appartiennent à la sous-classe des sols carbonatés et se répandent sur les groupes des Rendzines et des sols bruns calcaires.

II.2.1.1. 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%.

Ces sols calcimagnésiques peu évolués à profil de type A/C, avec un horizon A bien structuré et assez pourvu en matière organique, ont été observés en plaine et sur glacis à faciès riche en calcaire.

II.2.1.1.1 Description d'un profil type : Profil n°1 :

Données générales :

Tableau II.1 : caractéristique du profil N°1

Géomorphologie	Plaine
Pente	0-3%
Occupation actuelle	/
Aspect de surface	/
Coordonnées	X=251 423 Y=3970 465
Classification	
Classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Rendzine
S/groupe	Rendzine modale

Source : BNDER

II.2.1.1.2 Description morphologique du profil :

0 – 30 cm : sec, couleur 10YR5/4, texture limono argileuse, structure polyédrique fine, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, forte effervescence à Hcl, transition nette

II.2.1.1.3 Résultats analytiques

Tableau II.2 : caractéristique physico-chimique du sol

Numéro du profil		1
Code laboratoire numéro		1
Horizons		H1
Profondeur en cm		0-30
Granulométrie (en %)	A	32,70
	LF	21,20
	LG	18,50
	SF	15,60
	SG	12,00
Caco3 Total(en %)		28,25
Caco3 Actif (en %)		12,60
CEC (en méq /100 g)		19,74
PH (au 1/5)		8,25
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,01
C %		1,18
MO %		2,04
Gypse %		/

Source : BNDER

II.2.1.1.4 Interprétation et valeur agronomique :

La texture de ces sols peu profonde est dominée par l'argile limoneuse, avec une bonne structure et une porosité suffisante des agrégats. Chimiquement parlant, le sol offre des propriétés modérément bénéfiques, qui tournent autour de :

- ✓ La teneur en calcaire actif est inférieure à 15%
- ✓ Le pH légèrement alcalin est modérément bénéfique pour la nutrition des plantes
- ✓ Une fertilité chimique importante est démontrée par la capacité d'échange cationique supérieure à 15mék/100g. le rapport sol /matière organique varie de 2% à 3% dans toutes les analyses.

On peut voir à partir de ces caractéristiques que ces sols ont une aptitude générale pour les céréales et les cultures fourragères, mais sont très adaptés au maraichage et à l'arboriculture rurale, en particulier pour les espaces tolérant de grandes quantités de calcaire, telles que les figues, les oliviers, les amandes et les grenades.

II.2.1.2 Sols bruns calcaires :

Ce type de sols se répartisse sur les groupes des sols modaux, les sols à encroûtement calcaires et les sols vertiques. Reposant à faible ou moyenne profondeur sur des roches en cours d'altération seront réservés aux cultures maraîchères, céréalières et fourragères. Les travaux d'aménagement se limitent à la protection contre les vents marins et au labour profond.

- **Sols modaux**

Ce sont des sols peu représentés dans le groupe. Ils sont caractérisés par une bonne profondeur allant jusqu'à 150 cm et des taux de calcaire tournant autour de 5%.

Leur texture varie entre les limons argileux et l'argile limoneuse en profondeur.

- **Sols à encroûtement calcaire**

Ils possèdent un encroûtement en profondeur à partir de 50 cm et jusqu'à 130cm.

Leur structure est généralement limoneuse et rarement argileuse.

Le taux de calcaire varie entre 7 et 40% et leur taux de gravier calcaire très élevé.

- **Sols vertiques**

Ces sols sont caractérisés par une texture très lourde et une profondeur atteignant 120 cm et plus.

II.2.1.2.1 Description d'un profil type Profil n°2 :

Données générales :

Tableau II.3 : caractéristique du profil N°2

Géomorphologie	Replat
Pente	0-3 %
Ocupation actuelle	/
Aspect de surface	/
Coordonnées	X= X=250 078 Y=3971 027
Classification	
Classe	Sols calcimagnésiques
S/Classe	Sols carbonatés
Groupe	Sols bruns calcaire
S/Groupe	Vertique

0 – 30 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, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.

30 – 70 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 amas friable, transition nette.

70 cm : calcaire friable

II.2.1.2.3 Résultats analytiques

Tableau II.4 : caractéristiques des profils

Numéro du Profil	P1	P2
Code laboratoire numéro	2	3
Horizons	H1	H2
Profondeur en cm	0-30	30-70
Granulométrie (en %)	A	31,50
	LF	18,40
	LG	15,90
	SF	21,80
	SG	12,40
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 %	/	/

II.2.1.2.4 Interprétation et valeur agronomique

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

- ✓ Un aspect de surface sans aucune contrainte pour les travaux du sol ;
- ✓ Une profondeur de 70 cm permettant l'introduction d'une gamme de culture ;
- ✓ Absence de niveau limitant (croûte et encroûtement) ;
- ✓ Une texture limono argileuse avec une bonne structure des agrégats favorables à tout
- ✓ 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 16 et 19 méq/100 g de sol, et des taux de matière organique bien incorporés en profondeur.

De ces caractéristiques, il ressort que cette unité morpho pédologique sans contraintes majeures, peut convenir à tout type d'utilisation notamment aux céréales (blé et orge), aux cultures fourragères, aux cultures maraichères (tomate, piment, poivron, courgette, navet, pomme de terre, oignons, artichaut, etc.) et à l'arboriculture fruitier

II.3. Aptitudes culturales des sols

II.3.1. Classe C10 B11 M11 I13

Cette classe traduit les caractéristiques édaphiques des sols peu évolués.

Ces sols présentent une bonne aptitude à l'arboriculture fruitière (B11) et aux cultures maraichères (M11) et aux cultures céréalières et fourragères (C11).

Ils répondent moins bien aux cultures industrielles (I13).

La contrainte principale reste le taux élevé des éléments grossiers (charge en cailloux) dans le profil.

II.3.2 Classe C11 I12 M13 B31

Cette classe traduit les caractéristiques édaphiques des Vertisols.

Les cultures céréalières et fourragères (C11) et les cultures industrielles (I12) sont bien tolérées par ces sols.

Celles maraichères (M13) sont moyennement tolérées mais l'arboriculture fruitière reste très déconseillée (B31).

Ces principales contraintes sont, la texture argileuse et la salinité élevée.

II.3.3 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.

II.3.4 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. L'arboriculture fruitière est mal tolérée par ces sols pour cause de texture à tendance argileuse.

II.3.5 Classe C10 M11 I21 B21

Cette classe concerne principalement les sols à encroutement calcaire. Les cultures céréalières et fourragères ainsi que les cultures maraichères se comportent très bien dans ces sols. Les cultures industrielles et l'arboriculture fruitière y sont moyennement tolérées. Les contraintes en cause sont la salinité et la profondeur du sol.

II.3.6 Classe C14 M21 B25 I21 :

Dans cette classe toutes les spéculations végétales sont moyennement tolérées avec une dégradation pour l'arboriculture. Les sols concernés par cette classe sont les sols bruns calcaires vertiques.

I.4. Qualité des sols :**II.4.1 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 ($0.5 \text{ cm/h} \leq K \leq 2 \text{ Cm/h}$) et moyennes pour la classe 2 ($2\text{Cm/h} < K \leq 6 \text{ Cm/h}$).

II.4.2 Conductivité hydraulique des sols :

Les valeurs des conductivités hydrauliques Varient entre 0.007 m/j et 8.64 m/j.

Selon la norme USDA, trois classes de conductivité hydraulique en profondeur peuvent être dégagées. Il s'agit de la classe 1 avec $K < 0.24 \text{ m/j}$ représentant les sols imperméables à très peu perméable, la classe 2 avec $0.24 \leq K < 0.48 \text{ m/j}$ représentant les sols à perméabilité médiocre et la classe 3 avec $0.48 \leq K < 12 \text{ m/j}$.

Tableau II.5 :La conductivité électrique du sol

Zone	Classification (ECe moyenne)	Nombre de Profil	conductivité électrique .CE Mmhs/cm	
			Maximale (M)	Minimale (m)
Périmètre de Mansourah	ECe <0.6	4	0.45	0.01

De notre périmètre la conductivité électrique inférieure à 0,6 mmhos/cm donc le sol non salins donc ne nécessite pas de lessivage.

Conclusion:

Ce chapitre récapitule les résultats de l'analyse agro-pédologique de notre zone d'étude. Ainsi, Les sols appartiennent aux classes qui présentent des potentialités de mise en valeur importante. Comme il est indiqué dans les tableaux précédents

Les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates. En effet, la majorité des sols présentent les caractéristiques suivantes :

- Texture limono-argileuse.
- Sol perméable (perméabilité élevée), et à bonne activité biologique avec une matière organique décelable.

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 une opportunité socio-économique pour l'aménagement du périmètre du Mansourah haute.

CHAPITRE 3

RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

Chapitre III: Ressources En Eau Et Hydrologie

III.1. Introduction:

Avant de commencer un projet d'irrigation, il est nécessaire de localiser et de quantifier les besoins en eau des différentes cultures. A cet effet et dans ce chapitre, nous présenterons les ressources en eau pouvant être fournis à notre zone d'étude et effectuerons l'étude hydrologique pour déterminer les données utiles au dimensionnement du réseau d'irrigation.

III.2. Ressource en eau :

La ressource en eau prévu initialement proviendra du barrage de Chélif, et aussi des eaux souterraines.

III.2.1. Les ressources superficielles :

Le barrage de dérivation de l'Oued Chélif :

Le Barrage est situé à l'Est de la wilaya de Mostaganem environ 30 km. Il est d'une capacité totale de 50 hm³ dont 30 hm³ de volume utile. Il s'agit d'un barrage mixte composé de :

- Evacuateur des crues en béton armé équipé de quatre vannes segments 15 m × 11,5 m (L×H) et bassin d'amortissement à ressaut hydraulique.
- Une digue en remblai avec un noyau argileux :
 - ✚ La cote de la crête : 34,00 m NGA
 - ✚ Hauteur maximal de la digue sur le TN terrain naturel : 26,00 m NGA
 - ✚ Hauteur maximal sur la fondation : 38,00 m NGA
 - ✚ Longueur de la digue : 440 m
 - ✚ Largeur de la crête : 06 m
 - ✚ Pente du talus : $\frac{3,5}{1}$ (Amont) et $\frac{3,0}{1}$ (Aval)



Figure III-1: Le barrage de dérivation de l'Oued Chélif.

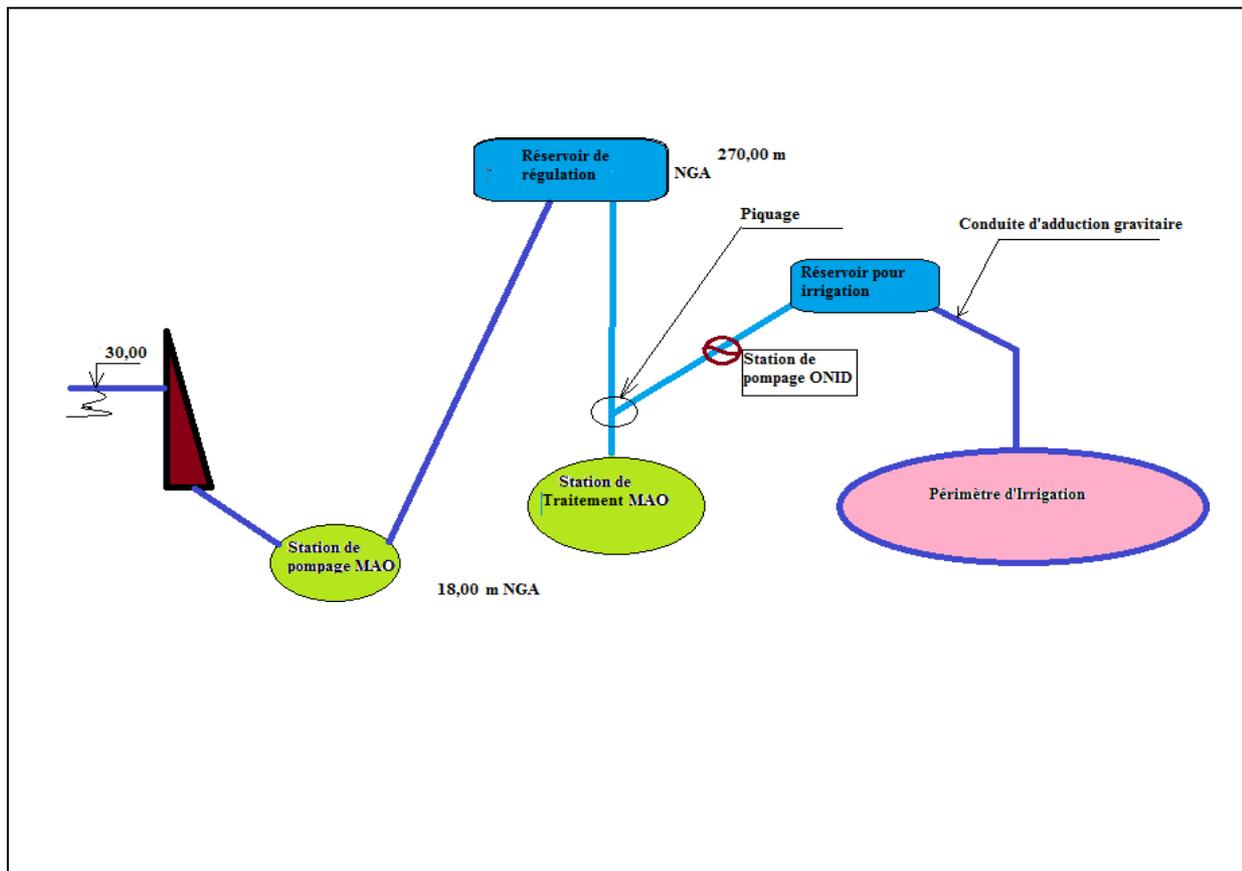


Figure III-2 : schéma de l'adduction

III.2.2. Les ressources souterraines

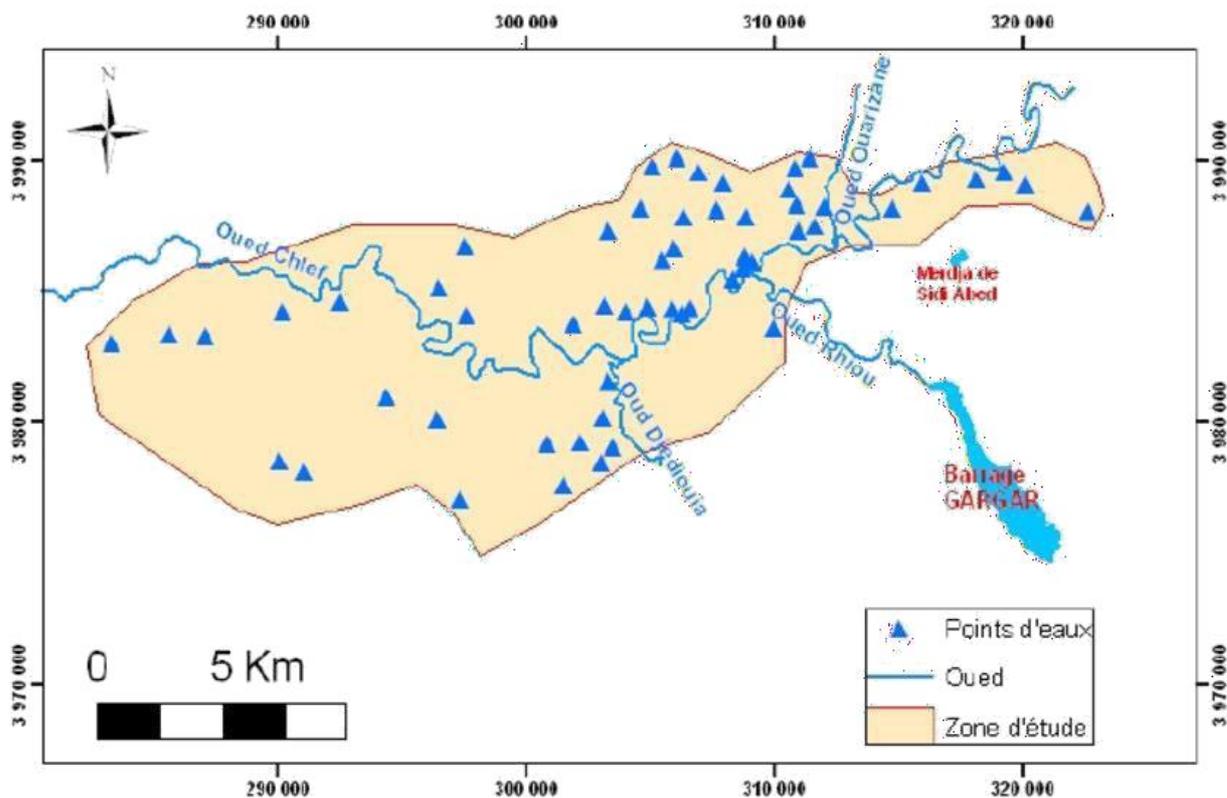


Figure III.3 : Bassins et sous bassins versants de la Wilaya de Mostaganem

Pour la qualité de la ressource souterraine, les paramètres régulièrement mesurés par l'ANRH forment une analyse chimique, incluant en particulier :

- pH,
- DBO5, DCO et Oxygène dissous,
- Dureté,
- Résidu solide,
- Nutriments organiques: N et P,
- Anions: NO₃⁻, Cl⁻, SO₄[—]
- Cations: Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺.

A partir des données recueillies auprès de l'ANRH d'Oran au niveau du Plateau de Mostaganem (qui constitue le principal aquifère de la wilaya) et de mesures antérieures, un bilan relativement exhaustif de la qualité des eaux souterraines a pu être établi dans le cadre de l'Etude Sogréah /2009/Plateau de Mostaganem. Les normes considérées sont celles recommandées par l'OMS.

Ce bilan a montré que la qualité de l'eau est bonne pour la majorité des paramètres physicochimiques. Cependant il est noté quelques paramètres ayant des concentrations parfois importantes. La comparaison avec les valeurs recommandées par l'OMS permet de mettre en évidence ces concentrations.

PH :

Le PH mesuré est généralement compris entre 6,8 et 7,4 avec une moyenne autour de 7,1. Ce PH est conforme aux valeurs généralement admises.

Température :

La température varie généralement entre 19 et 22°C.

Résidu sec :

La valeur limite recommandée par l'OMS est de 1000 mg/l. Or, au niveau du plateau, plus de 80% des points de mesure ont des valeurs de résidus secs supérieures à cette valeur.

Chlorure :

La valeur limite des ions chlorures admise dans l'eau potable en Europe est de 250 mg/l. Au niveau des analyses disponibles, on observe que 24% des points d'eau mesurés respecte cette limite. Le reste des valeurs est essentiellement compris entre 250 et 1000 mg/l. La répartition des concentrations est hétérogène.

Nitrate :

La majorité des mesures (76% des points) montre des concentrations en nitrates supérieures à la réglementation de l'OMS (50 mg/l). La plus forte concentration mesurée est de 225 mg/l, le point de mesure est cependant situé dans le golfe d'Arzew donc hors du plateau de Mostaganem.

Sulfate :

Environ 60% des points respectent la valeur de 250 mg/l recommandée par l'OMS. L'origine de ces valeurs élevées semble essentiellement liée à l'agriculture (épandage d'engrais notamment), qui est l'activité principale du Plateau.

En conclusion pour la plupart des exploitants la qualité de l'eau souterraine est jugée bonne, à l'exception toutefois dans les moyennes et grandes exploitations où il est fait souvent état de salinité plus élevée que dans les plus petites.

III.3. Compositions chimiques de l'eau d'irrigation**II.3.1 La salinité :**

La salinité est l'aspect le plus important. Une fois que l'accumulation de sel dans la zone racinaire atteint une concentration qui conduit à une baisse du rendement, entraînant la mort des cultures, cela causera des problèmes. Les propriétés chimiques de l'eau sont très importantes pour la sélection des cultures et l'estimation des doses d'irrigation. Pour cette raison, la composition chimique de l'eau de barrage a été analysée et les résultats sont les suivants :

Tableau III.1 : Compositions chimiques de l'eau du barrage de l'Oued Chélif

Eliment	mg/l	méq/l
Ca ⁺⁺	158.7	7.94
Mg ⁺⁺	50.56	4.21
Na ⁺	320	29.09
Cl ⁻	382.8	22.5
SO ₄	506	17.5
Bicarbonates (HCO ₃)	185.7	2.03
K ⁺	13 mg/l	
Dureté totale(TH)	604 mg/l/CaCO ₃	
NO ₃	13.3 mg/l	
Ammonium (NH ₄)	4.36 mg/l	
Phosphore (PO ₄)	0.03 mg/l	
Nitrite (NO ²)	0.44 mg/l	
Oxydabilité	4.40 mg /l	
Résiduel sec à 105°C	1540.5 mg/l	
Conductivité à 25°C	700µS/cm	
PH	8.25	
Turbidité (FTU)	19.3	

Source :ANRH Alger

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

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm)	Qualité des eaux	Observation
C1	CE < 0.25	Eau de risque faible	Convient pour toutes les cultures
C2	0.25 < CE < 0.75	Eau de risque moyen	Pour les plantes moyennement tolérantes
C3	0.75 < CE < 2.25	Eau de risque élevée	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C4	CE > 2.25	Eau de risque très élevée	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de l'Oued Chélif prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique CE = 0.7 mmhos/cm, donc le risque de salinité est moyen. Pour les plantes moyennement tolérantes

III.3.2 Le coefficient d'absorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration) :

Si l'eau est riche en sodium, elle peut se lier au complexe du sol puis le rélargir. Pour évaluer le risque d'alcalinité, on compare la concentration en ions Na⁺, Ca⁺⁺, et Mg⁺⁺.

Selon la contenance en Na⁺, Ca⁺⁺, et Mg⁺⁺ mg/l, elle est définie comme suite :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Quatre catégories de danger d'alcalinisation liées au risque salin ont été définies :

Tableau III.3: Classification des eaux en fonction du S.A.R

Classe	S.A.R	Danger d'alcalinisation
S1	SAR < 10	Risque faible
S2	10 < SAR < 18	Risque moyen
S3	18 < SAR < 26	Risque élevé
S4	SAR > 26	Risque très élevé

SAR=11.8, Donc on obtient un Risque moyen.

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyen avec un degré d'alcalinité moyen (C2, S2), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation.

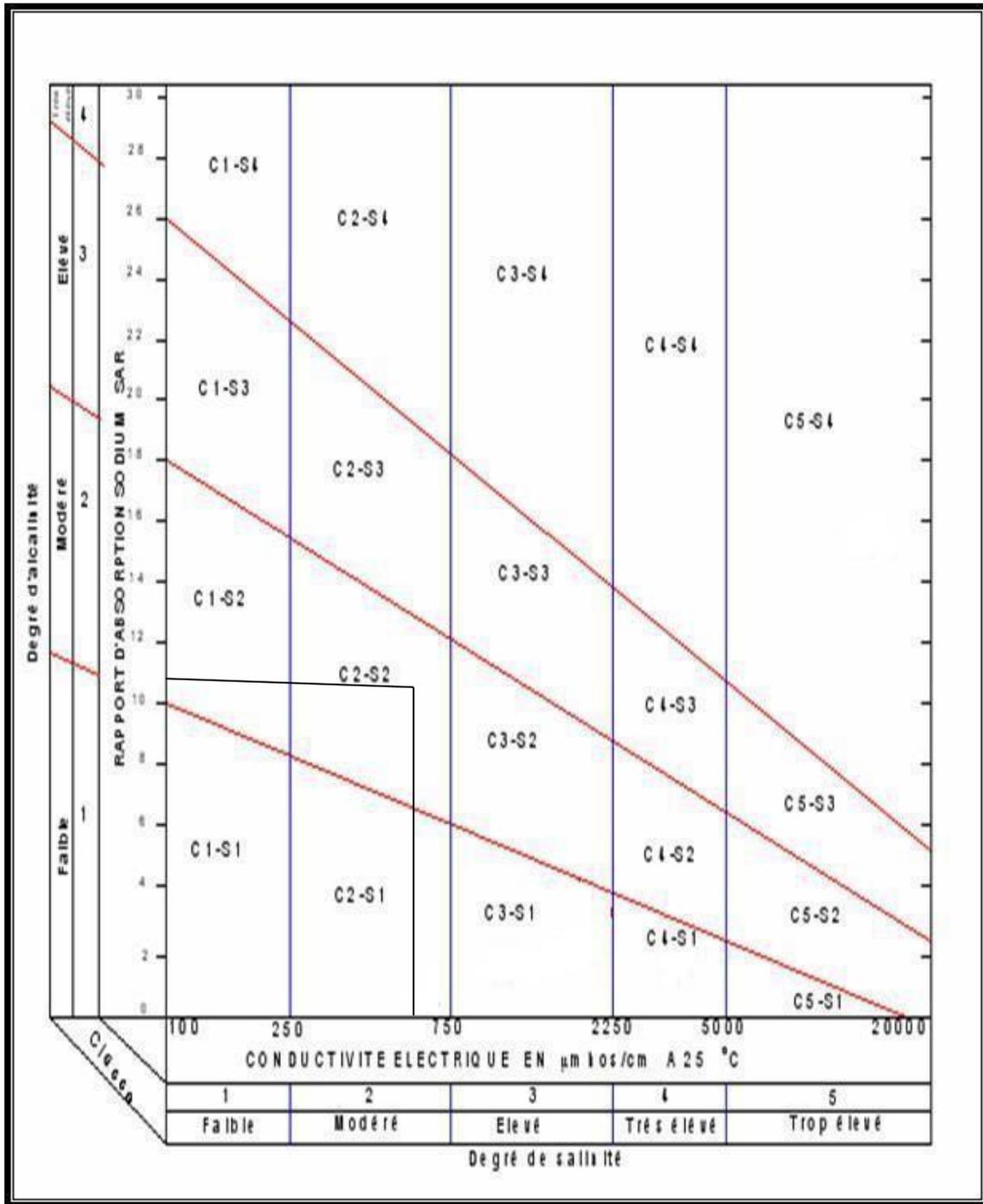


Figure III.4 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation (Cas des eaux dubarrage du Chélif)

III.4. Etude hydrologique:

L'hydrologie se définit comme l'étude de la circulation de l'eau dans la nature et de son évaluation à la surface de la terre, ainsi que tous les aspects liés au processus de maturité de tout ouvrage hydraulique.

Le but de cette section est de déterminer les caractéristiques des précipitations à une fréquence donnée, ce qui fournit les conditions pour la recherche en projets de conservation de l'eau et de développement agricole.

Pour notre projet, le travail porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries, et l'utilisation de lois statistiques pour étudier la fréquence des séries pluviométriques.

III.4.1. Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Mostaganem; les données d'observation ont été collectées sur une période de 25 ans.

III.4.2. Présentation de la station météorologique

La station pluviométrique choisie est celle de Mansourah qui est proche du périmètre d'étude, et gérée par l'ANRH elle présente les caractéristiques suivantes :

Tableau III.4 : Présentation de la station météorologique

Code station	040611
Nom station	DUNE CULTUVEES
X	274
Y	288.3
Z	192

Tableau III.5 : Précipitation mensuelle de la station Mostaganem

	Sep	oct	nov	déc	Jan	fev	mars	Avr	mai	juin	Juil	Aout	Annuel
1990	0	12.6	78.2	24.7	31.2	52.8	119.3	4.1	11.8	0	0	0	334.7
1991	2.1	37.1	57.8	4.9	26.2	16	56.6	8.3	31.1	18.4	4.2	0	262.7
1992	0	2.1	24.3	6.8	0	37	20.5	35.3	25.3	0.1	0	0	151.4
1993	6.2	33.7	55.7	7.3	30.2	52.5	0	29.5	9.7	0	0	0	224.8
1994	7.8	23.1	20.2	3.3	36.3	32	52.4	36.5	8.4	0	0	0	220
1995	29.9	10.7	48.4	52.5	103.1	78.8	33	40.6	11.8	0	9.4	0.2	418.4
1996	46	34.2	5	36.9	59.8	2.1	0	89.4	11	0	0	6.2	290.6
1997	22.9	28.9	61.2	34.8	44.5	23.2	9.5	24.5	27.5	0	0.4	6.4	283.8
1998	5.4	11.2	16.2	53	61.3	63.8	41.5	0	1.9	0	0	10.8	265.1
1999	18.5	8.2	62.3	44.3	0.2	0	18.4	8.8	11.8	3.7	0	0	176.2
2000	49.4	50.6	80.4	19.4	39.6	64.3	1	40	11.3	0	0	0	356
2001	11.6	16	117.7	47.9	4.6	0	60.4	38.1	36.1	0.3	0	6.1	338.8
2002	0	28.5	51.7	8.3	56.6	48	4.3	52.3	16.7	0	0	0	266.4
2003	0	25.2	43	51.7	10.2	22.7	10.6	13.5	72.1	13.9	0	0	262.9
2004	3.4	46.9	85.2	117.9	4.5	42.2	14.8	4.5	0	0	0	0	319.4
2005	12.3	19.6	105.3	24.7	91.8	67.6	10.2	18.1	78.2	1.6	0	0	429.4
2006	33	0.4	2.1	130.6	40.8	28.3	65.5	78.7	0	0	0	0	379.4
2007	11.1	71.9	50.1	15.6	18.4	6.9	15.6	6.8	16.5	10.6	0.5	0	224
2008	31	55.4	101	112.7	42.9	12.6	16.6	45	11	3.9	0	0	432.1
2009	14.3	2.3	25.1	28.2	66.8	65.7	33.9	24	10.5	3.1	0	20.1	294
2010	1.2	53.1	70.5	20.4	53.3	28.4	19.8	49.4	31.6	3	0	0	330.7
2011	2.3	27.4	71.3	18.6	28.9	47.4	17.9	59.5	0.7	0	0	0	274
2012	2.7	59	151	81	64.7	47.9	32.9	81.3	36.4	0	3.6	2	562.5
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
Moy	15.95	27.59	61.07	46.88	44.06	38.17	29.69	35.61	21.04	2.57	0.84	2.19	326.29

III-4-3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de WILCOXON. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 > N_2$
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

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

Avec :

$$W_X = \sum \text{Rang } X$$

W_X : Somme des rangs de sous-séries.

$$W_{\min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2}$$
$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{\min}]$$

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

Les résultats du test de WILCOXON sont détaillés comme suit :

Tableau III-6 :Test d'homogénéité de WILCOXON

Rang	La série P(mm)	La série Y(mm)	La série X(mm)	Décroissant (mm)	Y union X
1	334.7	319.4	334.7	151.4	X
2	262.7	429.4	262.7	176.2	X
3	151.4	379.4	151.4	220	X
4	224.8	224	224.8	224	Y
5	220	432.1	220	224.8	X
6	418.4	294	418.4	262.7	X
7	290.6	330.7	290.6	262.9	X
8	283.8	274	283.8	265.1	X
9	265.1	562.5	265.1	266.4	X
10	176.2	575	176.2	274	Y
11	356		356	283.8	X
12	338.8		338.8	290.6	X
13	266.4		266.4	294	Y
14	262.9		262.9	319.4	Y
15	319.4			330.7	Y
16	429.4			334.7	X
17	379.4			338.8	X
18	224			356	X
19	432.1			379.4	Y
20	294			418.4	Y
21	330.7			429.4	Y
22	274			432.6	Y
23	562.5			562.5	Y
24	575			575	Y

En se basant sur le test de Wilcoxon, on obtient : $W_x = 196$,

$W_{\min} = 141$;

$W_{\max} = 208,97$.

Donc :

$141 < W_x < 208,97$

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

III.5. Etude de l'échantillon:

Les précipitations peuvent généralement être ajustées selon de nombreuses lois statistiques. Les méthodes d'ajustement les plus couramment utilisées en Algérie sont les suivantes :

Loi de Gauss ou loi Normale.

Loi de Galton ou log- Normale.

III.5.1. Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité nous permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5.

III.5.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

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

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

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

Le procédé d'ajustement consiste à :

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

Avec :

L'équation de la droite de Henry est : $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$

- \bar{x} : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$: Précipitation de probabilité P% ;
- σ : Écart type ;
- Cv : Coefficient de variation.
- Cs : Coefficient d'asymétrie

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau III-7 et au Figure III-5

Tableau III.7 : Ajustement à la loi normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance(95%)
100,0	0,99	580	42,6	496-663
50,0	0,98	550	38,9	474-626
20,0	0,95	505	33,8	439-572
10,0	0,90	466	29,7	408-524
5,0	0,80	418	25,5	368-468
3,0	0,67	373	22,8	328-418
2,0	0,50	326	21,8	284-369
1.42	0.2	260	25,5	224-315

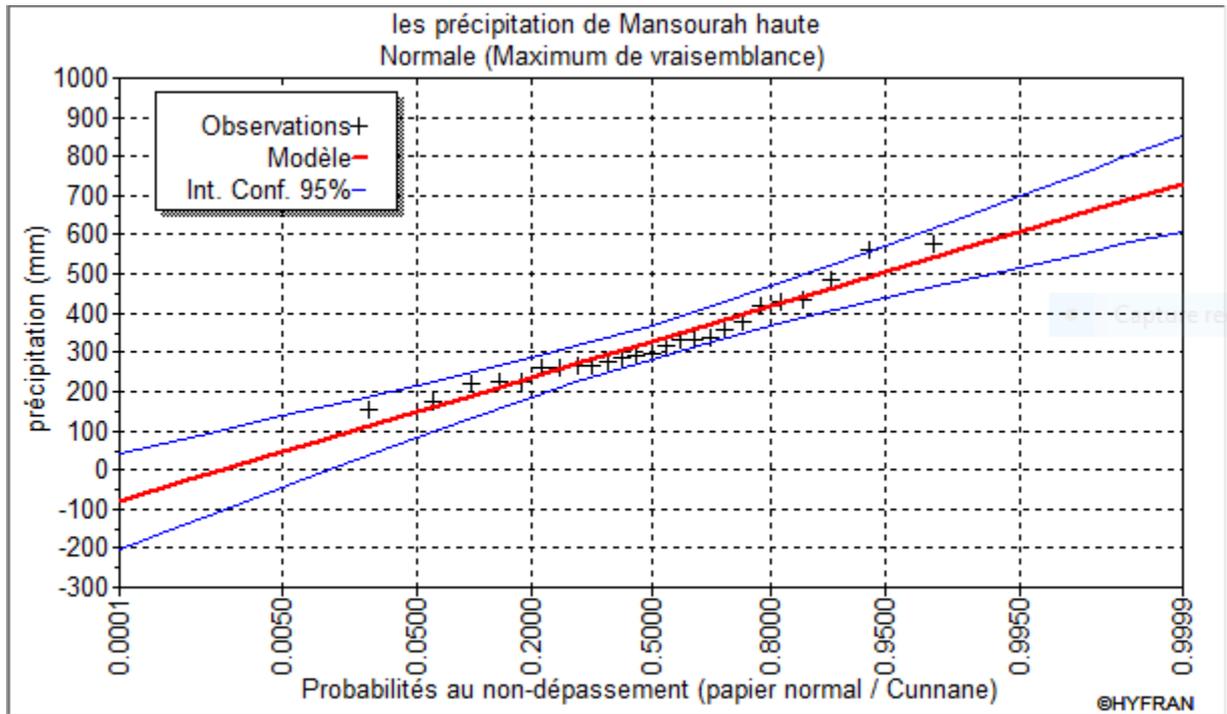


Figure III.5 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.5.3 Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

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

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

Avec la valeur réduite u est donnée par : $u = \frac{\ln x - \bar{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$.

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

Procédé de l'ajustement :

- Classement des valeurs par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale : \bar{x} et σ ;

- Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique

$$\bar{\ln x} \text{ et } \sigma_{\ln x} ;$$

- Report des valeurs sur papier Gausso-logarithmique ;

- Détermination de la droite de Galton $\ln xp\% = \bar{\ln x} + u \sigma_{\ln x}$.

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

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

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

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

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

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III-8 Et au Figure III-6

Tableau III.8 : Ajustement à la loi log normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100,0	0,9900	668	84,8	495-828
50,0	0,9800	610	71,0	466-744
20,0	0,9500	533	53,9	423-635
10,0	0,9000	473	42,0	387-552
5,0	0,8000	409	31,2	345-468
3,0	0,6700	357	24,4	307-403
2,0	0,500	310	20,2	269-348
1.42	0.200	261	18.2	224-295

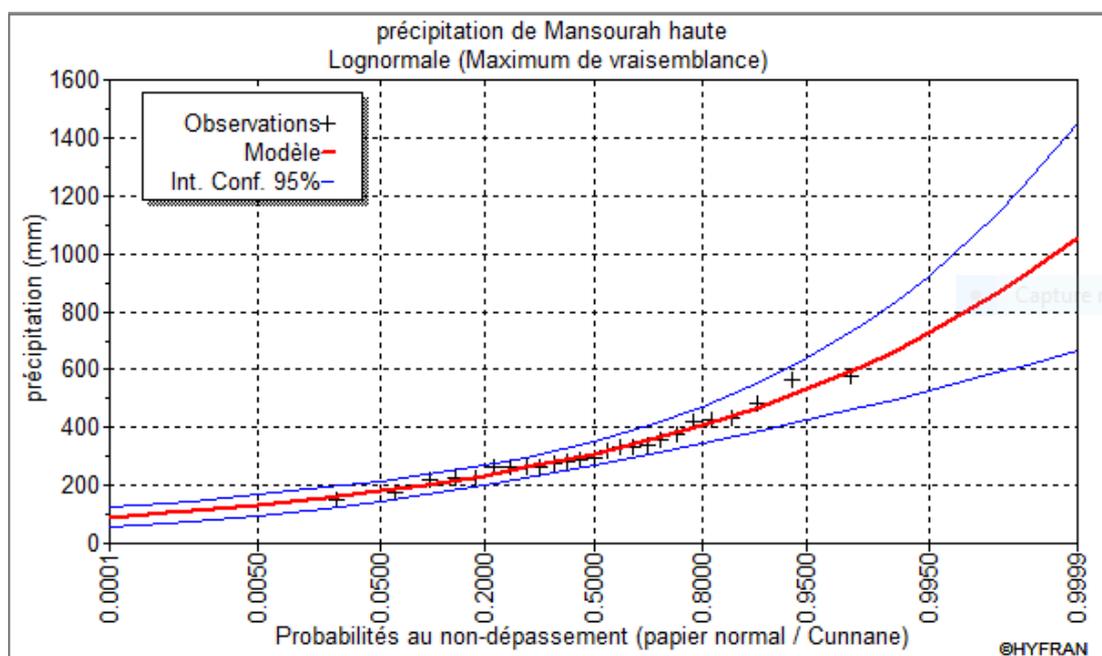


Figure III-6. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normal

III.5.3. Test de validité d'un ajustement :

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

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune N_i valeurs expérimentales. Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N [F(X_i) - F(X_{i+1})]$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'}$$

$$\gamma : \gamma = k - 1 - m$$

Avec :

m : Nombre de paramètres de la loi, dont dépend la loi de répartition (m=2).

On calcule χ^2 , on calcule le nombre de degré de liberté $\gamma : \gamma = k - 1 - m$.

On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson, Avec : χ^2 théorique = g(γ, α)

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

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau III.9 : Test de validité des deux ajustements

Loi normale	Loi log normale
$\chi^2_{\text{calculé}} = 3.84$	$\chi^2_{\text{calculé}} = 4.96$
$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.48$	$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.48$
Degré de liberté $\gamma=4$.	Degré de liberté $\gamma=4$.

D'après le test de Khi carré, la loi Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi log normale

III.6. 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. On déduit les résultats suivants :

Avec : i : mois

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

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 326 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 260 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = 0.797 \times P_{\text{moy-mensuelle}}.$$

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

Tableau III.10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P_{moy} (mm)	15.95	27.59	61.07	46.88	44.06	38.17	29.69	35.61	21.04	2.57	0.84	2.19
$P_{80\%}$ (mm)	12.71	21.98	48.67	37.36	35.11	30.42	23.66	28.38	16.76	2.04	0.66	1.74

III.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons reconstitué les années de précipitations mensuelles avec une probabilité de près de 80% et une période de retour de 5 ans. A partir de l'ajustement de la séquence maximale journalière des précipitations, la loi log-normale adoptée par notre projet à une bonne suffisance.

CHAPITRE 4

CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Chapitre IV. Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous essayons de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations précédemment définies, et de définir les éléments de conception de notre projet, telles que : les conditions climatiques, les cultures possibles, le potentiel du sol, l'eau disponible, la fertilité du sol, les pratiques culturales et les méthodes d'irrigation.

IV.2. Besoins en eau des cultures :

Le besoin en eau d'irrigation B est la quantité d'eau qui doit être fournie à la culture pour assurer que la culture obtienne tout ou une partie spécifique des besoins en eau. Si la culture irriguée est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation est au moins égal aux besoins en eau de la culture, et est généralement plus important car la perte de la parcelle (nécessite un lessivage) pénétration profonde, répartition inégale... etc.

IV.2.1. Evaluation des besoins en eau des plantes cultivées :

Dans un premier temps, la détermination des besoins en eau d'une culture nécessite :

- La connaissance de divers paramètres concernant aussi bien la plante elle-même que les données climatiques et pédologiques de la région.
- Les données climatiques donneront les indications concernant les besoins en eau des cultures.
- Les paramètres pédologiques permettront d'estimer la réserve en eau utile du sol ; et les données culturales préciseront la réserve facilement utilisable par la plante.

IV.2.2. Calcul de l'évapotranspiration:

En condition de stress hydrique, les stomates se ferment. Il y a alors arrêt de l'absorption de gaz carbonique et donc de la photosynthèse. Pour que la plante continue à fonctionner normalement durant la journée, elle doit prélever de l'eau dans le sol. Il existe donc pour les plantes une demande en eau qui ne pourra être satisfaite que si l'offre du sol le permet. La demande est fonction des conditions climatiques ; elle est caractérisée par une évapotranspiration de référence ET_0 exprimé en mm/j. Pour une culture donnée, il existe une évapotranspiration maximale ET_M différente d' ET_0 car elle dépend du stade phonologique de

la culture (une culture peu couvrante évapore moins qu'une culture pleinement développée). La quantité d'eau perdue par une culture constitue l'évapotranspiration réelle ET_R . Elle varie à la fois avec les conditions météorologiques, le type de culture, les stades phonologiques et les conditions d'humidité du sol. Selon que l'offre sera plus ou moins limitant, ET_R sera inférieure ou égale à ET_M .

▪ **Comment obtenir l' ET_0 ?**

L'évapotranspiration de référence (ET_0) était estimée à partir d'un gazon tondu fréquemment à 10 cm et bien alimenté en eau.

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 est toujours préférable d'utiliser des formules empiriques suffisamment variées, et adaptées à différents climats.

Formule Modifiée de Penman Monteith :

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de Penman_Monteith modifiée :

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

Avec:

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

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

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

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

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

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

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

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

γ : constante en [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 Mansourah :

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

Les résultats de calcul de l'évapotranspiration de référence ET_0 à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Evapotranspiration de référence (ET_0) de la zone d'étude

Pays : Algérie		Station : DUNE CULTIVEES					
	Altitude : 192m.		latitude : 35.00°N		Longitude : 0.00 °E		
Mois	Temps min °C	Temps max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation Heures	Radiation MJ/m ² .jour	ET ₀ -penman mm/jours
Janvier	5.7	15.5	74	1.89	5.6	9.6	1.48
Février	6.0	16.2	72	2.06	6.4	12.6	2.02
Mars	7.8	18.3	71	2.01	7.4	16.7	2.77
Avril	9.1	20.2	67	2.39	8.3	20.5	3.72
Mai	12.6	23.1	66	2.24	8.7	22.6	4.43
Juin	16.0	27.0	63	2.09	9.8	24.6	5.25
Juillet	18.6	30.0	62	1.77	9.4	23.8	5.39
Août	19.4	30.8	63	1.67	9.8	23.2	5.18
Septembre	17.0	27.5	67	1.68	8.3	18.7	3.87
Octobre	13.7	24.0	70	1.62	6.9	14.1	2.78
Novembre	9.5	19.1	73	1.75	5.6	10.1	1.82
Décembre	6.9	16.3	74	1.88	5.3	8.7	1.43
Moy	11.85	22.33	68.5	1.92	7.62	17.1	3.34

Commentaire du tableau

D'après les données du tableau ci-dessus, on remarque que l'évapotranspiration de référence ET_0 est élevée dans la période d'été et atteint 5.39 mm/jours (161.7 mm/mois) pour le mois de juillet, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

Comment obtenir l'ETM ?

Pour estimer l'évapotranspiration maximale (ET_M) à partir de l'évapotranspiration de référence (ET_0), souvent appelée ETP, on utilise les coefficients culturaux (K_c), dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent. L'évapotranspiration maximale (ET_M) est mesurée expérimentalement et comparée à une évapotranspiration de référence (ET_0) d'où l'on tire :

$$K_c = ET_M / ET_0$$

IV.3. Calcul des pluies efficaces :

Cela fait partie des précipitations totales réellement utilisées par la culture, et cela dépend des caractéristiques du sol et de l'intensité des pluies. Il existe plusieurs méthodes qui peuvent être utilisées pour calculer les pluies efficaces. Dans notre exemple, nous avons évoqué la méthode du pourcentage, les détails sont les suivants :

Pluies efficaces (mm/mois) = A × pluies totales (mm/mois)

A : Le coefficient estimé à 0,8. Le tableau suivant montre les précipitations **efficaces**:

Il est à noter que lorsque la pluie **efficace** est inférieure à 5 mm, elle revient automatiquement à zéro ($P_{eff}=0$).

Tableau IV.2 : Pluies efficaces calculées

Moi	Sep	oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
P (mm)	12.71	21.98	48.67	37.36	35.11	30.42	23.66	28.38	16.76	2.04	0.66	1.74	259.49
Peff(mm)	10.16	17.58	38.93	29.88	28.08	24.33	18.92	22.70	13.41	1.63	0.53	1.39	207.54

IV.4. 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.

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses conditions du périmètre d'étude périmètre Mansourah haute, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.

- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

IV.4.1. Occupation des sols :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes d'ordre climatique, social et agropédologique.

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraichage %	Arboriculture %	Total %
1	70	15	10	5	100
2	40	15	35	10	100
3	35	15	40	10	100

Tableau IV.4 : choix des cultures

CULTURES	
Cultures céréales	Blé tendre
	Orge grain
Cultures fourragères	Orge en vert
	Maïs fourrager
Maraîchage	Pomme de terre saison
	Carotte
	Tomate
	Courgette
	Choux
	Betterave
	Haricot
	Petits pois
	Oignon vert
	Concombre
Cultures arboricoles à noyaux	Olivier
Cultures arboricoles à pépins	Pommier (pleine production)

IV.4.2. Assolements des cultures

La rotation des cultures divise les terres de la ferme en différentes parties, appelées soles, dont chacune est utilisée pour des cultures spécifiques pendant la saison de croissance. Dans chaque sole, la récolte varie d'année en année.

La rotation est la succession des cultures sur une même parcelle, ce qui est un concept différent. La rotation est donc la diversité géographique de la culture à un moment donné.

La rotation des cultures est un facteur important pour maintenir ou améliorer la fertilité des sols et donc un atout pour augmenter le rendement. Par conséquent, nous pouvons effectuer une rotation tous les deux ans, tous les trois ans, et une fois tous les quatre ans...

IV.4.3. Avantages de la rotation des cultures

- ✚ Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, en particulier la succession de plantes de familles différentes (par exemple alternance de graminées et de plantes oléifères, type blé et colza) permet de rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- ✚ Grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol et notamment de sa structure, et donc de la nutrition des plantes ;
- ✚ L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol. La rotation culturale a donc un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes. Pour notre part, nous avons choisi un assolement biennal, qui vise l'intensification des céréales, étant donné que le périmètre Mansourah haute est une entité agricole qui a pour objectifs l'intensification et la diversification des cultures céréalières et fourragères. Dans notre cas, nous avons retenu le scénario, qui permet de mieux diversifier les cultures et leur rotation

L'assolement proposé est détaillé comme suit :

Tableau IV.5 : Assolement proposé pour le périmètre Mansourah haute.

Assolement 1	Assolement 2
Blé tendre	Orge en vert
Maïs fourrager	Orge grain
Pomme de terre	Haricot
Choux	Petits pois
Carotte	Tomate
Courgette	Oignon vert
Tomate	Pomme de terre
Betterave	Concombre
Hors assolement : arboriculture olivier et Pommier	Hors assolement : arboriculture olivier et Pommier

Le cycle végétatif des cultures envisagées est détaillé dans le tableau IV-6 :

Tableau IV-3 : le cycle végétatif des cultures envisagées

Cultures	Sep	oct	Nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juill	Aout
Blé tendre			←									→
Orge grain			←									→
Orge en vert			←									→
Maïs									←			→
Pomme de terre sais		←				→						
Carotte	←					→						
Tomate							←					→
choux	←					→						→
concombre												
courgette	→										←	
Betterave			←									→
haricot	→										←	
Oignon vert		←										→
Petit pois	←											→
Oliviers	←											→
pommiers												

IV.5. Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture

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

IV.5.1. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + K \cdot RFU_{i-1}) \dots \dots \dots (IV-2)$$

Dont :

K : Coefficient qui dépend des conditions climatologiques

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

ETM : Evapotranspiration (mm/mois).

Peff : Pluie efficace

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

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots \dots \dots (IV-3)$$

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente (1.35).

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (16%)

Peff : pluie efficace.

□ L'irrigation est faite lorsque **B5** (bilan hydrique) > 0

Tableau IV-7: Humidité à la capacité au champ et de flétrissement

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

(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)

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

IV.5.1.1. Estimation des besoins en eau des céréales

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif.

Tableau IV-8 : Calcul des besoins en eau du blé tendre.

Blé tendre									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6	0.3	33.6	0	0.4	21.84	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0.5	56	56	0.65	28.8145	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0.5	56	28	0.9	41.292	0
Février	30.42	24.33	56.56	0.6	67.2	33.6	1	56.56	4.23
Mars	23.66	18.92	85.87	0.6	67.2	33.6	1.05	90.1635	37.64
Avril	28.38	22.7	111.6	0.6	67.2	0	0.85	94.86	38.56
Mai	16.76	13.41	137.33	0.6	67.2	0	0.6	82.398	68.98
Juin	2.04	1.63	157.5	0.6	67.2	0	0.35	55.125	31.09
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-9 : Calcul des besoins en eau du Orge grain.

Orge grain									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6	0,30	33.6	0	0,50	27,3	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0,50	56	56	0,70	31,03	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0,50	56	18.66	0,85	38,99	0
Février	30.42	24.33	56.56	0,60	67.2	22.4	0,95	53,73	10.74
Mars	23.66	18.92	85.87	0,60	67.2	0	0,85	72,98	31.66
Avril	28.38	22.7	111.6	0,60	67.2	0	0,75	83,7	61
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

IV.5.1.2. Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif.

Tableau IV-10 : Calcul des besoins en eau du Maïs fourrager.

Maïs									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33						
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6	0,60	67.2	0	0,45	50,22	27.52
Mai	16.76	13.41	137.33	0,80	89.6	0	0,55	75,53	39.72
Juin	2.04	1.63	157.5	1,00	112	0	1,15	181,12	179.49
Juillet	0.66	0.53	167.09	1,00	112	0	0,90	150,38	149.85
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-11: Calcul des besoins en eau de l'Orge en vert.

Orge en vert									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6	0,30	33.6	0	0,30	16,38	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0,50	56	56	0,30	13,29	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0,50	56	56	0,50	22,94	0
Février	30.42	24.33	56.56	0,60	67.2	67.2	0,50	28,28	0
Mars	23.66	18.92	85.87	0,60	67.2	0	1,00	85,87	0
Avril	28.38	22.7	111.6	0,60	67.2	0	1,15	128,34	105.64
Mai	16.76	13.41	137.33	0,70	78.4	0	1,00	137,33	123.92
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

IV.5.1.3. Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif.

Tableau IV-12 : Calcul des besoins en eau de la pomme de terre saison.

Pomme de terre S									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18	0.4	44.8	22.4	0.5	43.09	25.51
Novembre	48.67	38.93	54.6	0.6	67.2	67.2	0.7	38.22	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0.6	67.2	33.6	1	44.33	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0.6	67.2	67.2	0.75	34.41	0
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-13 : Calcul des besoins en eau de la Tomate.

Tomate									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33						
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87	0.7	78.4	39.2	0.5	42.93	24.01
Avril	28.38	22.7	111.6	0.9	100.8	0	0.85	94.86	32.96
Mai	16.76	13.41	137.33	1.2	134.4	0	1.15	157.93	144.52
Juin	2.04	1.63	157.5	1.2	134.4	0	0.9	141.75	140.12
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-14: Calcul des besoins en eau du Betterave.

Betterave									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6	0.5	56	28	0.4	21.84	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0.9	100.8	50.4	0.5	22.165	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0.9	100.8	100.8	0.7	32.116	0
Février	30.42	24.33	56.56	0.95	106.4	35.46	0.8	45.248	0
Mars	23.66	18.92	85.87	0.9	100.8	0	0.95	81.5765	27.19
Avril	28.38	22.7	111.6	0.7	78.4	0	0.6	66.96	44.26
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

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

Carotte									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1	0,3	33.6	0	0,42	48,76	38.6
Octobre	21.98	17.58	86.18	0,4	44.8	0	0,7	60,32	42.74
Novembre	48.67	38.93	54.6	0,5	56	28	0,81	44,22	5.29
Décembre	37.36	29.88	44.33	0,6	67.2	67.2	0,77	34,13	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0,7	78.4	78.4	0,57	26,15	0
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-16 : Calcul des besoins en eau du Choux.

Choux									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1	0,3	33.6	0	0,5	58.05	47.89
Octobre	21.98	17.58	86.18	0,4	44.8	22.4	0,7	36.18	18.6
Novembre	48.67	38.93	54.6	0,5	56	28	0,95	51.87	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	0,6	67.2	67.2	0,80	35.46	0
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-17: Calcul des besoins en eau des petits pois.

Petit pois									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33	0,4	44.8	44.8	0,50	22,16	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0,7	78.4	78.4	0,80	36,70	0
Février	30.42	24.33	56.56	0,7	78.4	39.2	1,00	56,56	0
Mars	23.66	18.92	85.87	0,7	78.4	26.13	0,95	81,57	23.45
Avril	28.38	22.7	111.6	0,7	78.4	0	0,5	55,8	6.97
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

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

Haricot									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1	0,7	78.4	0	0,9	104,49	94.33
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33						
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33	0,4	44.8	0	0,4	54,93	41.52
Juin	2.04	1.63	157.5	0,5	56	0	0,5	78,75	77.12
Juillet	0.66	0.53	167.09	0,5	56	0	0,65	108,61	108.08
Août	1.74	1.39	160.48	0,7	78.4	0	0,95	152,45	151.06

Tableau IV-19 : Calcul des besoins en eau de la courgette.

Courgett e									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1	0.6	67.2	0	0.85	98.685	88.52
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33						
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5	0.4	44.8	0	0.5	78.75	77.12
Juillet	0.66	0.53	167.09	0.45	50.4	0	0.75	125.3175	124.78
Août	1.74	1.39	160.48	0.5	56	0	0.85	136.408	135.02

Tableau IV-20 : Calcul des besoins en eau de l'Oignon vert.

Oignon vert									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18	0.4	44.8	0	0.5	43.09	25.51
Novembre	48.67	38.93	54.6	0.4	44.8	0	0.75	40.95	2.02
Décembre	37.36	29.88	44.33	0.4	44.8	14.93	0.95	42.11	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	0.4	44.8	14.93	0.95	43.58	0
Février	30.42	24.33	56.56	0.4	44.8	14.93	0.75	42.42	3.15
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33						
Juin	2.04	1.63	157.5						
Juillet	0.66	0.53	167.09						
Août	1.74	1.39	160.48						

Tableau IV-21 : Calcul des besoins en eau du concombre.

Concombre									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1						
Octobre	21.98	17.58	86.18						
Novembre	48.67	38.93	54.6						
Décembre	37.36	29.88	44.33						
Janvier	35.11	28.08	45.88						
Février	30.42	24.33	56.56						
Mars	23.66	18.92	85.87						
Avril	28.38	22.7	111.6						
Mai	16.76	13.41	137.33	0,40	44.8	14.93	0,38	52.18	38.77
Juin	2.04	1.63	157.5	0,45	50.4	0	0,57	89.77	73.21
Juillet	0.66	0.53	167.09	0,50	56	0	0,85	142.02	141.49
Août	1.74	1.39	160.48	0,60	67.2	0	0,85	136.41	135.02

IV.5.1.4. Estimation des besoins en eau des arboricultures.

Tableau IV-22 : Calcul des besoins en eau de l'Olivier.

Olivier									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10.16	116.1	1.2	134.4	0	0.9	104.5	94.34
Octobre	21.98	17.58	86.18	1.2	134.4	0	0.9	77.6	60.02
Novembre	48.67	38.93	54.6	1.2	134.4	0	0.9	49.1	0
Décembre	37.36	29.88	44.33	1.2	134.4	134.4	0.7	31	0
Janvier	35.11	28.08	45.88	1.2	134.4	134.4	0.65	29.8	0
Février	30.42	24.33	56.56	1.2	134.4	134.4	0.65	36.8	0
Mars	23.66	18.92	85.87	1.2	134.4	44.8	0.65	55.8	0
Avril	28.38	22.7	111.6	1.2	134.4	0	0.65	72.5	5
Mai	16.76	13.41	137.33	1.2	134.4	0	0.65	89.3	75.89
Juin	2.04	1.63	157.5	1.2	134.4	0	0.75	118.1	116.47
Juillet	0.66	0.53	167.09	1.2	134.4	0	0.75	125.3	124.77
Août	1.74	1.39	160.48	1.2	134.4	0	0.9	144.4	143.01

Tableau IV-23 : Calcul des besoins en eau du pommier.

Pommier									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	12.71	10,16	116.1	1,50	168	0	0,70	81,27	72.04
Octobre	21.98	17,58	86.18	1,50	168	0	0,70	60,32	42.74
Novembre	48.67	38,93	54.6	1,50	168	0	0,70	38,22	0
Décembre	37.36	29,88	44.33	1,50	168	168	0,70	31,03	0
Janvier	35.11	28,08	45.88	1,50	168	168	0,70	32,11	0
Février	30.42	24,33	56.56	1,50	168	56	0,70	39.59	0
Mars	23.66	18,92	85.87	1,50	168	56	0,80	68.69	0
Avril	28.38	22,7	111.6	1,50	168	0	0,85	94,86	16.16
Mai	16.76	13,41	137.33	1,50	168	0	0,85	116,73	103.32
Juin	2.04	1,63	157.5	1,50	168	0	0,70	110,25	108.62
Juillet	0.66	0,53	167.09	1,50	168	0	0,70	116,96	116.43
Août	1.74	1,39	160.48	1,50	168	0	0,70	112,33	110.94

IV.5.1.6 Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :

Tableau IV-24 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

assolement 1											
Mois	Blé tendre	Maïs	p.terre	choux	carotte	courgette	tomate	betterave	Arboriculture	Bes/max	total
Septembre	0	0	0	47.89	38.6	88.525	0	0	166.38	166.38	507.775
Octobre	0	0	25.51	18.6	42.74	0	0	0	102.76	102.76	292.37
Novembre	0	0	0	0	5.29	0	0	0	0	5.29	10.58
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	4.23	0	0	0	0	0	0	0	0	4.23	8.46
Mars	37.6435	0	0	0	0	0	24.01	27.1965	0	37.64	126.49
Avril	38.56	27.52	0	0	0	0	32.96	44.26	21.16	44.24	208.7
Mai	46.588	39.72	0	0	0	0	144.52	0	78.41	144.52	453.758
Jun	31.095	179.49	0	0	0	77.12	140.12	0	225.09	225.09	848.145
Juillet	0	149.85	0	0	0	124.7875	0	0	241.2	241.2	757.0375
Août	0	0	0	0	0	135.018	0	0	253.95	253.95	642.918

Tableau IV-25 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.

assolement 2											
Mois	orge en vert	orge grain	haricot	petits pois	tomate	oignon vert	p.de terre	concombre	Arboriculture	Bes/max	total
Septembre	0	0	94.33	0	0	0	0	0	166.38	166.38	427.09
Octobre	0	0	0	0	0	25.51	25.51	0	102.76	102.76	256.54
Novembre	0	0	0	0	0	2.02	0	0	0	2.02	4.04
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	10.74	0	0	0	3.15	0	0	0	10.74	24.63
Mars	0	31.66	0	23.45	24.01	0	0	0	0	31.66	110.78
Avril	105.64	61	0	6.97	32.96	0	0	0	21.16	105.64	333.37
Mai	123.92	0	41.52	0	144.52	0	0	38.77	78.41	144.52	571.66
Jun	0	0	54.72	0	140.12	0	0	73.21	225.09	225.09	718.23
Juillet	0	0	108.08	0	0	0	0	141.49	241.2	241.2	731.97
Août	0	0	151.06	0	0	0	0	135.02	253.95	253.95	793.98

IV.5.2. Calcul du débit spécifique

Le débit spécifique est défini en fonction de la demande en eau de chaque culture préalablement évaluée à partir de la répartition des cultures. La pointe de consommation d'eau est donnée sous forme de livraison continue 24h/24 pour répondre aux besoins de consommation mensuelle.

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

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \dots\dots\dots (IV-4)$$

Dont

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

N_i : nombre des heures d'irrigation=24h

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

E_i : Efficience d'irrigation

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juin (Assolement 1), soient donc 848.145mm/mois.

$$Q_s = 4.36 \text{ l/s/ha}$$

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 (Maïs 179.4 mm).

□ Donc

Le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$q_s = 0.7697 \text{ l/s/ha} ; \text{ ce débit est largement inférieur à } 1.5 \text{ l/s/ha.}$$

Donc le choix de ce débit reste valable.

IV.5.3 Evaluation du débit caractéristique

Le calcul des débits caractéristiques 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 :

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

Dont

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

S : la superficie nette à irriguer = 345 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 0.7697 \cdot 345 = 265.54 \text{ l/s.}$$

IV.6. Estimation des besoins en eau totaux du secteur :

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

Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement biennal, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture (hors assolement).

Tableau IV-26 : Besoin en eau d'irrigation des cultures.

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	138Ha				
Blé tendre	138 ha	158.1	1581	2108	290904
Les fourragères	51.75ha				
Maïs fourrager	51.75 ha	366.72	3667.2	4889.6	253036.8
Le maraichage	120.75Ha				
Pomme de terre(s)	24.15 ha	25.51	255.1	340.13	8214.14
Choux	12.075 ha	66.49	664.9	886.53	10704.85
Carotte	18.11 ha	86.63	866.3	1155.06	20918.13
Courgette	18.11 ha	425.44	4254.4	5672.53	102729.52
Tomate	30.18 ha	341.61	3416.1	4554.8	137463.86
Betterave	18.11 ha	71.45	714.5	952.67	17252.85
Les arboricultures	34.5ha				
Oliviers	20.7 ha	574.7	5747	7662.67	158617.27
Pommiers	13.8 ha	514.25	5142.5	6856.67	94622.04
				Besoins total	290904 m³

IV.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons discuté de l'étape la plus importante d'un projet d'irrigation, qui est de déterminer les besoins en eau des cultures. Après des calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture et déduit le débit spécifique nécessaire au dimensionnement du réseau de notre périmètre. Nous avons remarqué que le mois de pointe est juin qui correspond à la plantation de Maïs.

CHAPITRE 5

Etude du système d'adduction

Chapitre V:Etude du système d'adduction

V.1. Introduction :

Le système d'adduction est destiné à transporter l'eau depuis sa source vers une station de pompage après un réservoir de stockage, puis la distribuer gravitairement vers le réseau d'irrigation. Ainsi, pour élaborer de tel système, il est nécessaire d'opter pour un schéma adéquat et de détailler les ouvrages de la variante choisie. Ceci en fonction de la disponibilité de la ressource d'eau.

V.2. Alimentation en eau du périmètre:

Le périmètre Mansourah haute dont la superficie est de 345 Ha, sera irrigué à partir du barrage de Chéloff qui a une capacité initiale de 50Hm³.

V.3. Organisation et structure du périmètre:

Le secteur de Mansourah Nord est divisé en plusieurs îlots d'irrigation, il englobe 30 îlots avec des superficies qui varient de 5 ha à plus de 15 ha, la surface totale est de 345 ha.

V.3.1-Découpage des îlots d'irrigation :

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

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 module.
- ✓ Régler la pression.
- ✓ Assurer le comptage de l'eau livrée.
- ✓ Encaisser les suppressions accidentelles.

Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

Donc le découpage des îlots sera basé sur le parcellaire existant, tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- La délimitation du périmètre de 345 ha a se trouve sur le territoire de la commune de Mansourah.
- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs Propriétaires identifiés.

V.3.2. Taille des îlots d'irrigation :

La taille de l'îlot est déterminée en fonction du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

La taille de l'îlot doit être déterminée en fonction des facteurs suivants :

- ✓ Le débit fictif continu en relation avec le débit d'équipement de la prise ;
- ✓ Le nombre d'exploitations qui partagent une seule prise

V.3.3. Débit fictif continu :

Le débit fictif continu à la parcelle, est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante.

Le débit fourni par la sortie doit correspondre à un débit compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de la ferme. Beaucoup de facteurs peuvent changer à la valeur sélectionnée par le module;

Le facteur est la méthode d'arrosage, plus elle est parfaite, plus il est possible de réduire les modules, si la surface à remplir d'eau est petite, il est recommandé de prévoir une petite quantité d'eau.

Le module doit également être déterminé en fonction de l'état général du sol et de sa pente.

Lorsque le sol est plat et que la pente est adaptée, de petits modules peuvent être sélectionnés.

La perméabilité du sol est le facteur principal, et les grands modules ne sont généralement nécessaires que dans les grands étangs avec un sol relativement perméable.

En résumé, le problème est de choisir une valeur pour le module qui satisfasse aux conditions ci-dessus.

On note que ces conditions, ont été déjà définies dans les paragraphes précédents. Le module, pour rester commode, pratique et économique on adopte pour une main d'eau qui doit se situer entre 10 et 20 l/s.

Les classes de taille de l'îlot ainsi que les débits d'équipements sont indiqués au tableau suivant :

Tableau V.1: la taille des îlots

Taille de l'îlot S(ha)	Débit d'équipement de la prise l/s
S<15	15
15<S<20	20
20<S<25	25
25<S<30	30

V.3.4-L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots :

Chaque îlot sera desservi par une prise d'irrigation sur le réseau de distribution par conduites qui suivent les limites de ces îlots. Par conséquent la prise serait toujours située sur la limite de l'îlot sur le coté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

V.3.5. Calcul des débits des îlots :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit a été évalué à :

$$q_s = 0,7697 \text{ l/s/ha}$$

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

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

Q_b = Débit caractéristique de chaque îlot (l/s)

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le (Tableau V-3)

V.3.6. Données de base du dimensionnement :

Le débit spécifique est évalué **0.7697 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **345 ha**.

V.3 .6.1.Choix du type de borne

Le choix de la borne dépend de la surface :

Pour $S < 10$ ha on prend la borne à deux prise.

Pour $S < 15$ ha On prend la borne à quatre prises

V.3.6.2.Choix de diamètre de la borne :

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

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

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

Tableau V.3 : Caractéristiques des ilots avec les débits de chaque borne

N° de la borne	N° des ilots	Superficie (ha)	Débit brut de la borne l/s	Diamètre De la borne (mm)
BR1	1	11.94	9.19	100
BR2	2	13.94	10.72	100
BR3	3	10.55	8.12	100
BR4	4	18.6	14.31	100
BR5	5	13.83	10.64	100
BR6	6	6.49	4.99	65
BR7	7	8.53	6.56	65
BR8	8	5.23	4.02	65
BR9	9	4.63	3.56	65
BR10	10	7.84	6.03	65
BR11	11	3.6	2.77	65
BR12	12	27.5	21.16	150
BR13	13	30.87	23.76	150
BR14	14	5.72	4.40	65
BR15	15	19.5	15.01	100
BR16	16	18.19	14.00	100
BR17	17	8.46	6.51	65
BR18	18	3.84	2.95	65
BR19	19	5.14	3.95	65
BR20	20	6.26	4.81	65
BR21	21	12.93	9.95	100
BR22	22	14.63	11.26	100
BR23	23	5.5	4.23	65
BR24	24	1.14	0.87	65
BR25	25	2.63	2.024	65
BR26	26	13.65	10.50	100
BR27	27	13.32	10.25	100
BR28	28	12.39	9.53	100
BR29	29	18.98	14.60	100
BR30	30	19.84	15.27	100

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

L'aménagement hydro-agricole est composé de :

- ✓ La source d'eau qui est la retenue du barrage de Chélif.
- ✓ La station de pompage permettant le refoulement des eaux du barrage est située une cote d'altitude de 254.13 m NGA
- ✓ Une conduite de refoulement transportant les eaux d'irrigation au point d'accumulation.

- ✓ Un bassin de régulation situé à une cote d'altitude de 330 m NGA
- ✓ Une conduite gravitaire principale acheminant l'eau vers le réseau d'irrigation.

V.4.1. Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res-N0), certaines exigences ont été prises en considération :

-Il est important de retrouver la coupe longitudinale la plus régulière possible pour éliminer la contre-pente ;

-Pour sauvegarder le projet, le parcours doit être le plus court possible.

-Éviter la cavitation qui peut provoquer des éclatements de conduites et des vibrations pendant la phase de surpression.

-Éviter les forêts, les propriétés privées et les marécages.

-Éviter autant que possible de traverser des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, vallées fluviales, etc.).

-Prévoir des réseaux d'alimentation électrique.

V.4.2. Description de la variante du tracé:

Dans le schéma directeur de l'aménagement hydro agricole, la station de pompage est directement raccordée à la conduite de vidange de fond de la retenue, alors que la conduite de refoulement s'étend sur une longueur de 787.87 m. Cette dernière refoule vers un bassin de régulation. L'alimentation du périmètre d'irrigation sera assurée grâce à une conduite gravitaire.

V.4.3. Matériaux de construction des canalisations :

V.4.3.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix des matériaux utilisés dépend de la pression supportée, de l'érosion des sols et de l'ordre économique (coût et disponibilité du marché local et de sa production en Algérie) et des bonnes liaisons entre canalisations et équipements. , coudes, vannes, etc.).

V.4.3.2 Les matériaux :

Les matériaux utilisés sont : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et le béton précontraint. Pour les conduites de diamètre inférieur ou égal à 500 mm et une pression inférieure à 10 bars, nous utiliserons des conduites en PEHD (polychlorure de vinyle non plastifié).

V.4.3.2.1. 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.

V.4.3.2.2 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.

V.4.3.2.3 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.

V.4.3.2.4 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.

V.5. Etude de système de pompage:

V.5.1. Les pompes:

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide, Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques et les turbopompes.

- Les turbopompes.
- Les pompes volumétriques.

V.5.1.1. Les turbopompes (pompes centrifuge):

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial, les pompes axiales, à écoulement axial, les pompes semi axiales.

V.5.1.1.a. Les pompes centrifuges radiales :

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croit avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

V.5.1.1.b Les pompes hélico- centrifuges :

Dans ce cas, l'écoulement est semi axial et les aubages sont inclinés sur les flasques.

V.5.1.1.c Les pompes axiales :

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches.

Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

V.5.2. Calculs hydrauliques du système d'adduction:

La station de pompage étant le point de départ de notre aménagement, nous commençons par le choix de ses équipements principaux.

V.5.2.1 Détermination de la hauteur d'élévation :

V.5.2.1.1. Hauteur manométrique totale:

Désignée par HMT d'une pompe, c'est la différence de pression en mètre colonne de liquide (mcl) entre les plans d'eau d'aspiration et de refoulement, (hauteur géométrique d'élévation totale 'H_g') y compris la pression nécessaire pour vaincre les pertes de charge dans les conduites d'aspiration et de refoulement.

La hauteur manométrique est donnée par la formule : $H_{MT}=H_g+\Delta h_t$;

Avec:

- ✓ H_{MT}: Hauteur Manométrique Totale en (m);
- ✓ H_g:Hauteur géométrique en(m).
- ✓ H_g=CR -CSP =330-254.13=**75.87m**
- ✓ ΔH_t: pertes de charge totales.

V.5.2.1.2 Calcul des pertes de charge totale:

- Calcul perte de charge linéaire:

Pour déterminer les pertes des charges linéaires on utilise la formule de Hazen-Williams

$$\Delta HL = \left(\frac{3,592}{C} \right)^{1,8522} \times L \times \frac{Q^{1,852}}{D^{4,87}}$$

- ΔHL: perte de charge linéaire.
- L:Longueur de conduite, en m
- Q:Débit, enm³/s
- D:Diamètre, en m
- C:CoefficientdeHazen-Williamsc=140 (type de matériau PEHD)
- pertes de charge totales : ΔH_t=1.1ΔHL

V.5.2.2. Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement:

Dans notre cas on utilise la formule de Bonin pour déterminer le diamètre approximatif. Sur la base d'un diamètre approximatif de 400mm, nous proposons une série de sept diamètres pour l'étude technico-économique.

Tableau V.4 : Calcul de la HMT pour divers diamètres de conduite

D (mm)	L (m)	Q m3/s	ΔHL	ΔH_s	ΔH_t (m)	Hg	HMT
200	787.87	0.265	186.56187	18.65619	205.21806	75.87	281.0881
315	787.87	0.265	25.89754	2.58975	28.48729	75.87	104.3573
400	787.87	0.265	6.37980	0.63798	7.01778	75.87	82.8878
500	787.87	0.265	2.15206	0.21521	2.36727	75.87	78.2373
600	787.87	0.265	0.88561	0.08856	0.97417	75.87	76.8442
710	787.87	0.265	0.39013	0.03901	0.42914	75.87	76.2991
800	787.87	0.265	0.21817	0.02182	0.23998	75.87	76.1100

Le choix du diamètre de la conduite de refoulement se fait sur la base d'une analyse technico-économique entre:

$S = \text{Coût d'investissement (Inv)} + \text{Coût de l'exploitation (Exp)}$

V.5.3. Calcul des frais d'investissement (Inv)➤ **Amortissement annuel :**

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il se calcul par la relation suivante:

$$F_{am} = Prc \times A$$

Avec:

P: Prix de la conduite en (DA);

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i$$

A : Frais d'amortissement (DA) ; i: Taux d'annuité;

i=8 %;

n: Durée de l'amortissement de la conduite, n=30ans.

$$A = \frac{0,08}{(1+0,08)^{30} - 0,08} + 0,08A = 0,088$$

Le cout total de l'investissement est présenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.5: Calcul des frais d'investissement

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire (DA)	Fam (DA)	Inv (DA)
200	787.87	9000	623993.04	7714823,04
315	787.87	9800	679459.088	8400585,09
400	787.87	10626	736727.783	9108634,4
500	787.87	17335.76	1201932.62	14860257,9
630	787.87	26341.1	1826295.9	22579658,4
710	787.87	37000	2565304.72	31716494,7
800	787.87	45000	3119965.2	38574115,2

V.5.4. Calcul des Frais d'exploitation(Exp):

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{exp} = E \times e$$

Avec:

Fe: Frais d'exploitation (DA);

E: Énergie totale dépensée par la pompe (Kwh);

e: Prix unitaire d'un **Kw** imposé par la Sonelgaz (e = 4,67 DA).

- **Puissance des pompes**

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante:

$$P = \frac{g \times Q \times H_{mt}}{n}$$

Avec:

P: Puissance absorbée par la pompe (kW).

g: Accélération de la pesanteur (9.81m/s²).

Q: Débit à refoulé (m³/s).

H_{mt}: Hauteur manométrique totale (m).

n: Rendement du pompage (83%).

- **Energie consommée par la pompe :**

L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule suivante:

$$E = P \times t \times 365$$

E: Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kWh).

P: Puissance absorbée (KW).

t: Temps de pompage en (heure), dans notre cas t=23h

Tableau IV.6 : Calcul des Frais d'exploitation

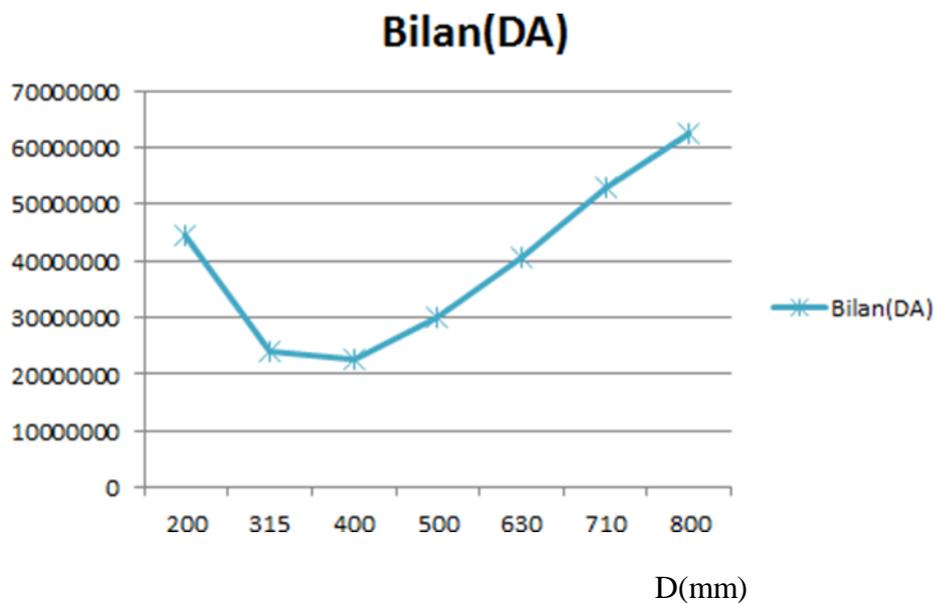
Diamètre (mm)	HMT(m)	Q (m ³ /s)	P (Watt)	E (KWH)	Frais d'exploitation
200	281.0881	0.26	863.7870	7251491.71	33864466.3
315	104.3573	0.26	320.6912	2692202.7	12572586.6
400	82.88778	0.26	254.7151	2138333.55	9986017.67
500	78.2373	0.26	240.4241	2018360.09	9425741.6
630	76.8442	0.26	236.1431	1982421.01	9257906.11
710	76.2991	0.26	234.4682	1968360.46	9192243.33
800	76.11000	0.26	233.8869	1963480.92	9169455.9

V.5.5. Bilan total des frais:

Le bilan des frais d'exploitation et d'amortissement permet de déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement.

Tableau V.7:Bilan technico-économique des diamètres choisis

D(mm)	Frais d'amortissement(DA)	Frais d'investissements(DA)	Frais d'exploitation(DA)	Bilan(DA)
200	2950200	7714823,04	33864466,3	44529489,3
315	3212440	8400585,09	12572586,6	24185611,7
400	3483202,8	9108634,4	9986017,67	22577854,9
500	5682662,13	14860257,9	9425741,6	29968661,6
630	8634612,58	22579658,4	9257906,11	40472177,1
710	12128600	31716494,7	9192243,33	53037338
800	14751000	38574115,2	9169455,9	62494571,1

**Figure V-1:**Courbe Bilan technico-économique

D'après le graphe précédent, on déduit que le diamètre économique est de 400 mm et qui correspond à une vitesse de 0.84 m/s en PEHD.

V.6. Choix des pompes et nombre des pompes :

Notre station de pompage est dimensionnée pour un débit maximal exigé, donc il faudra choisir le nombre de pompes qui assure ce débit maximum et selon les critères suivants :

- Nombre minimal de pompes.

- Rendement maximal.
- Puissance absorbée minimale.
- (NPSH)_r minimal et meilleur rendement.
- Vitesse de rotation élevée.

Les données de départ:

- HMT=78,23 m.
- Q=265 l/s.
- Hg=75.87 m

Nous avons utilisé le logiciel CAPRARI pour le choix du type et du nombre des pompes.

Le tableau IV.5, englobe le type, le nombre et les caractéristiques de chaque pompe choisie.

Tableau V.8: Variantes pour le choix du nombre de pompes.

Nombre de pompe	Q (l/s)	HMT (m)	Type de Pompe	η %	N (tr/m n)	P _{ab} (kW)	NPSH _r (m)	Ø mm
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	88,3	78,3	MEC-AZRBH 2/125B	79.3	2900	87,1-	4.13	240
4	71	78,7	MEC-AZ 3/100A -	80.8	2920	68,3	6,12	210
5	55,1	78,5	MEC-AZ3/100B	78.8	2920	54.9	4.91	210

Dans notre cas, on choisit trois (3) pompes avec une pompe de secours.

• **Courbes caractéristiques et encombrement**

Les courbes caractéristiques de la hauteur de refoulement, de la puissance absorbée et la hauteur nette requise à l'aspiration (NPSH)_r en fonction du débit refoulé par la pompe ainsi que les différentes caractéristiques géométriques sont représentées dans la figure ci-après.

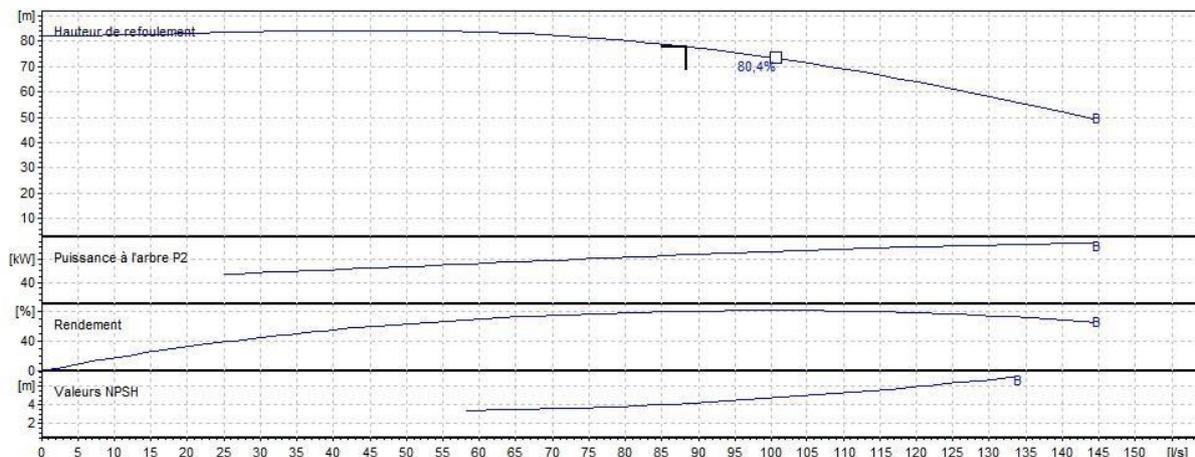


Figure V.2. Courbes caractéristiques de la pompe

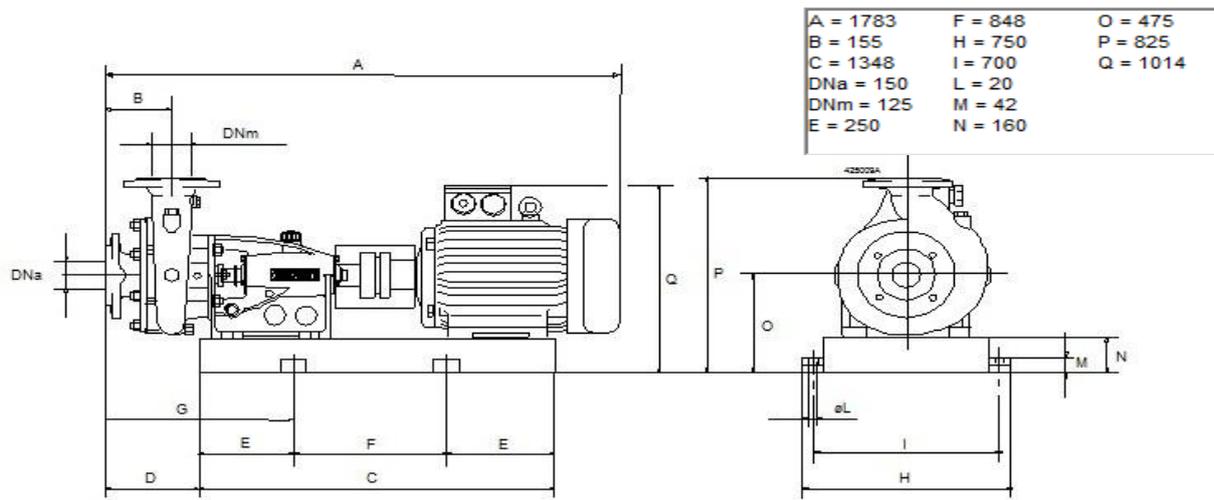


Figure V.3.Encombrement de la pompe



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

MEC-AZRBH 2/125B

Caractéristiques requises

Débit	88,3 l/s
Hauteur de refoulement	78,3 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	88,3 l/s
Hauteur de refoulement	78,3 m
Puissance absorbée	87,1 kW
Rendement	79,3%
Hauteur manométrique H(Q=0)	82 m
Orif. de refoulement	125 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	110 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

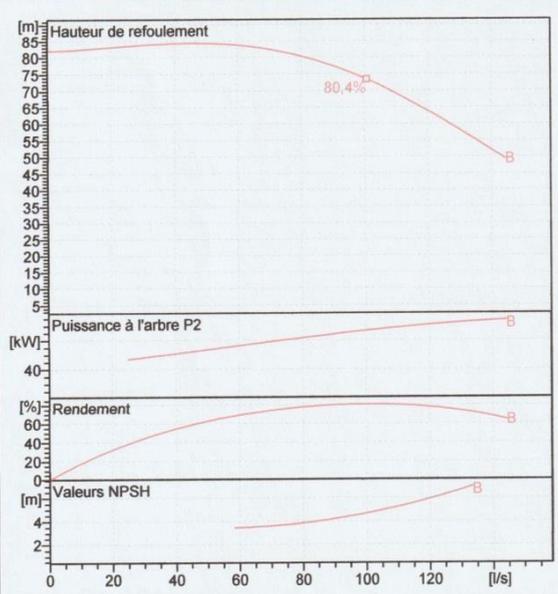
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s

Caractéristiques générales

Poids	1000 kg
-------	---------

Matériaux

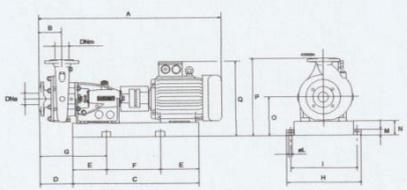
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Bronze
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier cromé
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement UNI/ISO 2548/C

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

- Dimensions mm**
- A = 1783
 - B = 155
 - C = 1348
 - DNa = 150
 - DNm = 125
 - E = 250
 - F = 848
 - H = 750
 - I = 700
 - L = 20
 - M = 42
 - N = 160
 - O = 475
 - P = 825
 - Q = 1014



Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
06.09.2021	1		

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

Figure V.3bis. Fiche technique de la pompe

- Point de fonctionnement :
- ✓ Courbe caractéristique de la conduite de refoulement:

$$H_c = H_g + RQ^2$$

$$R = \frac{8\lambda L_{ref}}{gD^5\pi^2}$$

$$\text{Avec : } \lambda = \left(1,14 - 0,86 \ln \left(\frac{\epsilon}{D}\right)\right)^{-2}$$

N°	Q(l/s)	Hg (m)	Lref (m)	Dec (mm)	$\Delta h_{lin p}$ (m)	$\Delta HT=1.1$ $\Delta h_{lin p}$ (m)	Hc (m)
1	0	75,87	787,87	0,4	0	0	75,87
2	0,032	75,87	787,87	0,4	0,06190701	0,06809771	75,9380977
3	0,036	75,87	787,87	0,4	0,07835106	0,08618617	75,9561862
4	0,04	75,87	787,87	0,4	0,09672971	0,10640268	75,9764027
5	0,044	75,87	787,87	0,4	0,11704295	0,12874724	75,9987472
6	0,048	75,87	787,87	0,4	0,13929078	0,15321986	76,0232199
7	0,052	75,87	787,87	0,4	0,16347321	0,17982053	76,0498205
8	0,056	75,87	787,87	0,4	0,18959023	0,20854925	76,0785493
9	0,06	75,87	787,87	0,4	0,21764184	0,23940603	76,109406
10	0,064	75,87	787,87	0,4	0,24762805	0,27239086	76,1423909
11	0,068	75,87	787,87	0,4	0,27954886	0,30750374	76,1775037
12	0,072	75,87	787,87	0,4	0,31340426	0,34474468	76,2147447
13	0,076	75,87	787,87	0,4	0,34919425	0,38411367	76,2541137
14	0,08	75,87	787,87	0,4	0,38691883	0,42561072	76,2956107
15	0,084	75,87	787,87	0,4	0,42657801	0,46923582	76,3392358
16	0,088	75,87	787,87	0,4	0,46817179	0,51498897	76,384989

Tableau V.9. Calcul de la conduite de refoulement.

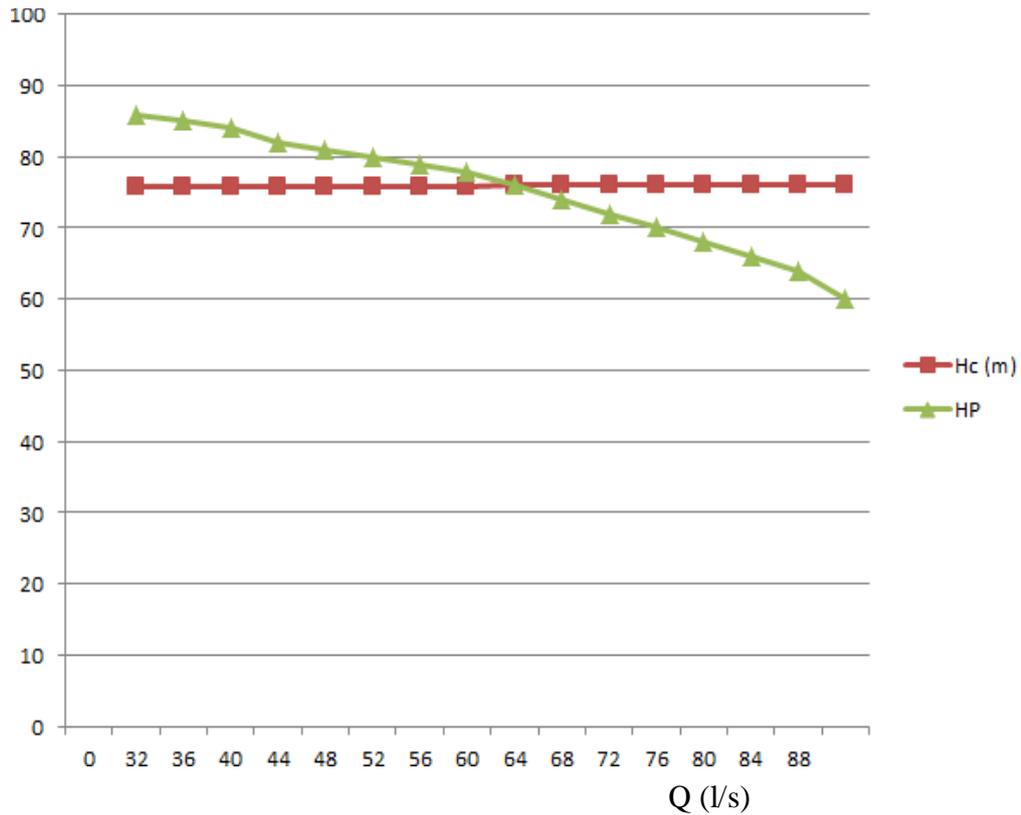


Figure V.4. Courbes caractéristiques de la pompe et celle de la conduite de refoulement.

Interprétation:

D’après l’intersection de la courbe caractéristique de la pompe et celle de la conduite de refoulement, les coordonnées du point de fonctionnement sont (64 l/s ; 76 m).

V.7. Protection contre la cavitation:

La cavitation est la perturbation des veines liquides juste à l’entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit pour à une température constante lorsque la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d’eau. Pour un fonctionnement, sans cavitation, on doit assurer la condition suivante:

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d$$

Avec:

- (NPSH)r: Charge nette d’aspiration requise, elle est fournie par le constructeur;
- (NPSH)d: Charge nette d’aspiration disponible, elle est fournie par l’installateur. La relation qui permet de calculer le (NPSH)d est la suivante:

$$(\text{NPSH})_d = \frac{P_{atm}}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - (h_{ad} + \Delta h_{p \text{ asp}}) - \frac{V_{asp}^2}{2g}$$

Avec:

- $\frac{P_{atm}}{\rho g}$: en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la cote de l'emplacement de la station de pompage.
- P_v : en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante. Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est recommandé de prendre :
- $P_v = 20 \text{ hPa} = 0.24 \text{ m}$
 - ZE: la différence de dénivelé entre le niveau de pompage et la bride d'entrée de la pompe.
 - Δh_{asp} : perte de charge à l'aspiration.
 - v : vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration (m/s).

V Diamètre de la conduite d'aspiration :

Fixons $v=1 \text{ m/s}$ (PEHD comme matériau de la conduite d'aspiration)

$$D_a = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

AN : $D_a = 276 \text{ mm}$

On prend un diamètre normalisé de $D_a = 280 \text{ mm} > 200 \text{ mm}$

$D_{Na} = 150 \text{ mm}$ (diamètre de la tubulure d'aspiration. Voir fiche technique) Considérons les pertes de charge totales à l'aspiration:

$$\Sigma h_{p \text{ asp}} = 1.15 \cdot \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{\lambda L_{asp} 8 Q^2}{\pi^2 D^5 g}$$

AN: $\Delta H = 1.46 \text{ m}$ et $v_a^2 = \underline{\underline{0.051 \text{ m}^2/\text{s}^2}}$

$$\Sigma h_{p \text{ asp}} = 1.69 \text{ m}$$

(NPSH r): Déterminé d'après le (Tableau V-7)

Dépend de l'altitude d'implantation de la station de pompage (voir tableau V-10)

Dépend de la température du liquide pompé (voir tableau V-11)

Tableau V-10 : Pression atmosphérique en fonction de la côte.

H(m)	-50	0	100	300	500	1500	2000
$\frac{P_{atm}}{w}$	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

Tableau V-11: Pression de vapeur en fonction de la température.

T(°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
$\frac{P_v}{w}$	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.25	4.82	10.33

On a:

(NPSH r): Déterminé graphiquement, il est égal à 4,93 m

La côte de la station de pompage est de 250.45 m NGA, par l'interpolation linéaire on trouve:

$$\frac{P_{atm}}{w} = 10,09 \text{ m.}$$

La température ambiante est considérée égale à 20°C donc $\frac{P_v}{w} = 0,24\text{m}$

Pour assurer la condition de non cavitation : (NPSH) d > (NPSH) r

Posons : (NPSH)d = (NPSH)r + 0,5

Et had = 10.09 - 0.24 - 0.9 - 0.051 - 4.93 - 0.5

had = 2.68 m

Cote de l'axe de la pompe.

$$\text{AN: } \Delta_{axe} = \Delta_{min} + h_{ad} - r$$

$$\Delta_{axe} = 250,45 + 3,44 - 0,3 = 252.83\text{m}$$

V.8. Bâtiments de la station :

Il existe différents types de bâtiment pour une station de pompage:

- Bâtiment type bloc.
- Bâtiment type bâche sèche.
- Bâtiment type bâche mouillée.
- Bâtiment de type semi-enterré et sursol.

On choisit le type de bâtiment en fonction des paramètres mentionnés dans le tableau

V.8.1. Choix du type de bâtiment.

Dans notre cas, on opte pour un bâtiment de surface c'est à dire que tous l'ouvrage de la station est surélevé. Le bâtiment est constitué de deux parties :

- ✓ Une partie souterraine.
- ✓ Une partie supérieure constituée de briques ou de dalles préfabriqués.

Il faut prévoir un éclairage de 12.5% en plus de l'éclairage électrique Il faut prévoir un pont roulant en fonction du poids le plus lourd dans la station de pompage.

Partie supérieure: salle des machines, salle annexe (armoire électrique, bureau du chef d'exploitation, magasin).

V.8.2. Dimensionnement de bâtiment de station de pompage

A) Hauteur du bâtiment

Elle est calculée comme suit: $H_b = H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9$

Où:

$$H_5 = H_p + H_{\text{socle}} + H_r$$

H_p : hauteur de la pompe, $H_p = 1.2 \text{ m}$;

H_{socle} : hauteur du socle $h_{\text{sole}} = 0.3 \text{ à } 0.5 \text{ m}$

H_r : hauteur de réserve $H_r = 0,5 \text{ m}$;

A.N : $H_5 = 1.2 + 0,5 + 0,5$, D'où: $H_5 = 2.2 \text{ m}$

H_6 : hauteur réservée à l'homme, $H_6 = 2,2 \text{ m}$;

H_7 : hauteur du chariot, $H_7 = 0,3 \text{ m}$;

H_8 : hauteur profilée, $H_8 = 0,8 \text{ m}$;

H_9 : hauteur de sécurité, $H_9 = 0,5 \text{ m}$;

A.N: $H_b = 2.2 + 2,2 + 0,3 + 0,8 + 0,5$ donc $H_b = 06 \text{ m}$.

Les hauteurs du bâtiment étant normalisées (3,6; 4,2; 4,8; 5,5m) on prend comme hauteur du bâtiment $H_b = 5.5 \text{ m}$.

B) Longueur du bâtiment:

Elle est donnée par la relation :

$$L_b = n \times L + L_{int} + L_{pf} + L_r + L_m + L_{pm}$$

n : nombre de pompes, $n = 4$ (tenant compte de la pompe de secours)

L_{int} : distance entre deux pompes voisines, $L_{int} = (0,8-1,2)$ m. On prend : $L_{int} = 1.1$ m.

L_{pf} : longueur de la plate-forme de montage, $L_{pf} = 2$ m largeur de la salle des machines

L_r : longueur de l'armoire électrique, $L_r = (2-3)$ m ; On prend : $L_r = 2.5$ m.

L_m : épaisseur du mur, on prend : 0.4 m

L_{pm} : distance entre pompe et mur, on prend : 0.3 m

$$\text{A.N: } L_b = 4 \times 1.1 + 2 + 2.5 + 0.4 + 0.3 \quad \mathbf{L_b = 12.1 \text{ m}}$$

On prend $L_b = 13$ m.

C) Largeur du bâtiment:

Elle est donnée par la relation :

$$l_b = l_1 + l_2 + L_B + L_r + L_p$$

l_1 : distance entre mur et première pompe, $l_1 = 0.3$ m

l_2 : distance entre les tubulures $B = 155$ mm (voir encombrement)

L_b : longueur du bureau du personnel, On prend : $L_b = 2.0$ m;

L_r : longueur de l'armoire électrique, $L_r = (2-3)$ m ;

On prend: $L_r = 03$ m

L_p : longueur de la pompe et le moteur, On prend : $L_p = 1.50$ m ;

$$\text{A.N: } l_b = 0.3 + 0.155 + 2 + 3 + 1.5 = 6.95 \text{ m.}$$

V.8.3. Dimensionnement de la bache d'aspiration :

Calcul de volume utile :

$$V = \frac{q \cdot \left(\frac{1}{n}\right)}{4 \cdot (N-1)}$$

n : nombre maxi de démarrages par heures, on peut retenir 5 démarrages/h

N : nombre de pompes identiques (quatre pompes).

$$\text{AN: } V_u = 385 \text{ m}^3$$

Majore avec 30% pour avoir le volume de la Bache

D'où $V_b = 500 \text{ m}^3$ soit pour une bache rectangulaire de hauteur 04 m, une longueur de 12.5 m et de largeur de 10 m.

V.8.4. Réservoir d'air

Par la méthode de Vuibert :

- 1) Calcul de la charge statique absolue :

$$Z_0 = H_g + 10 \text{ (m)}$$

$$Z_0 = 85.87 \text{ m}$$

- 2) Calcul de la charge maximal absolue :

$$Z_{\max} = Z_0 + \frac{c \times V_0}{g} \text{ (m)}$$

Calcul de la célérité (c) :

La formule d'ALLIEVI :
$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \left(\frac{D}{e}\right)^5}}$$

Avec :

D : diamètre intérieur de la conduite (D=376.3mm)

K=33

e=23.7mm

A N : c= 413.84 m/s

$$Z_{\max} = 121.3 \text{ m}$$

On a :

$$\frac{Z_{\max}}{Z_0} = 1.4 \quad \Rightarrow \text{Abaque de Vibert} \Rightarrow \frac{U_0}{L \times S} ; \frac{Z_{\min}}{Z_0} \text{ (voir annexe).}$$

$$h_0 = \frac{v_0^2}{2 \times g} = 0.035 \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} = 4.18 \times 10^{-4}$$

$$\frac{U_0}{L \times S} = 8.10^{-3}$$

$$L \times S = 99 \text{ m}^3$$

$$\frac{Z_{\min}}{Z_0} = 0.74$$

A partir de $\frac{U_0}{L \times S}$, L et S, on tire $U_0 = 0.792 \text{ m}^3$

$$U_0 \times Z_0 = U_{\max} \times Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{U_0}{\frac{Z_{\min}}{Z_0}}$$

$$U_{\max} = 1.070 \text{ m}^3 = 1070 \text{ l}$$

V.9. Dimensionnement du Réservoir de stockage:

Etant donné la superficie importante, on opte pour un réservoir rectangulaire (ou bassin). Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$V = Q_c \times T_{nr}$ avec V : volume d'eau d'irrigation (m^3) et Q_c : débit caractéristique (m^3/h). T_{nr} : temps de non fonctionnement pris égal à 1 heures.

On trouve $V = 936 \times 1 = 936 \text{ m}^3$, on prend $V = 1000 \text{ m}^3$

V.10. Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres se fait par l'application de la formule de " LABYE " qui nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise.

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

Avec:

Q : débit exprimé en m^3/s , D : diamètre exprimé en mm;

V_{ad} : Vitesse Admissible = 1.5 m/s.

V.11 .Estimation des pertes de charge:

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule Hazen-williams:

$$\Delta HL = \left(\frac{3,592}{C} \right)^{1,8522} \times L \times \frac{Q^{1,852}}{D^{4,87}}$$

- ΔHL : perte de charge linéaire
- L : Longueur de conduite, en m
- Q : Débit, en m^3/s
- D : Diamètre, en m

- C: Coefficient de Hazen-Williams = 140

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

V.12. Calcul des pressions des nœuds et des bornes:

L'estimation des pressions est basée sur le principe de Bernoulli qui décrit le mouvement d'un fluide réel entre le point 1 et le point 2 :

$$\frac{(V1)^2}{2g} + Z1 + \frac{P1}{\rho g} = \frac{(V2)^2}{2g} + Z2 + \frac{P2}{\rho g} + \Delta H(1 - 2)$$

Les calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre périmètre sont détaillés dans le tableau IV.11 :

Tableau V.12 : Calculs hydrauliques du réseau de distribution.

N° du Tronçon	L(m)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)	Dcal (mm)	DN (mm)	V réelle	Δl_{lin} Williams (m)	DHt (m)	Cote terrain aval (m)	cote piézométrique (m)	P (m)
RMH-N1	787,87	265	0,265	469,900834	500	1,32484076	2,1520633	2,36726963	251,31	299,1	47,79
N1-N2	150,08	28,03	0,028	154,205036	200	0,89171975	0,57318811	0,63050692	250,3	298,66	48,36
N2-B1	147,83	9,19	0,009	87,4260379	90	1,41542817	3,37064055	3,7077046	243,45	298,08	54,63
N2-N3	446,12	18,84	0,018	123,639088	125	1,46751592	7,41512313	8,15663544	250,92	298,06	47,14
N3-B2	128,82	10,72	0,017	120,155596	125	1,38598726	1,92609051	2,11869956	244,4	297,41	53,01
N3-B3	532,33	8,12	0,008	82,426059	90	1,25815837	9,75879813	10,7346779	246,97	295,89	48,92
N1-N4	263,31	236,97	0,236	447,688093	450	1,48462688	1,00417452	1,10459197	241,71	295,02	53,31
N4-B4	222,16	14,31	0,014	109,039427	110	1,47391693	4,32082194	4,75290413	242,11	298,52	56,41
B4-N5	185,43	14,31	0,014	109,039427	110	1,47391693	3,60645486	3,96710035	241,49	298,08	56,59
N5-B5	179,75	10,64	0,01	92,1551355	110	1,05279781	1,87473669	2,06221036	240,42	297,12	56,7
B5-B6	187,2	4,99	0,004	58,2840253	63	1,28383507	5,39990637	5,93989701	240	296,06	56,06
N5-N6	334,96	10,58	0,01	92,1551355	110	1,05279781	3,49352881	3,84288169	240,8	297,7	56,9
N6-B7	62,32	6,56	0,006	71,383061	75	1,35881104	1,62955478	1,79251026	240	295,71	55,71

N6-B8	252,25	4,02	0,004	58,2840253	63	1,28383507	7,27631615	8,00394776	240,66	295,86	55,2
N4-N7	388,35	222,66	0,222	434,206209	450	1,39655579	1,32244565	1,45469022	240,53	297,74	57,21
N7-N8	209,29	12,36	0,012	100,950893	110	1,26335737	3,05959207	3,36555127	240,16	297,56	57,4
N8-B9	388,57	3,56	0,003	50,4754465	63	0,9628763	6,57904887	7,23695376	240,13	296,41	56,28
N8-B10	372,38	6,03	0,006	71,383061	75	1,35881104	9,73706049	10,7107665	241,13	296,71	55,58
B10-B11	233,82	2,77	0,002	41,2130295	50	1,01910828	5,75783273	6,33361601	231,44	286,89	55,45
N7-N9	326,68	210,3	0,21	422,307884	450	1,32106629	1,00364817	1,10401298	240,1	297,26	57,16
N9-B13	174,1	23,76	0,023	139,760183	140	1,49486546	2,62378924	2,88616817	240,77	296,87	56,1
N9-B12	155,06	21,16	0,021	133,545479	140	1,36487716	1,97451363	2,171965	240,12	296,97	56,85
N9-N10	328,67	39,92	0,039	181,991811	200	1,24203822	2,31872581	2,55059839	240,75	296,85	56,1
N10-N11	325,95	19,41	0,019	127,027088	140	1,23488886	3,44836222	3,79319844	243,65	296,28	52,63
N11-B14	96,26	4,4	0,004	58,2840253	63	1,28383507	2,77668263	3,05435089	243,23	295,78	52,55
N11-B15	517,87	15,01	0,015	112,86653	125	1,22292994	6,14106592	6,75517251	245,83	295,08	49,25
N10-N12	257,75	20,51	0,02	130,327042	140	1,29988301	2,99858559	3,29844415	241,58	296,63	55,05
N12-B17	501,44	6,51	0,006	71,383061	75	1,35881104	13,111745	14,4229195	241,15	294,79	53,64
N12-B16	123,42	14	0,014	109,039427	110	1,47391693	2,40041341	2,64045475	241,93	296,36	54,43
B16-N13	206,6	14	0,014	109,039427	110	1,47391693	4,01819325	4,42001258	244	295,85	51,85
N13-B18	191,59	2,95	0,002	41,2130295	50	1,01910828	4,71791623	5,18970786	243,19	295,47	52,28
B18-B19	142,89	3,95	0,003	50,4754465	63	0,9628763	2,41933318	2,6612665	241,9	295,26	53,36
B19-N14	187,3	14,76	0,014	109,039427	110	1,47391693	3,64282476	4,00710724	242,07	295,03	52,96
N14-B20	161,25	4,81	0,004	58,2840253	63	1,28383507	4,65136166	5,11649783	242,21	294,12	51,91
N14-B21	411,11	9,95	0,009	87,4260379	90	1,41542817	9,37363211	10,3109953	242,78	294,35	51,57
N13-B22	330,17	11,26	0,011	96,6531215	110	1,15807759	4,10835765	4,51919341	251,62	295,4	43,78
B22-B23	260,85	4,23	0,004	58,2840253	63	1,28383507	7,52438877	8,27682765	246,92	295,06	48,14
B23-B24	135,03	0,87	0,0008	26,0654085	32	0,99522293	5,35459079	5,89004987	246,92	294,73	47,81
B23-B25	136,13	2,024	0,002	41,2130295	50	1,01910828	3,35221012	3,68743113	250,34	294,9	44,56
B25-N15	170,85	60,15	0,06	225,733059	250	1,22292994	0,90289451	0,99318396	264,28	294,67	30,39
N15-B26	145,35	10,5	0,01	92,1551355	110	1,05279781	1,51595537	1,66755091	261,64	293,89	32,25

N15-N16	311,9	19,78	0,019	127,027088	140	1,23488886	3,29972135	3,62969349	271,9	294,29	22,39
N16-B28	123,65	9,53	0,009	87,4260379	90	1,41542817	2,81931748	3,10124923	272,9	293,77	20,87
N16-B27	293,65	10,25	0,01	92,1551355	110	1,05279781	3,06267833	3,36894616	275,35	293,18	17,83
N15-N17	418,46	29,87	0,029	156,934541	160	1,44307325	5,05596996	5,56156695	263,72	293,49	29,77
N17-B30	192,43	15,27	0,015	112,86653	125	1,22292994	2,28189568	2,51008525	260,79	292,95	32,16
N17-B29	315,79	14,6	0,014	109,039427	110	1,47391693	6,14184534	6,75602987	265,97	292,84	26,87

V.12.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné l'ensemble du réseau d'adduction par pompage et d'irrigation dont l'objectif est d'assurer les besoins en eau des cultures pour Assurer une pression adéquate.

Dans le cadre du projet, la zone environnante est divisée en 30 îlots d'irrigation d'une superficie totale de 345 hectares.

CHAPITRE 6

Les techniques d'irrigation

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

VI.1.Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes techniques d'irrigation, puis on va choisir la technique qui convient aux caractéristiques de notre périmètre.

VI .2. Différentes techniques d'arrosages :

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

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

VI.2.1. L'irrigation de surface :

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

VI.2.1.1. 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 que le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

VI.2.1.1.1. Les avantages de l'irrigation par ruissellement :

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés.
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau.

- possibilité de lessivage sans risques d'érosion.
- Matériel d'irrigation assez simple.

VI.2.1.1.2. les inconvénients :

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

VI.2.1.2. L'irrigation par submersion :

C'est l'une des technologies les plus anciennes. Son principe est d'amener la hauteur de l'eau au niveau de la parcelle avec des planches de bois préformées. Il est dédié aux cultures qui ont besoin de beaucoup d'eau. Il s'agit d'une technologie qui ne nécessite ni technicité ni matériaux. C'est moins cher et ne nécessite pas de main d'œuvre. Il a une fréquence d'irrigation plus lente et peut bien lessiver les sols salins.

Cependant, il nécessite beaucoup d'eau et peut provoquer l'étouffement des racines.

VI.2.1.2.1. Les avantages de la submersion :

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

VI.2.1.2.2. Les inconvénients de la submersion :

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité

- Nécessite d'assainissement

- Manque d'aération

VI.2.1.3. L'irrigation par infiltration :

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

VI.2.1.3.1. les avantages :

- ☐ Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- ☐ L'accès est facile au terrain

VI.2.1.3.2. Les inconvénients :

- ☐ Grande perte d'eau
- ☐ Exigence en main d'œuvre

VI.2.2. L'irrigation sous-pression :

L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.2.1. L'irrigation par aspersion (pivot) :

Il s'agit de la technologie d'irrigation la plus récente. En raison du distributeur appelé arroseur qui fonctionne sous pression, il apporte des quantités d'eau sous forme de pluie artificielle. Une technologie facile à appliquer qui maximise l'utilisation de la surface des terres arables tout en économisant beaucoup d'eau. Cependant, certaines lacunes sont à noter, à savoir : temps d'arrosage long et cycle d'irrigation faible. Il a besoin de haute pression dans le réseau et doit donc fournir de l'énergie. Coûts d'installation et d'énergie élevés, grand débit d'eau

Description et principe de fonctionnement :

Le centre de pivot ou encore la rampe de pivot est un dispositif d'irrigation constitué d'un tuyau galvanisé qui tourne autour d'un point fixe et est soutenu par un support métallique profilé (A) à l'aide d'un cadre et d'un fil. Les supports sont distants de près de 30 m et installés sur des roues. La longueur du tuyau rotatif est de 150 à 600 m, et l'eau arrive par un tuyau métallique. Le tuyau métallique enterré est relié à une pompe à eau généralement installée sur un forage ou une source d'eau. (Elamoud et Fetiani, 1991)

De manière générale, le pivot se compose d'une tour centrale avec d'autres éléments tournant autour d'elle, d'une conduite d'eau pour assurer son alimentation en eau, d'une tour mobile en forme de joint d'une longueur de 30 à 75 cm et d'une hauteur de 3 mètres. La longueur totale de la tour est de 200 à 400 m., Parfois jusqu'à 900 m, des arroseurs (buses, gicleurs rotatifs et canons d'extrémité), et une armoire de commande composée d'un interrupteur principal, d'un sélecteur de vitesse, d'un sélecteur de direction et d'un voltmètre.

Des arroseurs et des arroseurs sont répartis sur la conduite d'eau en fonction du débit pour uniformiser les précipitations. Ceci est obtenu en maintenant le même débit pour tous les composants et en modifiant leur espacement, ou en modifiant le débit et en fixant l'espacement. En s'éloignant de l'arbre, le débit augmente. La tête de pulvérisation est généralement installée sur la tige de pulvérisation via un tuyau vertical (tête en bas), plus proche du sol que la tige de pulvérisation, ce qui améliore l'efficacité de l'arrosage par vent fort et réduit légèrement la pression de fonctionnement. Ils sont parfois équipés de pastilles de diamètres différents pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement débit-pression à une pression de 1 à 3 bars et un débit de 1 à 7 mètres cubes par heure. (Zelguen, 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)

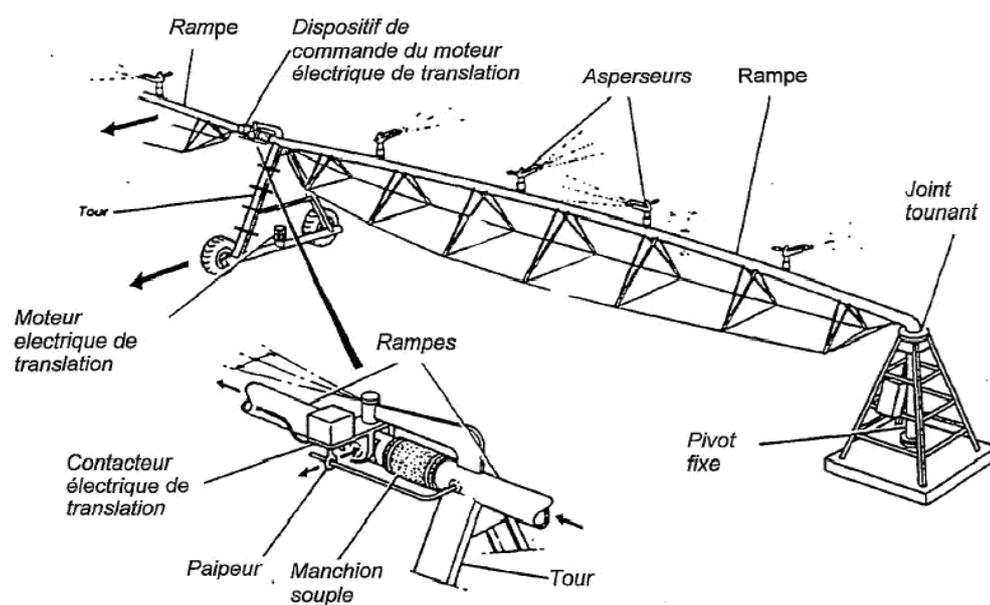


Fig. 15 - Pivot

Figure V.1 : Irrigation par pivot



Figure VI-2 : La rampe frontale

VI.2.2.1.1. Les avantages :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

VI.2.2.1.2. les inconvénients :

- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- Tassement du sol ;
- Favorise le développement des mauvaises herbes ;
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante ;
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.

VI.2.3. l'irrigation localisée (goutte à goutte) :

Elle consiste à créer un bulbe d'humidité aux environs des racines en gardant le potentiel matriciel à un niveau très bas. Les débits délivrés sous de basses pressions sont faibles, selon les modèles des distributeurs. Elle a pour avantage l'économie d'eau et des engrais, la réduction de la main d'œuvre et de l'effort, la lutte contre les mauvaises herbes et facilite la conduite culturale. Certains inconvénients peuvent être résumés en un coût d'installation élevé et au problème d'accumulation des sels aux alentours des cultures. La technique d'irrigation la plus connue sous le nom de l'irrigation localisée est le goutte à goutte. L'irrigation au goutte à goutte est principalement une technique au moyen de laquelle eau et fertilisants peuvent être mis directement à la disposition du système racinaire de la culture grâce à des goutteurs conçus pour distribuer les faibles débits appropriés. C'est à dire arroser peu et souvent à proximité des racines des plantes (KONATE, 2000).



Figure VI- 3 :l'irrigation localisée (goutte à goutte)

VI.2.3.1. les Avantages :

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- Facile à automatiser

VI.2.3.2. Les inconvénients :

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés

VI .3. Choix des techniques d'arrosage :

Afin de pouvoir choisir la bonne technologie d'irrigation, il est nécessaire de comprendre les contraintes suivantes :

VI.3.1. Les contraintes naturelles :**VI.3.1.1. L'évaporation :**

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 2004,7 mm.

VI.3.1.2. Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (1.9 m/s au moyen)

VI.3.1.3. Le sol

Les sols de périmètre de Mansourah présente une texture limoneuse, la perméabilité est moyenne, d'où l'irrigation de surface doit être prudente à fin d'éviter l'asphyxie des plantes, dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses.

VI.3.1.4. La pente

Notre périmètre à une pente qui ne dépasse pas les 2% en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière.

VI.3.2. Les contraintes techniques :

- ✓ Qualification de main d'œuvre
- ✓ Entretien du matériel

VI.3.3. Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de Mansourah sont constitués de cultures fourragères, 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 multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la zone considérée.

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

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation de surface par planche	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
▪ Evaporation	+	+	++	+++
▪ Vent (1.9 m/s)	+++	+++	++	+++
▪				
▪ Texture (limoneuse)	++	++	++	+++
▪ Perméabilité (moy)	++	++	+++	++
▪ Pente (2%)	++ +	++ +	+++	+++
▪ Qualité d'eau (bonne)	+++	+++	++	+++
• Cultures				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ Fourragère et céréales	X	+	+++	X
▪ arbres	+++	X	X	+++
• Contraintes économiques				
▪ économie d'eau			++	+++
• contraintes techniques				
▪ personnels qualifié				
• divers	+++	+++	+++	+++
▪ adaptation à l'irrigation de nuit	++	+	+++	+++
▪ possibilité d'automatisation			+++	+++

Remarque :

X: Déconseillé ; + : adapté avec réserve ;

++ : Adapté ; +++ : très adapté

VI.4. Conclusion :

L'irrigation consomme beaucoup d'eau. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, il est nécessaire de bien estimer la quantité d'eau nécessaire aux cultures correctement calculée.

En ce qui concerne nos recherches, nous nous basons sur une technologie d'irrigation moderne, telle que l'irrigation par aspersion et l'irrigation goutte à goutte qui sera utilisées autour de nous.

CHAPITRE 7

Dimensionnement à la parcelle

Chapitre VII: Dimensionnement à la parcelle

VII.1. Introduction :

L'irrigation par la goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre périmètre par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

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

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

Données générales

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle n°02 alimentée par la borne n° 07 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5.57 bars (d'après le tableau V.11) ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 1ha et présente une forme relativement rectangulaire.

Culture : olivier ; **Besoin** : 143.01 mm.

Organisation du réseau : Avec un écartement de 4*4m, et un espacement des goutteurs 2 m, on a donc 608 arbres, avec 38 lignes de 16 arbres pour chaque rangée et 2 goutteurs pour chaque arbre.

- Surface : **01ha**.
- Longueur : **152m**.
- Largeur : **65m**

Caractéristique du goutteur :

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

VII.3. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :**Influence du taux de couverture du sol :**

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite ; On applique alors à L'ETM un coefficient de réduction : K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983]:

- KELLER et KARMELI (1974) :

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

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

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

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$B_{jl} = B_j * K_r$

$B_{jl} = (143.01/30) * 0.8 = 3.81 \text{ mm/j}$

Dose nette (Dose pratique) :

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

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \quad (\text{VII-1})$$

Tel que : H_{cc} : humidité à la capacité au champ

(27%) H_{pf} : humidité au point de flétrissement (13%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (1200

mm) P : Pourcentage du sol humidifié

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

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre

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

S_h : Largeur de la bande humidifiée

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre

S_a : espacement des arbres sur les rangs

$$P = 25\%$$

Donc :

$$RFU = (27-13)/100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1,2 = 134,4 \text{ mm} ; \quad RFU = 134,4 \text{ mm.}$$

$$\text{Et } D_p = RFU \cdot P\% = 134,4 \cdot 0,25 = 33,6 \text{ mm}$$

a) Fréquence des arrosages (Fr) :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jm}} = \frac{33,6}{3,81} = 8,82$$

Donc on prend une fréquence de 9 jours

b) Dose réelle (Dr) :

$$D_r = B_{jm} \cdot Fr = 3,81 \cdot 9 = 34,29 \text{ mm}$$

c) La dose brute réelle (Db) :

$$D_{brute} = \frac{\text{dose réelle}}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{34,29}{0,9 \cdot 0,9} = 42,33 \text{ mm}$$

C_u : coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

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

d) **Durée d'arrosage par mois :**

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

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

$$\theta = \frac{42.33 \times 4 \times 2}{2 \times 4} = 42.33 \text{ heures/mois.}$$

e) **Durée d'arrosage journalier :**

$$Dj = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{42.33}{9} = 4.7 \text{ heures/jour}$$

f) **Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{23}{4.7} = 4.8$$

On prend 5 postes.

g) **Surface du poste :**

$$Sp = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ ha}$$

Calculs hydrauliques:**Conditions hydrauliques de base :**

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

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

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

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

Avec : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10} \quad (\text{VII-2})$$

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

Donc selon la règle de Christiansen ;

$$\Delta H \text{ singulières} = 10\% * \Delta H (\max) = 0.2\text{m}$$

$$\text{Et } \Delta H \text{ linéaire} = \Delta H (\max) - \Delta H$$

$$\text{singulières} = 2 - 0.2 = 1.8\text{m}$$

La perte de charge pour les rampes: $2/3 \cdot 1.8 = 1.2 \text{ m}$ et pour le porte rampe $= 1/3 \cdot 1.8 = 0.6\text{m}$

Le débit :

$$Q_r = Q_g \times N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec:

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

La longueur de la rampe: 65 m

La longueur de la porte rampe : 152m

La longueur de la conduite d'approche : 10m

a) Le nombre d'arbres par rampe:

$$N_{\text{arbres}} = L_r/E_r = 65/4 = 16 \text{ arbres}$$

b) Nombre des goutteurs par rampe:

$$N = N_{\text{arbres}} \times n = 16 \times 2 = 32 \text{ goutteurs}$$

c) Le nombre des rampes:

$$N_r = L_{pr}/E_r = 152/4 = 38 \text{ rampes}$$

d) Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g \times Q_g$$

$$Q_r = 32 \times 4 = 128 \text{ l/h}$$

e) Débit de la porte rampe:

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r = 128 \times 38 = 4864 \text{ l/h}$$

f) Nombre de porte rampe:

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

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

$$Q_{csl} = Q_{pr} \times N_{pr} = 4864 \times 1 = 4864 \text{ l/h}$$

VII.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.

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

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

▪ **Porte-rampes :**

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

▪ **Les rampes :**

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

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

$$\varnothing_r(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII-3})$$

$$\varnothing_{pr}(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 \times Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII-4})$$

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

D rampe = 36.78 mm, on prend **DN = 40mm**

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 D = 40mm Perte de charge selon hazen-williams

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

Ou :

L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (m³/s) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

C_w = 140 PEBD, L = 64m, D = 0.04m, Q = 3.55 · 10⁻⁵ m³/s

ΔH_{rampe} = 2.71 × 10⁻³ m

VII.4.1. Calcul du Diamètre de la rampe :

Les résultats de calcul du diamètre de la rampe sont montrés dans le tableau suivant.

Tableau VII-1 : calcul du diametre de la rampe

Culture	Surface (m2)	Lr (m)	Ng	Qr (l/h)	Hr (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	ΔHcal (m)
olivier	10000	65	32	128	1.2	36.78	40	2.71×10 ⁻³

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

VII.4.2. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

On applique le même procédé utilisé pour les rampes, et on trouve :

Tableau VII.-2 : calcul du diamètre de la porte rampe

Culture	Surface m2	Lpr (m)	N Rampes	Qpr (l/h)	Hpr (m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Hcal (m)
olivier	10000	152	38	4864	0.6	194	200	2.11×10 ⁻³

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

VII.4.3. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire :

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

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

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII-3 : calcul des diamètres de la conduite tertiaire

Culture	Surface m2	L (m)	Q (m3/s)	V (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
olivier	10000	10	0,00135	1.0	41.45	50	0.68	0.11

VII.4.4. Calcul de la pression d'eau à la borne de distribution :

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

TableauVII-4 : Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	65	152	10
Diamètre(m)	40	200	50
Débit (m3/s)	3.55. 10-5	0.00135	0.00135
Pertes de charge(m)	2.71×10 ⁻³	2.11×10 ⁻³	0.11

A partir du tableau VII-8 on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable ;

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

$$P(m) = 10 + 2.71 \cdot 10^{-3} + 2.11 \cdot 10^{-3} + 0.11 = \mathbf{10.11 \text{ m.}}$$

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

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons dimensionné un réseau d'irrigation goutte à goutte. Pour ce système, nous avons introduit l'irrigation de l'olivier, dont le but est d'assurer les besoins en eau des cultures et à fin d'assurer une pression nécessaire au fonctionnement.

L'introduction de ces systèmes permet une revalorisation de l'agriculture par une augmentation des rendements

Chapitre VIII: Calcul technico-économique

VIII. 1. Introduction:

L'objectif de ce chapitre est de faire une estimation économique du coût de l'aménagement hydro-agricole, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet.

VIII. 2. Différentes travaux à entreprendre:

V.2.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution :

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

a. Exécution des tranchées

C'est un processus de terrassement (déblais) qui consiste à effectuer des excavations. Ces excavations seront effectuées par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, tandis que l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

b. Pose du lit de sable

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

c. Pose des conduites

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de la pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir de difficultés au raccordement des conduites.

d. Epreuve de joints de la canalisation

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement.

e. Remblayage des tranchées

C'est un procédé de terrassement qui consiste à enfouir la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

f. Nivellement et compactage

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

VIII.3. Calcul des volumes des travaux de l'adduction

VIII.3.1 Calcul du volume de terrassement

a. Largeur du fond de la tranchée

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

$$B = d + (0.6)$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m) d: diamètre de la conduite(m)

b. Profondeur de la tranchée

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

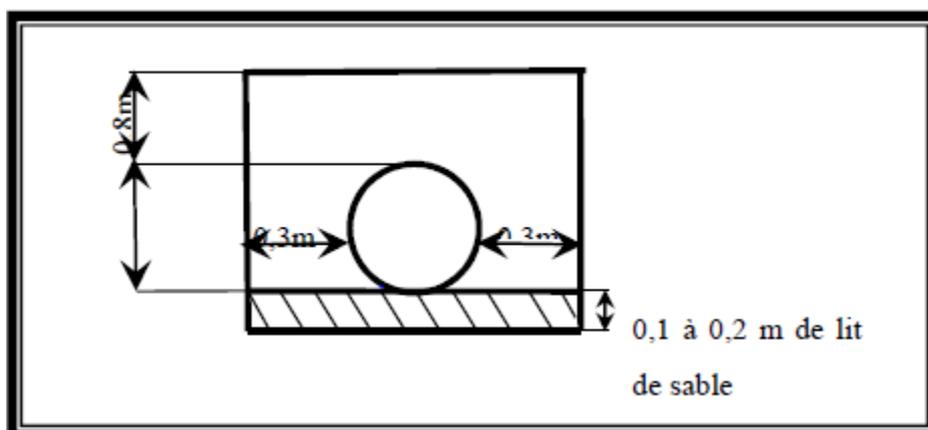


Figure VII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée $H = e + d + h$ (m)

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e: hauteur du lit de pose. (m)

d: diamètre de la conduite. (m)

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

VIII.3.2 Calcul du volume de déblai

La surface à calculer est la surface rectangulaire :

$S = B * H$ Les résultats obtenus sont représentés dans le **tableau VII-1**

Tableau VIII.1 : calcul du volume de déblai

	Diamètre (mm)	Longueur de la conduite(m)	Largueur de la tranchée b:(m)	Hauteur de la tranchée (m)	Volume de déblai (m ³)
La conduite De refoulement	400	787.87	1.1	1.4	1213.32

VIII.3.3 Calcul du volume de lit de sable

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

$$V=e \times b \times L$$

Tableau VIII.2 : calcul du volume de sable

	Hauteur(m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m ³)
La conduite De refoulement	0.2	787.87	1.1	173.33

VIII.3.4 Calcul du volume de remblai :

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

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

V_r : Volume du remblai compacté (m³)

V_d : Volume du déblai (m³)

V_s : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m³); $V = L \times \pi D^2 / 4$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau VII-3.

Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai

	Diamètre (mm)	V(Déblai) (m³)	V(Conduite) (m³)	V(Sable) (m³)	V(Remblai) (m³)
La conduite de refoulement	400	1213.32	99.00	173.33	940.98

VIII.3.5 Estimation du cout de pose de conduites d'adduction**Tableau VIII.4:** Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité m³	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai et remblai	(m ³)	2154.3	300	646290
2) lit de sable	(m ³)	173.33	800	138664
			Total (HT) 1	784954
			TVA (19%)	149141,26
			Montant TTC (DA)	934095,26

VIII.5. Calcul des volumes des travaux de distribution:

Pour les valeurs de (h,m) sont identiques à celles de l'adduction, il suffit juste de calculer les valeurs de b ??, pour les différentes gammes de diamètres constituant le réseau d'irrigation.

Le tableau ci-dessous nous renseignera sur le volume des travaux de distribution selon les différents diamètres existant dans le réseau : fixant **H=1.2 m**

VIII.3.1. Déblais d'excavation:

Le tableau VII.5 récapitule les résultats de calculs des volumes des déblais d'excavation

Tableau VIII.5 calcul du volume de déblai.

Déblais	H=1.2m			
	Diamètre (mm)	B (m)	S (m ²)	Longueur (m)
32	0,632	0,7584	135,03	102,406752
50	0,65	0,78	561,54	438,0012
63	0,663	0,7956	1489,27	1184,86321
75	0,675	0,81	936,14	758,2734
90	0,69	0,828	1214,92	1005,95376
110	0,71	0,852	2733,87	2329,25724
125	0,725	0,87	1285,24	1118,1588
140	0,74	0,888	1359,79	1207,49352
160	0,76	0,912	418,46	381,63552
200	0,8	0,96	478,35	459,216
250	0,85	1,02	170,85	174,267
450	1,05	1,26	978,34	1232,7084
500	1,1	1,32	788	1040,16
Somme (m³)				11432,3948

VIII.3.6 Pose du lit de sable

Le tableau VII.6 Récapitule les résultats de calculs de volume de lit de sable pour les différents diamètres du réseau.

Tableau VIII.6 calcul du volume du lit de sable.

Diamètre (mm)	H=0,2m			
	B (m)	S (m ²)	Longueur (m)	Volume du Lit de sable (m ³)
32	0,632	0,1264	135,03	17,067792
50	0,65	0,13	561,54	73,0002
63	0,663	0,1326	1489,27	197,477202
75	0,675	0,135	936,14	126,3789
90	0,69	0,138	1214,92	167,65896
110	0,71	0,142	2733,87	388,20954
125	0,725	0,145	1285,24	186,3598
140	0,74	0,148	1359,79	201,24892
160	0,76	0,152	418,46	63,60592
200	0,8	0,16	478,35	76,536
250	0,85	0,17	170,85	29,0445
450	1,05	0,21	978,34	205,4514
500	1,1	0,22	788	173,36
Somme(m3)				1905,39913

VIII.3.7 Remblais compacté

Pour chaque diamètre du réseau, on conclue le volume du remblai compacté d'après les résultats des deux tableaux précédents

Le **tableau VII.7** récapitule les résultats de calculs de volume du remblai compacté pour les différents diamètres du réseau

Tableau VIII.7 Calcul du volume du remblai compacté

Diamètre (mm) e	Section de la conduite	Longueur (m)	Volume de la conduite (m ³)	Volume du lit de Sable (m ³)	Volume du déblai (m ³)	Volume du remblai compacté (m ³)
32	0,00080384	135,03	0,10854252	17,067792	102,406752	85,2304175
50	0,0019625	561,54	1,10202225	73,0002	438,0012	363,898978
63	0,00311567	1489,27	4,64006641	197,477202	1184,86321	982,745942
75	0,00441563	936,14	4,13364319	126,3789	758,2734	627,760857
90	0,0063585	1214,92	7,72506882	167,65896	1005,95376	830,569731
110	0,0094985	2733,87	25,9676642	388,20954	2329,25724	1915,08004
125	0,01226563	1285,24	15,7642719	186,3598	1118,1588	916,034728
140	0,015386	1359,79	20,9217289	201,24892	1207,49352	985,322871
160	0,020096	418,46	8,40937216	63,60592	381,63552	309,620228
200	0,0314	478,35	15,02019	76,536	459,216	367,65981
250	0,0490625	170,85	8,38232813	29,0445	174,267	136,840172
450	0,1589625	978,34	155,519372	205,4514	1232,7084	871,737628
500	0,19625	788	154,645	173,36	1040,16	712,155
Somme			422,339271	1905,39913	11432,3948	9104,6564

Le **tableau VIII.8** récapitule les résultats de calculs de volume des travaux de terrassement

Tableau VIII.8 : Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution

Désignation des Travaux	Unité	Quantité M ³	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai	m3	11432,3948	300	3429718,72
2) lit de sable	m3	1905,39913	800	1524319,3
3) remblai	m3	9104,6564	300	2731396,92
TOTAL (HT) 1				7685434,94
TVA (19%)				1460232,64
Montant TTC				9145667,58

VII.4.5. Estimation du cout du réseau de distribution

Tableau VIII.9: Factures pro-forma des pièces du réseau distribution

Pièces	Unité de Mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø32 PEHD	m/l	135,03	129,98	17551,20
Tube Ø50 PEHD	m/l	561,54	190	106692,6
Tube Ø63 PEHD	m/l	1489,27	230	342532,1
Tube Ø75 PEHD	m/l	936,14	260	243396,4
Tube Ø90 PEHD	m/l	1214,92	361,91	439691,697
Tube Ø110 PEHD	m/l	2733,87	554,07	1514755,35
Tube Ø125 PEHD	m/l	1285,24	705,87	907212,359
Tube Ø140 PEHD	m/l	1359,79	920,35	1251482,73
Tube Ø160 PEHD	m/l	418,46	1 361,17	569595,198
Tube Ø200 PEHD	m/l	478,75	1808,95	866034,813
Tube Ø250 PEHD	m/l	170,85	3 519,72	601344,162
Tube Ø450 PEHD	m/l	978,34		
Tube Ø500 PEHD		788	10674,3	8411348,4
Bornes d'irrigation 100 mm	U	30	50000	1500000
Goutteur autorégulant 04 l/h	U	4864	7,37	35847,68
Vanne Ø500	U	1	40000	40000
Vanne Ø450	U	4	30000	120000
Vanne Ø 250	U	2	24000	48000
Vanne Ø 200	U	3	20000	60000
Vanne Ø 160	U	2	15000	30000
Vanne Ø 140	U	6	13000	78000
Vanne Ø 125	U	5	10000	50000
Vanne Ø 110	U	13	12000	156000

Chapitre VII**CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE**

Vanne Ø 90	U	5	4500	22500
Vanne Ø 75	U	4	4000	16000

Chapitre VII**CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE**

Vanne Ø 63	U	8	3500	28000
Vanne Ø 50	U	4	3200	12800
Vanne Ø 32	U	2	2900	5800
filtres à sable	U	1	20000	20000
Injecteur d'engrais	U	1	17979	17979
Total				17512563,69
TVA (19%)				3327387,1
Montant TTC (DA)				20839950,79

Le **tableau VII 10** Récapitule Le détail estimatif des travaux de réservoir:

Tableau VIII.10: Le détail estimatif des travaux de réservoir:

Désignation des Travaux	unité	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
*Terrassements				
Décapage de la terre	M ³	112.5	550	61875
Végétale				
Déblai	M ³	150	600	90000
Remblai	M ³	100	600	60000
*Béton armé	M ³	150	50000	7500000
*Aménagement extérieur et Divers				
Portail métallique	U	1	180000	180000
Electricités	U	30	10000	300000
Peinture	M ²	350	1200	420000
Mur de clôture	MI	70	4000	280000
Revêtement	M ²	50	30000	1500000
TOTAL (DA) :				10391875

Le devis estimatif des travaux correspondant au système de pompage est présenté dans le tableau suivant.

Tableau VIII.11 Le détail estimatif des travaux de système de pompage

Désignation des travaux	unité	Quantité	Prix unitaire(DA)	Montant (DA)
I- Génie civil				920000
*Terrassements				
Décapage de la terre Végétale	M ³	300	550	165000
Déblai	M ³	550	600	330000
Remblai	M ³	250	600	150000
Béton armé	M ³	200	50000	10000000
Maçonnerie en brique	M ³	150	3500	525000
Revêtement	M ³	50	30000	1500000
Peinture	M ³	250	1200	300000
*Divers				
Portail métallique	U	1	180000	180000
Fenêtre en pvc	U	4	30000	120000
Porte	U	4	45000	180000
Electricités	U	150	10000	1500000
*Aménagement Extérieur				
Mur de clôture	ML	200	4000	800000
Loge de gardien	U	1	300000.00	300000
Revêtement	ML	200	30000	6000000
II- Equipements hydromécaniques				
f/p de conduite d'aspiration en PEHD y compris coude cône de réduction	ML	14	50000	700000
f/p de conduite de refoulement en PEHD y compris coude cône de réduction	ML	14	50000	700000
f/Pose des vannes	U	2	250000	500000
f/Pose clapet anti retour	U	2	100000	200000
f/Pose de crépine	U	1	170000	170000
f/p ventouse	U	1	60000	60000
III- Bâche d'aspiration				
Terrassements	M ³	500	700	350000
Béton armé	M ³	15	50000	750000
Etanchéité	M ³	70	3000	210000
Divers		5	10000	50000
IV- conduite de refoulement en PEHD DN 400				
F/pose de conduite	ML	787.87	40000	31514800
TOTAL (DA) :				58174800

VIII.5) Conclusion

En examinant toutes les étapes, en calculant le volume et en estimant le coût des tâches, connaissant le volume des travaux de chaque tâche et le prix unitaire de cette dernière ainsi que celui des canalisations, nous avons estimé le coût total du projet à Quatre –vingt- dix-neuf millions quatre cent quatre-vingt-six mille trois cent quatre-vingt-huit) Dinars Algériens soit 99486388 DA

Conclusion Général

Conclusion générale :

Après études et calculs dont le but est de renforcer une partie de la zone de Mansourah haute avec un réseau d'irrigation agricole sous pression du barrage de Chélif.

Le climat semi-aride, avec une température moyenne de 17,42 °C, et une pluviométrie moyenne annuelle de 404,82 mm, qui règnent la région d'étude ont fait la nécessité de recourir à l'irrigation agricole pour pallier au manque d'eau des cultures.

En se basant sur la méthode de Penman, pour l'estimation de l'évapotranspiration, le volume total des besoins en eau des cultures est évalué à **290904m³ (deux cent quatre-vingt-dix mille neuf cent quatre mètre cube)**

Le réseau d'adduction projeté est par pompage, commençant par une station équipée de quatre pompes principales centrifuges à axe horizontal. Le bassin d'accumulation reçoit les eaux d'irrigation au moyen d'une conduite de refoulement sur une longueur de 787.87m avec un diamètre de 400 mm.

Après avoir estimé les besoins en eau de chaque ilot, nous avons opté pour un système de distribution qui assure l'alimentation des parcelles par une desserte gravitaire à partir d'un bassin d'accumulation.

L'irrigation goutte à goutte est la technologie optimale que nous avons choisie pour ce qui la distingue des autres technologies en termes d'efficacité, de conservation des eaux usées, de rationalisation de l'irrigation agricole et d'évitement du gaspillage.

Le réseau d'irrigation de la zone ciblée par notre projet, avec ses équipements, installations et accessoires, est évalué avec un coût estimatif de **99486388DA (Quatre – vingt- dix-neuf millions quatre cent quatre-vingt-six mille trois cent quatre-vingt-huit) Dinars Algériens.**

En fin, nous recommandons le suivi et l'entretien continu du réseau d'irrigation, de la station de pompes jusqu'aux canalisations assurant l'irrigation des cultures, pour assurer un programme de production stable et qui répond aux besoins du marché

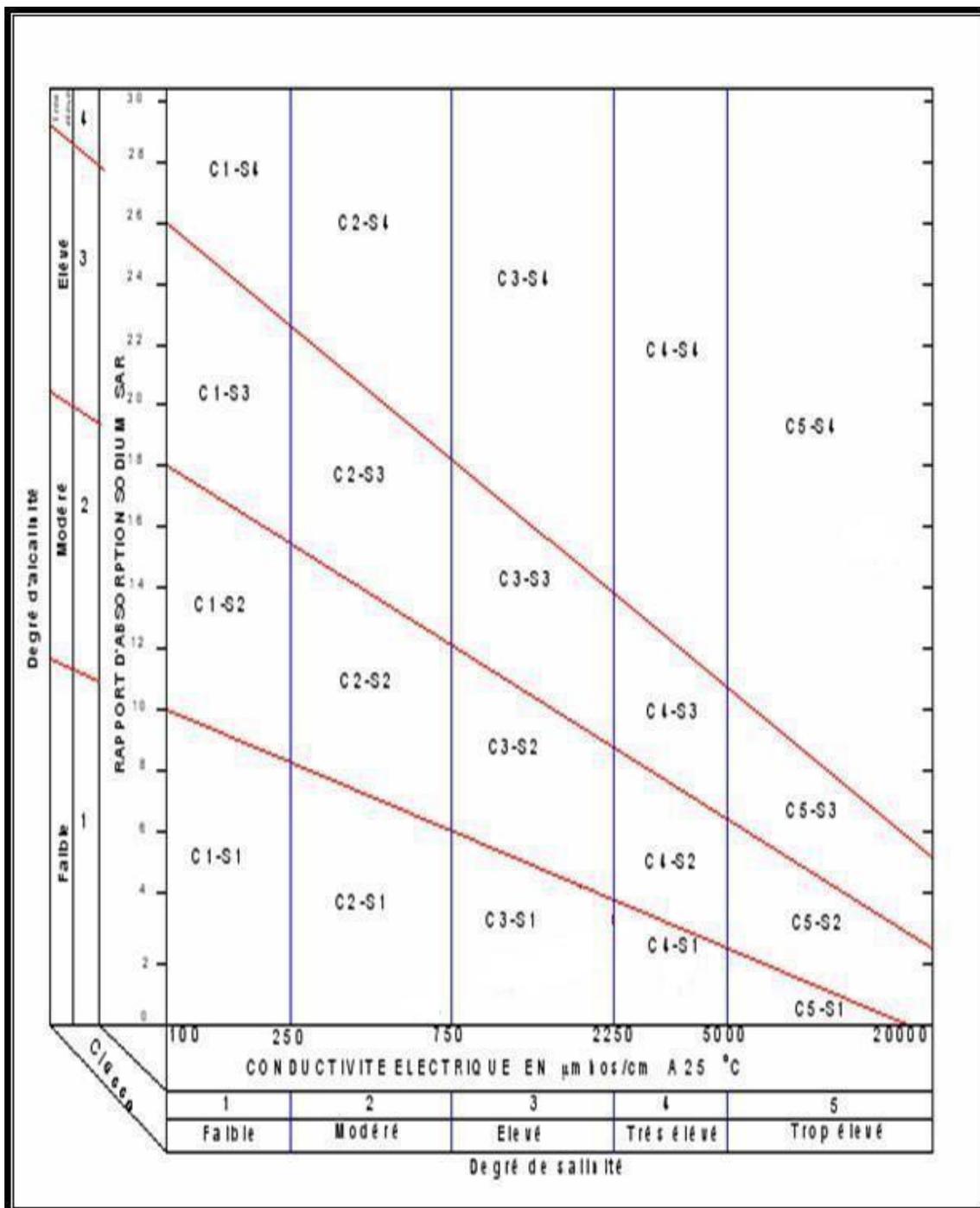
Références

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. TOUAIBIAB, 2014:** Manuel d'Hydrologie
- 2. FAO 1975.** Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24. BULLTIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).**FAO1983.**
- 3. Olliée et Poirée (1981) :** *Irrigation (les réseaux d'irrigation, théorie, Technique économie des arrosages)*.Ed Eyrolles, Paris.
- 4. D. Veschambre \$ P. Vaysse, (1980) :** Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

Annexe 3

Diagramme de classification des eaux d'irrigation



Annexe 4 : ABAQUE VIBERT (calcul des réservoirs d'air)

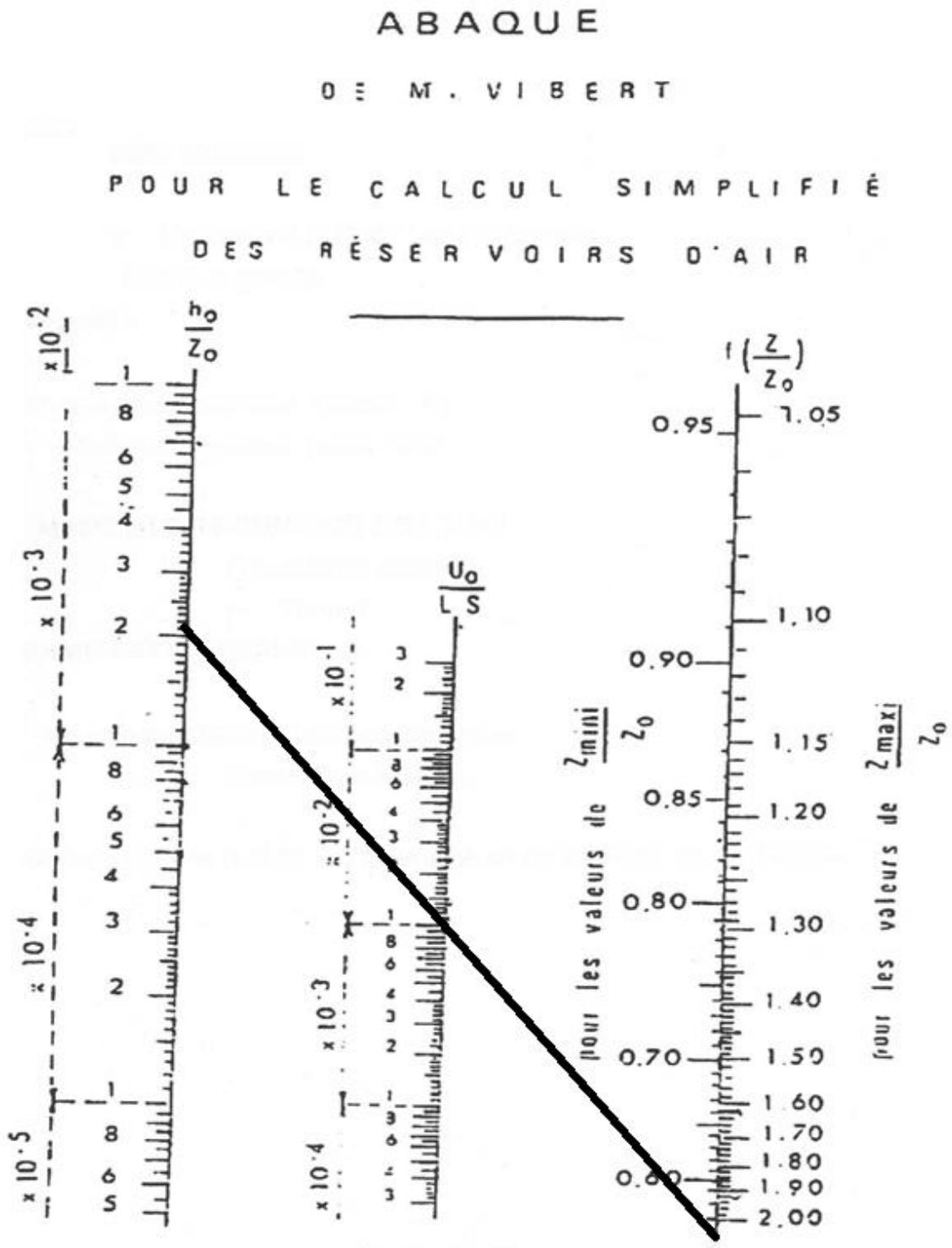


PLANCHE XXVII

Annexe 5

Coefficients culturaux (Kc)

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

