

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

Thème :

**AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE HESSAINE
(SECTEUR 1) A PARTIR D'UN FORAGE W.MOSTAGANEM**

Présenté par :

M^{lle}: TAIBI HAMIDA

Devant les membres du jury

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r AZIB MAKHLOUF	Professeur	Président
M ^r BENKACI ALI TAREK	M.C.B	Membre
M ^{me} MAZOUZI SABRA	M.A.A	Membre
M ^r BOUZIANE OMAR	M.A.B	Membre
M ^r YAHIAOUI SAMIR	MAA	Promoteur

Juin - 2017

DEDICACES

Je Dédie ce modeste travail

Spécialement à ma très très chère mère, et mon très cher père pour leurs Sacrifices, leurs amours, leurs aides et leurs soutiens afin de me voir arriver à ce Que je suis devenu aujourd'hui.

*A mes très chères sœurs,
A mon très cher frère,
A tout ma famille,
A tout mes Amis,*

Hamida

REMERCIEMENT

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

Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »

*Mes remerciements vont à ma mère et mon père. Je remercie fortement mon promoteur : **Mr YAHIAOUI.S** de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.*

De même occasion je remercie :

Mes Enseignants de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en hydraulique.

Ma gratitude va également aux membres du jury d'avoir honorer ma soutenance par leur présence et pour l'effort fourni afin de juger ce travail.

Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont Contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Hamida

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

I.1.Introduction	2
1.2.Présentation générale de la zone d'étude	2
I.2.1. Identification et localisation du site	2
I.3.Analyse du milieu physique	3
I.3.1.Relief	4
I.3.2.Hydrographie	4
I.3.3.Géologie	4
I.4.Etude climatologiques	5
I.4.1.Les précipitations.....	6
I.4.2.Température.....	6
I.4.3.Humidité relative	7
I.4.4.Les Vents	8
I.4.5.Insolation	8
I.4.6.L'évaporation.....	8
I.4.7.Autres paramètre climatiques	9
I.5.Les caractéristiques bioclimatiques	9
I.5.1.Indices d'aridité de De Martone.....	9
I.5.2.Quotient pluviothermique et Climagramme d'Emberger	10
I.5.3.Diagramme Ombrothermique de Gaussen	11
I.6.Etude socio-économique de la zone d'étude	12
I.6.1.Indicateurs démographiques	12
I.7.Conclusion	14

Chapitre II : Etude agro-pédologique

II.1.Introduction	15
II.2.Etude pédologique.....	15
II.2.1. Levé pédologique	15
II.3.Ressources en sols.....	15
II.3.1.Périmètre EL HASSIANA	15

II.3.1.1.Considérations générales.....	15
II.3.2.Classifications des sols	17
II.3.2.1.Description d'un profil type Profil n°1	17
II.3.2.2.Description d'un profil type Profil n°2	19
II.3.2.3.Description d'un profil type Profil n°3	20
II.3.2.4.Description d'un profil type Profil n°4.....	22
II.3.2.5. Description d'un profil type Profil n°5	23
II.3.3.Interprétation et valeur agronomique	25
II.4.Aptitudes culturales.....	25
II.5.Qualité des sols.....	27
II.5.1.Conductivités électriques	27
II.5.2.La perméabilité des sols	28
II.5.3.Prosité efficace ou prosité de drainage.....	28
II.6.Occupation des sols.....	29
II.7.Identification des principaux types d'assolement.....	30
II.8. Conclusion.....	30

Chapitre III : Ressources en eau et hydrologie

III.1.Introduction.....	31
III.1.Collecte des données.....	31
III.3.Ressources en eaux	32
III.3.1.Eaux de surface	32
III.3.2.Eaux souterraines	32
III.4.Qualité des eaux	32
III.4.1.Caractéristique physique et chimique des eaux des forages	32
III.4.2.La salinité.....	33
III.4.3.La conductivité électrique.....	33
III.4.4 Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration)	34
III.5. Etude hydrologique.....	36
III.5.1.Présentation de la station.....	36
III.5.2.Etude des pluies annuelles	36
III.5.3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	38
III.6.Ajustement stastique des pluies	39

III.6.1.Choix du type de loi	40
III.6.2.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale	40
III.6.3.Test de validité de l'ajustement à la loi choisie	41
III.6.4.Test de Khi carré pour la loi Normale	42
III.6.5.Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normalel (loi de Galton)	43
III.6.6.Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)	44
III.7. Détermination de l'année de calcul :	45
III.8 Conclusion	46

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV.1.Introduction.....	47
IV.2.Besoins en eau des cultures	47
IV.2.1.Evaluation des besoin en eau des plantes cultivées	47
IV.3.L'évapotranspiration (E T)	47
IV.3.1 L'évapotranspiration potentielle (ETP)	48
IV.3.1.1 Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement	48
IV.3.1.2 Formule de Blaney-Criddle 1959	48
IV.3.1.3 Formule de Thornthwaite 1948.....	48
IV. 3.1.4.Formule de Penman modifiée_Monteith	48
IV. 4. L'évaporation maximale de culture (ETM).....	49
IV.5.La réserve facilement utilisable (RFU).....	50
IV.6.Définition des besoins en eau d'irrigation nette du culture	51
IV.6.1.Calcul de la pluie efficace.....	51
IV.6.2.Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	52
IV.6.3.Calcul des besoins brut Bbrut	52
IV.6.4.Calcul des doses de lessivage	52
IV.6.5. Détermination les besoin en eaux des cultures	53
IV.6.6.calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2	58
IV.7.Calcul des débits Spécifiques	59
IV.8.Evaluation des débit caractéristique	59
IV.9.Estimation des volumes d'irrigation.....	59
IV.10.Conclusion	60

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

V.1.Introduction :	61
V.2.Découpage des îlots d'irrigation	61
V.2.1 Taille des îlots d'irrigation	62
V.2.2 Débit fictif continu	62
V.2.3 Débit d'équipement	62
V.2.3 Taille de l'îlot	63
V.3.L'emplacement des bornes d'irrigation dans les îlots	63
V.4.Modalité de distribution	63
V.4.1.L'irrigation à la demande	63
V.4.2.L'irrigation au tour d'eau	63
V.4.3.1.Tour d'arrosage à l'antenne	64
V.4.3.Tour d'arrosage à la borne	64
V.5.La méthodologie de dimensionnement	64
V.6.Calcul des débits des îlots	64
V.6.1.Données de base du dimensionnement	65
V.6.2.Choix de diamètre de la borne	65
V.6.3.Choix du type de borne	65
V.7.Choix de tracé	66
V.7.1.1ere phase : Tracé par proximité	67
V.7.2.2eme phase :Tracé de120°	67
V.7.3.3eme phase :Tracé économique	67
V.8.Matériaux de construction des canalisations	67
V.8.1. Choix du matériau des conduites	67
V.8.2.Les matériaux	67
V.8.2.1.Conduites en fonte	67
V.8.2.2.Conduites en acier	67
V.8.2.3.Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)	68
V.8.2.4.Avantages des canalisations en PEHD	68
V.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution	68
V.10. Dimensionnement des canalisations	68
V.10.1.Vitesse admissible	68
V.10.2.Calcul des diamètres	68

V.10.3.Calcul des pertes de charge	69
V.11 Simulation du réseau par le logiciel EPANET.....	71
V.12 Dimensionnement de la bache de distribution	74
V.12.1 Débit caractéristique	74
V.13.Conclusion	74

Chapitre VI : Les techniques d'irrigation

VI.1.Introduction.....	75
VI.2. Différentes techniques d'arrosages	75
VI.2.1.L'irrigation de surface	75
VI.2.1.1.L'irrigation par ruissellement	75
VI.2.1.2. L'irrigation par submersion	75
VI.2.1.3.L'irrigation par infiltration	76
VI.2.2. L'irrigation par surpression	76
VI.2.2.1.L'irrigation par aspersion (pivot).....	76
VI.2.3.L'irrigation localisée (goutte à goutte).	79
VI.3. Choix des techniques d'arrosage	80
VI.4.Conclusion	82

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

VII.1.Introduction	83
VII.2.Définition.....	83
VII.3.Composition d'une installation goutte à goutte.....	83
VII.3.1.Point de fourniture d'eau	83
VII.3.2.Composition L'unité de tête	83
VII.3.2.1.Unité de filtration.....	84
VII.3.2.2.Filtre à tamis	84
VII.3.2.3.Filtre à sable	84
VII.3.2.4 Filtre à gravier	84
VII.3.2.5.Injecteur d'engrais	85
VII.3.3.La conduite principale	85
VII.3.4.Le porte-rampes	85
VII.3.5.Les rampe	85

VII.3.6.Les distributeurs	85
VII.3.6.1.Différents types de distributeurs.....	86
VII.4.Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte	87
VII.4.1.Données générales.....	87
VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	88
VII.5.1.les besoins journaliers.....	88
VII.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction Kr	88
VII.5.3.La dose d'irrigation nette pratique	89
VII.5.4.Fréquence des arrosages	90
VII.5.5.Durée d'arrosage par mois.....	90
VII.5.6.Durée d'arrosage journalier:	90
VII.5.7.Nombre de poste	90
VII.5.8.Surface de la parcelle.....	91
VII.6.Calculs hydrauliques	91
VII.6.1.Condition hydraulique	91
VII.6.1.1.Le nombre d'arbres par rampe.....	92
VII.6.1.2.Nombre de goutteurs par rampe	92
VII.6.1.3.Le nombre de rampes	92
VII.6.2.Débit de le rampe.....	92
VII.6.3.Débit de le porte rampe	92
VII.6.4.Débit de la conduite secondaire.....	92
VII.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau.....	92
VII.6.5.1Vérification des pertes de charges	93
VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe	93
VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe.....	93
VII.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire	93
VII.6.9.Calcul de caractéristique de conduites secondaires (01)	94
VII.6.10.Calcul de caractéristique de conduites secondaires (02)	94
VII.6.11.La pression d'eau à la borne de distribution	94
VII.6.12.Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable	95
VII.7.Conclusion.....	96

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1.Introduction.....	97
VIII.2.Travaux concernant le réseau de distribution	97
VIII.3.Calcul des volumes des travaux	98
VIII.4. Estimation du cout du réseau de distribution	103
VIII.5. Estimation du cout d'irrigation à la parcelle	104
VIII.6.Conclusion	105
CONCLUSION GENERALE.....	106

LISTE DES FIGURE

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Figure I.1: Situation géographique du périmètre.....	3
Figure I.2: carte pédologique du périmètre de Bordjia	4
Figure I.3: Diagramme bioclimatique d'Emberger (Station de mostaganem).....	11
Figure I.4: Diagramme de Gaussen pour la zone du projet	12

Chapitre II : Etude agro-pédologique

Figure II.1: L'aptitude culturale du périmètre	26
---	----

Chapitre III : Ressources en eau

Figure III.1: Localisation des stations pluviométriques et hygrométriques	31
Figure III.2. Diagramme de classification des eaux d'irrigation	35
Figure III-3 . Localisation des stations pluviométriques et hygrométriques	36
Figure III-4: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss	41
Figure III-5: Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale	44

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Figure V.1: Simulation du réseau par le logiciel EPANET.	73
--	----

Chapitre VII: Choix de système d'irrigation

Figure VI.1 pivot d'irrigation.....	78
Figure VI.2 Figure illustrant l'irrigation par pivot.....	78

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Figure VII.1: Dilueur d'engrais.....	84
Figure VII.2 : Filtre a tamis.....	84
Figure VII.3: Filtre à gravie.....	84

Figure VII.4 : Forme du mouillage du sol sous un goutteur placé entre 2 rangs peu espacés.....	85
Figure VII.5: Schémas de la diffusion de l'humidité dans des sols argileux, limoneux	86
Figure VII.6: Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte.....	87
Figure VII.7: Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur.....	95

Chapitre VIII : Evaluation du cout de projet

Figure VIII.1: Schéma d'une tranchée.	98
---	----

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Tableau I.1: Localisation du périmètre.....	2
Tableau I.2: Station météorologique de Mostaganem.....	5
Tableau I.3: Précipitations moyennes mensuelles station de Mostaganem.....	6
Tableau I.4: Températures mensuelles station de Mostaganem.....	6
Tableau I-5: Humidité relative de l'air (%).	7
Tableau I.6: Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).	8
Tableau I.7: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures).	8
Tableau I-8: durée mensuelle de l'évaporation totale en (heures).....	8
Tableau I-9: Classification du climat selon de Martonne.....	9
Tableau I-10: Indice d'aridité de De Martonne	10
Tableau I-11: Aspects démographiques.....	13

Chapitre II : Etude agro-pédologique

Tableau II.1: Aptitudes culturale	27
Tableau II.2: Conductivités électriques	27
Tableau II.3: répartitions des perméabilités.....	28
Tableau II.4: La porosité pour le drainage et ses relations avec la texture et la structure du sol.....	29
Tableau II.5: Occupation de sol en fonction des cultures.....	29
Tableau II.6: Occupation du sol et les cultures proposées	29
Tableau II.7: Les assolements proposés	30

Chapitre III : Ressources en eau

Tableau III.1: Caractéristiques des stations pluviométriques.....	31
Tableau III.2. Résultat de l'analyse d'eau forage (Koubet Tedeles El Hassiane).....	33
Tableau III.3 .Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	34
Tableau III.4: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	34
Tableau III.5: Les caractéristiques de La station de Mostaganem ville	36
Tableau III.6: Précipitation mensuelle de la station de Mostaganem ville	37
Tableau III.7: Test d'homogénéité de Wilcoxon	39
Tableau III.8: Ajustement à la loi normale.	41
Tableau III.9: table du χ^2	42
Tableau III.10: Ajustement à la loi normale.	44
Tableau III.11: Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.....	44

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1: données obtenu a partir du logiciel CROPWAT V.8	49
Tableau IV.2: Coefficients culturaux (Kc) des cultures	50
Tableau IV.3 : Les profondeurs d'enracinement (m)	50
Tableau IV.4: Pluies efficaces calculées	51
Tableau IV.5: Besoins en eau d'irrigation de l'orge	53
Tableau IV.6: Besoins en eau d'irrigation du Luzerne	53
Tableau IV.7: Besoins en eau d'irrigation de La Pomme de terre	54
Tableau IV.8: Besoins en eau d'irrigation de L'ail et l'Oignon vert	54
Tableau IV.9: Besoins en eau d'irrigation de la carotte.....	55
Tableau IV.10: Besoins en eau d'irrigation de la betterave	55
Tableau IV.10: Besoins en eau d'irrigation de la tomate.....	56
Tableau IV.10: Besoins en eau d'irrigation du haricot	56
Tableau IV.13: Besoins en eau d'irrigation du blé.....	57
Tableau IV.14: Besoins en eau d'irrigation de l'olivier.....	57
Tableau IV.15 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.....	58
Tableau IV.16: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2	58
Tableau IV.17: Estimation des volumes d'irrigation.....	60

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau V.1: Les différentes Parcelles du périmètre.	61
Tableau V.2: les classes de taille de l'îlot.....	63
Tableau V.3: Choix du diamètre de la borne	65
Tableau V.4: Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes	66
Tableau V.5: Les paramètres de perte de charge	69
Tableau V.6: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	70
Tableau V.7: Pression et pertes de charge au niveau de la conduite principale et les bornes	71
Tableau V.8: Débit et vitesse au niveau des arcs.....	72

Chapitre VI: Choix de système d'irrigation

Tableau VI.1 Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage	81
--	----

Chapitre VII: Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe.....	93
Tableau VII.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe.....	93
Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire(01)	94
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite secondaire(02)	94
Tableau VII.5 : résumer des caractéristique de la conduite secondaire	95

Chapitre VIII : Evaluation du cout de projet

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai	99
Tableau VIII.2: Calcul du volume de sable.....	100
Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai	102
Tableau VIII.4: Cout du réseau distribution	103
Tableau VIII.5: Factures pro-forma des pièces du réseau distribution	104
Tableau VIII.6: Equipement interne des parcelles d'irrigation	104

LISTE DES PLANCHE

Planche N°1 : plan de situation du périmètre Hessaine W.Mostaganem

Planche N°2 : plan de réseau de distribution du périmetre Hessaine W. Mostaganem

Planche N°3 : profil en long de la conduite principale du périmètre Hessiane W.Mostaganem

Planche N°4 : plan du réseau d'irrigation du périmètre Hessaine W.Mostaganem

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique au développement du secteur agricole; sa disponibilité conditionne de manière déterminante l'efficience et la fiabilité de récoltes, de rendement et des activités agricoles.

Son utilisation pour l'irrigation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie. Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (agriculture, industrie, villes) et partout l'accroissement de la demande en eau potable et industrielle est résolu au détriment de l'agriculture.

Cette étude sera effectuée afin de bien exploiter l'eau du forage de proximité de Hessaine qui est destinée en premier lieu à irriguer un périmètre de 121 ha à Hessaine, elle permettra ainsi de choisir la meilleure technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

Pour la conception de notre projet d'irrigation, nous avons fait allusion à plusieurs études préalables sur :

- La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;
- Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;
- Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau.

Toutes ces études nous exigent de conceptualiser un projet d'aménagement qui tient compte de toutes les contraintes intérieures et extérieures pour accroître et régulariser la production des cultures afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés.

L'objectif que nous sommes fixé est d'apporter une contribution à déterminer la problématique du meilleur procédé qu'on devrait mettre en place pour irriguer notre périmètre qui est situé Partiellement dans la plaine de Hessaine, dans la wilaya de Mostaganem

CHAPITRE I :
ANALYSE DES CONDITIONS
NATURELLES DE LA ZONE
D'ETUDE

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.Introduction

Ce chapitre consiste à présenter la zone d'étude, du point de vue situation géographique, caractéristiques climatiques, ainsi que les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

I.2 Présentation générale de la zone d'étude

Le périmètre de Bordjia relève du territoire de deux communes, d'une part la commune d'El Hassiane - Daïra de Ain Nouissy – en d'autre part la commune de Sirat –Daïra de Bouguirat - wilaya de Mostaganem. Il couvre une superficie totale de 1 740 ha, et se situe à environ 1 km au Sud de la localité d'El Hassiane. Cette dernière est distante de quelques 7 Km du chef-lieu de Daïra d'Ain Nouissy. Géographiquement, il se localise dans la partie septentrionale de la wilaya de Mostaganem.

I.2.1 Identification et localisation du site

Tableau I.1 : Localisation du périmètre.

Lieu Dit	Communes	Daïras	Wilaya	Superficie (ha)
Bordjia	El Hassiane	Ain Nouissy	Mostaganem	1633
	Sirat	Bouguirat		107
Total périmètre				1740

(Source BET BENDER)

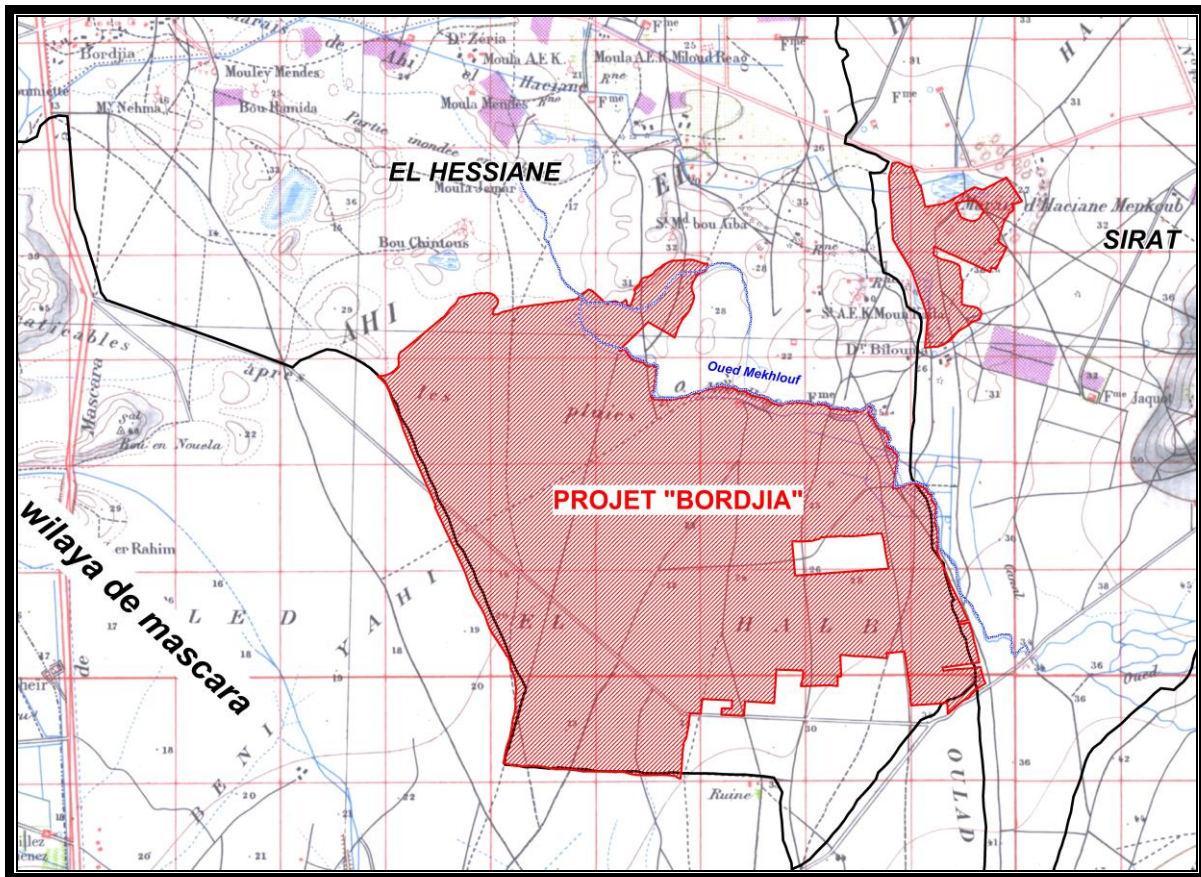


Figure I.1 : Situation géographique du périmètre.

D'un point de vue géographique, le périmètre présente les limites suivantes :

- ✓ Au nord : les Monticules de sidi Abdelkader au Nord-Est et Moulay Haiba au Nord-Ouest ;
- ✓ A l'est : le tracé sinueux de l'oued Makhloof ;
- ✓ Au sud et à l'ouest : les limites administratives de la wilaya de mascara.

I.3 Analyse du milieu physique

L'analyse du milieu physique est élaborée sur la base de l'exploitation de la documentation bibliographique et cartographique existante et des données statistiques disponibles couvrant la zone d'étude, l'ensemble étant conditionné pour consolidation par des travaux de terrain. Elle portera sur les aspects les plus significatifs, à savoir le relief, le climat, les ressources en eaux, les ressources en sols, l'érosion éventuellement et l'occupation du sol. Il s'agit de réunir toutes les informations relatives aux conditions naturelles du milieu physique et de déterminer les extrêmes conditionnant les mises en culture.

I.3.1 Relief

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 Makhlouf 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.

I.3.2 Hydrographie

Notre zone d'étude s'étend sur quelques kilomètres de la plaine de Sirata cote des marais d'Ahl-el-Haciane, qui se situent dans la commune d'Ahl-el-Haciane Les différents oueds et leurs affluents convergent tous vers l'exutoire. C'est en ces endroits que l'Oued el Abd proprement dit a réalisé sa capture par Djebel Lakhdar (montagne verte), à l'Est de Frenda, passe près de Tiaret et Tagdempt, tombe de 42 mètres de hauteur à la cascade d'El-Houara ou rivière de la cascade de Tagremaret, plus considérable qu'elle-même, puis, avant d'arriver à Relizane elle reçoit, à une douzaine de kilomètres, dans le douar-commune de Zgaïer dans la wilaya de relizane, la rivière l'Hillil. Puis elle baigne Sidi-Bel-Hacel, et, après plusieurs replis sur elle-même, elle va se jeter à 15 kilomètres au Nord dans le Chélif, ayant effectué 220 kilomètres de cours dont une cinquantaine dans la commune mixte de la Mina.

Donc notre zone est située entre les bassins inférieurs du Chélif et de la Mina et celui de l'Habra-Macta ; c'est-à-dire que la plus grande partie des rivières et cours d'eau qui se jettent sur la rive gauche de la Basse-Mina et du Bas-Chélif, ou vont se perdre dans la plaine de l'Habra et celle d'Ahl-el-Haciane.

I.3.3.Géologie

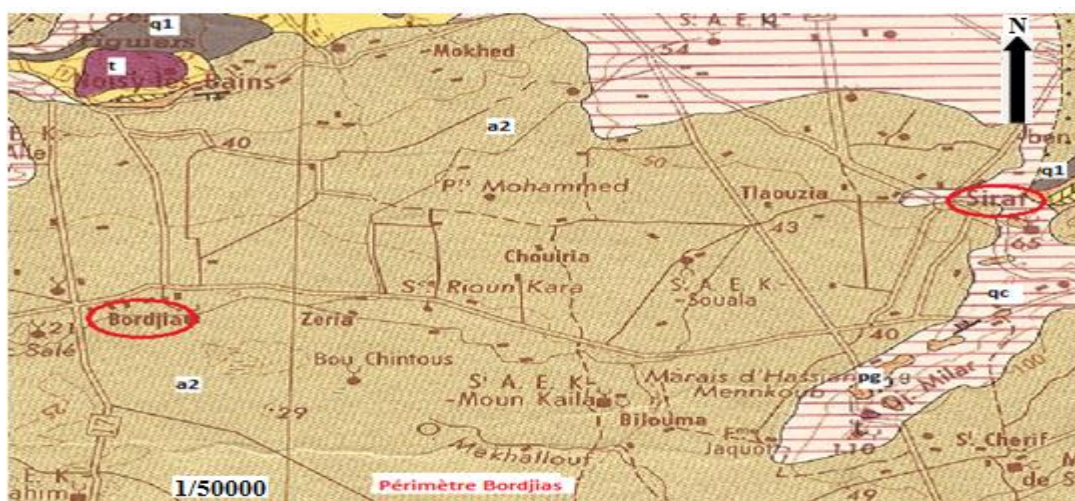


Figure I.2 : carte géologique du périmètre de Bordjia (Source BET BNDER)

Légende :

a2 : Alluvions

qc : Post-villafranchien (carapaces calcaires)

q1 : Calabrien (grés calcaires lumachelliques)

pg : Astien (grés marins)

t : Trias (gypses et argiles)

Du point de vue stratigraphique, on remarque l'existence d'une importante formation alluviale (a2) qui s'étale sur la quasi-totalité du périmètre de Bordjias à l'Est, aux alentours de l'agglomération de hessaine l'affleurement du post-Villafranchien sous forme de carapaces calcaires. C'est des pointements des sols Calabriens, Astiens et Trias que on est une abondance en sel.

Le périmètre se localise au nord - est de la plaine de Mohammedia, à proximité de l'oued Makhloof. C'est un synclinal recouvert par un remplissage néogène. Du point de vu hydrogéologique, on note la présence de deux nappes aquifères :

- ✓ Nappe libre des grés du Calabrien ;
- ✓ Nappe captive des grés et sables de l'Astien.

I.4.Etude climatologique

Les données météorologiques et climatologiques sont très importantes dans la planification et la gestion des activités de l'homme dont l'une des principales est l'agriculture.

Les données du climat qui sévit dans la région sont déterminées à travers les observations effectuées par la station météorologique de Mostaganem. L'analyse climatique est faite sur la base de données les plus récentes, allant de 1990 à 2013 couvrant ainsi une période s'étalant sur plus d'une vingtaine d'années. Elles sont obtenues auprès de l'Organisme National de Météorologie (ONM). L'analyse climatique permet entre autres, d'analyser les facteurs déterminants (précipitation, température) qui conditionnent le bilan hydrologique, l'alimentation et la recharge des aquifères.

Choix de la Station météorologique :

Les caractéristiques de la station de Mostaganem sont détaillées dans le tableau **I.2** :

Tableau I.2 : Station météorologique de Mostaganem.

Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période d'observations	Durée des observations
Mostaganem	0°	35°52'8 "N	137	1990-2013	24 ans

I.4.1. Les précipitations :

Ces données relèvent que la moyenne annuelle des précipitations enregistrées durant la période considérée est relativement faible, avec seulement 227,4 mm. Alors que le nombre de jours de pluies atteint 58 jours/an, avec un maximum en Février.

Tableau I.3 : Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

Pluviométrie	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Ao	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
P (mm)	53	56.6	36	44.5	26,7	3,4	1.9	3.4	21,9	34.6	75.0	59.0	416

Interprétation :

La répartition annuelle des précipitations est spécifique aux zones climatiques semi-arides. Cette lame d'eau précipitée est caractérisée par sa fluctuation mensuelle. Ainsi, les mois les plus arrosés sont Janvier, Février, Mars, Octobre, Novembre et décembre. Quant aux mois les plus secs, ils coïncident avec la période estivale. Il faut noter par ailleurs que le mois de juillet se caractérise par une pluviométrie assez faible (1.9 mm).

A priori, on peut dire que les précipitations ne peuvent en aucun cas suffire aux besoins en eau des cultures, ce qui nécessite le recours à l'irrigation dans la zone du périmètre de Bordjias.

I.4.2. Températures

Les températures sont considérées comme deuxième facteur important dans l'étude climatique, car elles agissent directement sur le phénomène d'évapotranspiration et donc le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. Par conséquent, la connaissance des températures et de leurs amplitudes est indispensable au choix des modes d'irrigation et des cultures à mettre en place.

Tableau I.4 : Températures mensuelles (°C).

Mois T°C	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T min	9,4	10	12,2	13	16	19,2	21,9	23,6	21,6	17,5	13,7	10,1
T max	16,3	17	18,4	19,2	21,7	23,9	27,1	29,8	27,3	23	20	17,4
T moy	12,7	13,5	15,1	16,1	19	21,5	24,5	26,5	24,3	19,9	16,6	13,3

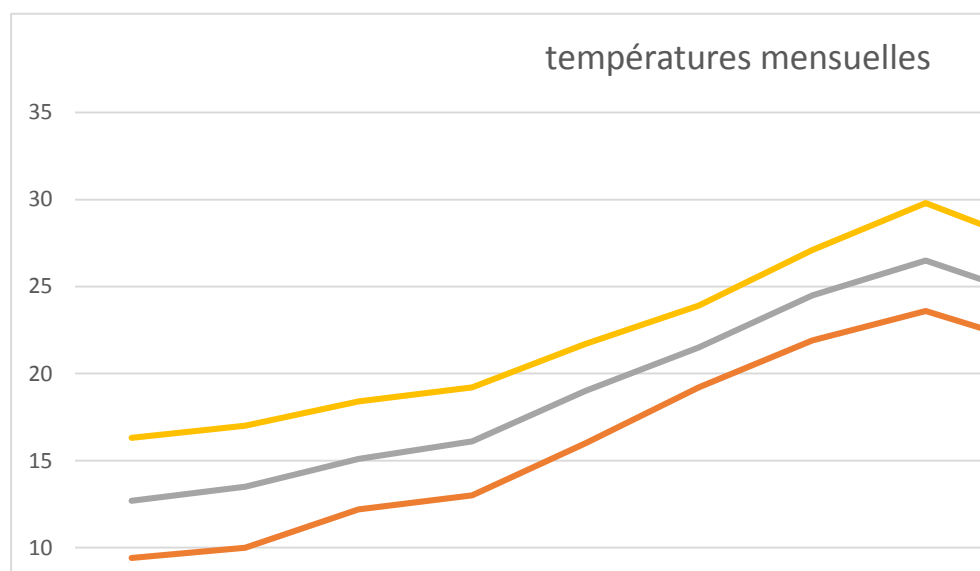


Figure I. 3 : Températures mensuelles du périmètre Hessaine.

Interprétation :

Il ressort d'abord que la température moyenne minimum la plus basse est observée en janvier (9,4°C), alors que celle du maximum la plus haute en août (29,8 °C). Quant à la température moyenne la plus élevée, elle est enregistrée également au mois d'août (26,5 °C). La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18,6°C. Notons ensuite la saison chaude, durant laquelle la température moyenne est supérieure à cette valeur de 18,6°C, dure 06 mois, de mai à octobre. Ainsi la période froide s'étale sur six mois, allant de novembre au mois d'avril ; elle affiche un minimum de 12,7 °C en janvier et une valeur maximale de 16,3 °C en novembre.

I.4.3.Humidité relative

L'humidité relative de l'air est un autre élément déterminant dans le cycle de développement de la végétation. En effet, L'atmosphère est d'autant plus sèche que le phénomène d'évapotranspiration est important. Conjugué à la sécheresse du sol, ce phénomène peut aggraver la déperdition de l'eau de la plante jusqu'à sa dessiccation. La région d'étude est relativement humide du fait de la proximité de la mer Méditerranée. En effet, l'humidité est supérieure à 50 % durant toute l'année. Ce qui signifie la faiblesse du déficit hygrométrique qui contribue à l'intensification de l'évapotranspiration, et donc aux besoins en eau des cultures.

Tableau I.5 : Humidité relative de l'air (%).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
H (%)	70,7	76,2	74,7	72,0	74,0	78,2	76,7	68,7	70,0	78,3	74,0	73,7

I.4.4.Les Vents

Ils ont une influence directe sur le sol, la végétation et d'autres facteurs tels que les précipitations et l'évapotranspiration. Leur fréquence est grande durant toute l'année, car tous les mois enregistrent une vitesse du vent supérieure à 2,3 m/s. Elle atteint 3,8 m/s en Avril.

Cette fréquence et ces vitesses relativement élevées font que la zone du périmètre de HESSAIN est ventée et exposée aux vents forts, lesquels peuvent atteindre 26 m/s en Décembre, d'où la nécessité de la mise en place de brise vent.

Tableau I.6: Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mais	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Vent (m/s)	3,5	3,3	3,7	3,8	3	3,1	2,7	2,3	2,7	3	3,1	3,3

I.4.5.Insolation :

Les valeurs mensuelles moyennes observées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I.7: durée mensuelle de l'insolation totale en (heures).

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
I (H)	370,9	348,7	305,7	300,9	308,7	303,8	370,7	391,8	434,8	436,1	442,6	418,1

(Source ONM)

I.4.6.L'évaporation

Tableau I.8: Durée mensuelle de l'évaporation totale en (heures).

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Été			Année
Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	
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)

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).

I.4.7. Autres paramètres climatiques

Dès l'abord, il faut noter que certains phénomènes climatiques ou paramètres dits « secondaires » ne se manifestent pas au niveau de la zone d'étude. Ainsi il en est du brouillard (0,16 jours/an), des gelées (0,16 jours/an), des orages (0,05 jours/an), de la grêle (00 jours/an), de la neige (00jours/an), du sirocco (00 jours/an) et des tempêtes (00 jours/an).

I.5. Les caractéristiques bioclimatiques

De nombreux paramètres climatiques interfèrent sur le milieu, notamment la végétation et les cultures qui subissent et utilisent conjointement tous ces paramètres, leurs effets pouvant s'additionner ou se compenser. Il est donc utile d'appréhender de façon synthétique ces éléments. Cette approche est celle du bioclimat, qui sera appréhendé à travers l'indice d'aridité de De. Martonne, le diagramme de L. Emberger, la méthode de H. Gaussen et F. Bagnouls.

I.5.1. Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice caractérise aussi l'aridité du climat, il tient compte de la température moyenne annuelle (T en °c) et de la pluviométrie annuelle (P mm). La formule de calcul s'écrit :

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

Avec :

- ✓ I : Indice d'aridité ;
- ✓ P : Précipitation annuelle en (mm) ;
- ✓ T : Température moyenne annuelle ° C.

Tableau I.9 : Classification du climat selon de Martonne

Valeur de I_A	Type de climat	Irrigation
$I_A \leq 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A \leq 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Tableau I.10 : Indice d'aridité de De Martonne.

Station	P mm	T °c	I	Altitude (m)
Mostaganem	416	18,58	14,56	137

Le calcul donne un indice d'aridité de 14.56. D'où notre climat est sec, on conclue que l'irrigation est souvent indispensable.

I.5.2. Quotient pluviométrique et Climagramme d'Emberger

De nombreuses formules ont été établies pour caractériser le climat en ALGERIE. Emberger (1930-1935) a mis au point un indice climatique en tenant compte des paramètres suivants :

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2} \dots\dots\dots \text{(I.2)}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales (Kelvin)

m : moyenne des températures minimales (Kelvin)

$$M = 29,8 + 273 = 302,8 \text{ K}$$

$$m = 9,4 + 273 = 282,4 \text{ K}$$

$$Q = 2000 \cdot \frac{416}{(302,8)^2 - (282,4)^2} = 69,69$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure I.3), Cette valeur indique que le climat est de type semi-aride à hiver tempéré à chaud.

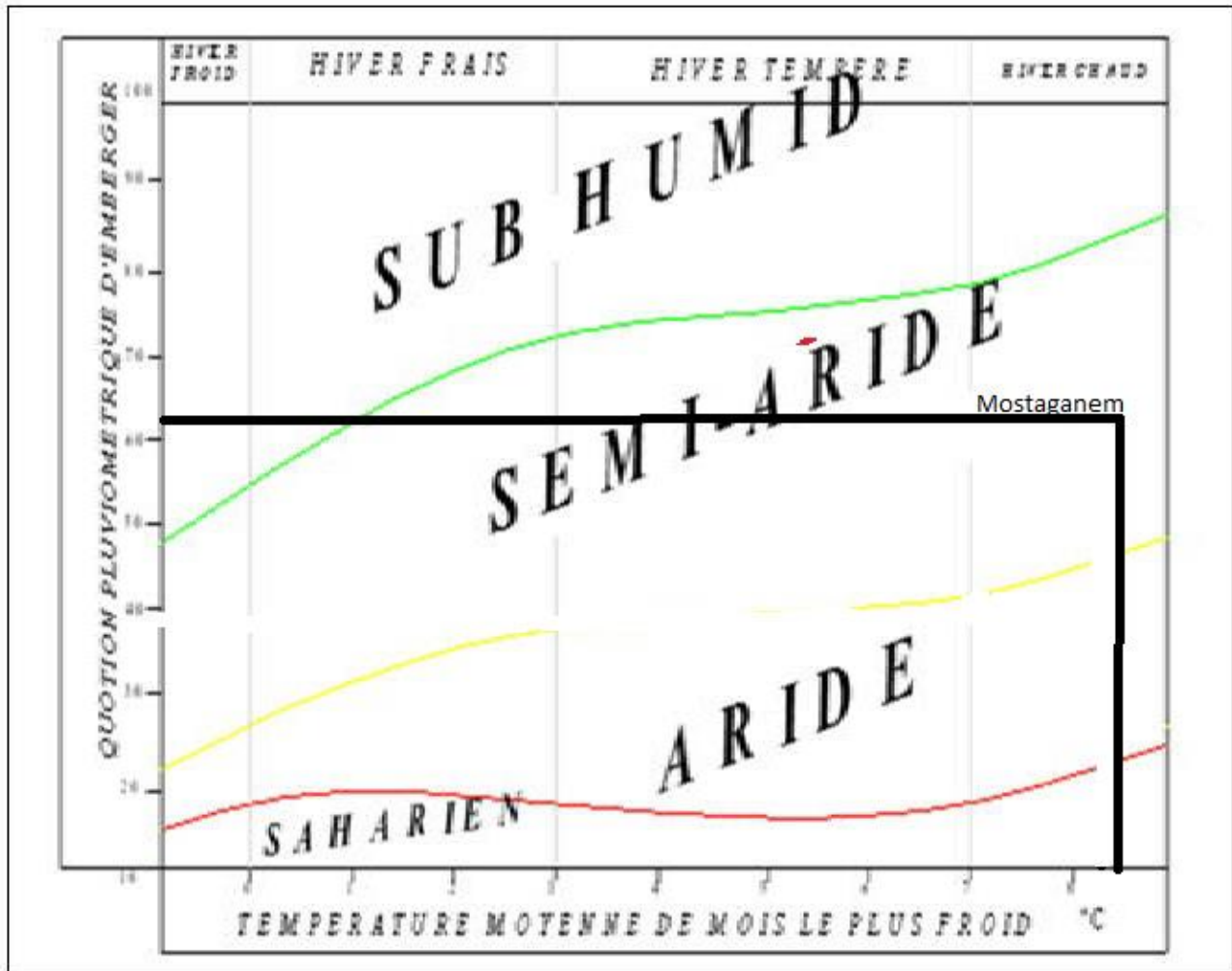


Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d'Emberger (Station de mostaganem)

I.5.3. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Ce diagramme est conçu de la manière suivante : En abscisse les mois de l'année, en ordonnées, à droite de l'échelle on a les températures et à gauche de l'échelle on a les précipitations à une valeur doublée. L'aire délimitée par les deux courbes détermine la période et la durée de la saison sèche. La détermination de cette période est d'une grande importance pour l'hydrogéologie afin de pouvoir estimer les besoins en eau.

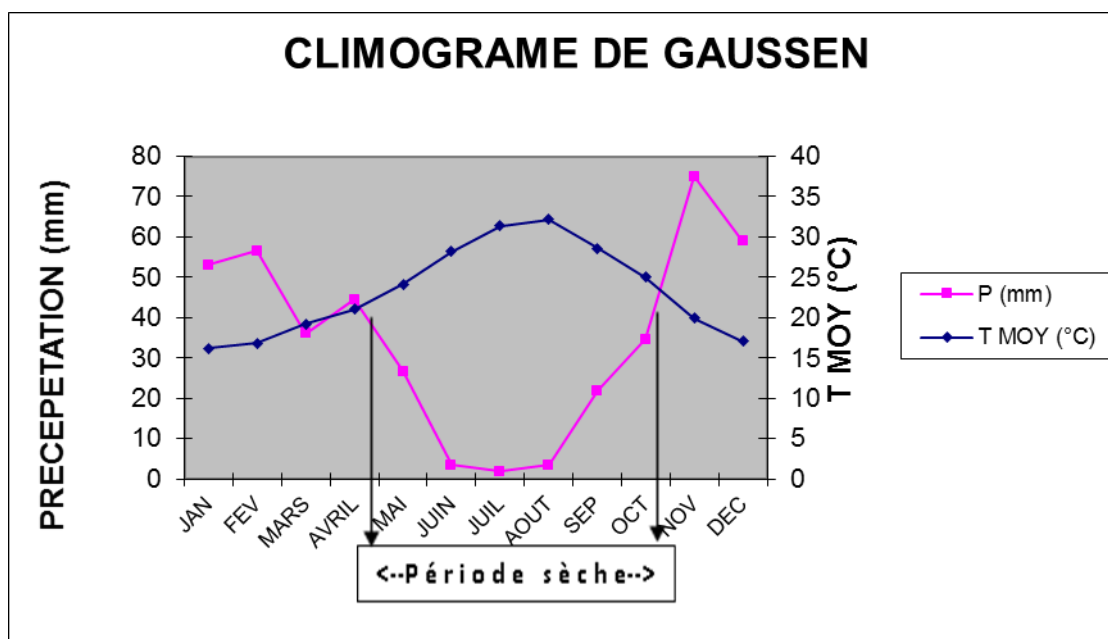


Figure I.5 : Diagramme de Gausse pour la zone du projet

Interprétation :

Il ressort que pour la station de Mostaganem à laquelle s'assimile le périmètre de Hessaine, la période sèche s'étale de mi-avril à la mi-octobre, soit six mois pendant lesquels l'irrigation est indispensable.

I.6. Etude socio-économique de la zone d'étude

Cette analyse concerne les communes Hessaine dont une partie de leurs territoires respectifs constitue la zone d'accueil du projet. Comme la commune constitue l'unité administrative et statistique de base, l'approche consiste à mettre en exergue les conditions de vie et de production des populations concernées. Le but recherché est de déterminer les déficits, et de cerner donc les besoins de ces populations dans divers domaines (emploi, habitat, santé, raccordement aux réseaux, etc.). La démarche est basée sur l'analyse d'un certain nombre d'indicateurs liés aux aspects démographiques, sociaux et économiques. Concernant ce dernier aspect, une attention particulière sera accordée au secteur de l'agriculture et de l'élevage, étroitement lié aux objectifs de la présente étude.

I.6.1 Indicateurs démographiques

Paramètres socio-économique dynamique et déterminant de l'état des lieux, la démographie vise à traiter la tendance générale qui se dégage de l'évolution des populations vivant dans la zone d'accueil du projet durant la période considérée. De même qu'elle se propose d'identifier la relation de ces populations à leur territoire communale et ce, à travers la dispersion de la population et la densité. Par ailleurs, l'appréciation de la répartition par âge rend compte de divers besoins actuels et futurs (santé, éducation, emploi, etc.).

Tableau I.11 : Aspects démographiques.

Paramètre	Caractéristiques et indicateurs	Commune
		Hessaine
Evolution population	Population RGPH 2008 (hab.)	21677
	Population 2013 (hab.)	24119
	Taux d'accroissement annuel (%)	1,9
Densité population	Population 2013 (hab.)	24119
	Superficie (Km ²)	71
	Densité (Hab. / Km ²)	340
Répartition population par âge	0 – 5 ans	2838 (12 %)
	6 – 24 ans	9 150 (38 %)
	25 – 59 ans	10 637(44 %)
	+ 60 ans	1 494 (6 %)

(Source réalisé à partir des données DPSB, 2013 et RGPH, 2008)

Selon Les données du R.P.GH et D.P.S.B, La population totale de la commune de Hessaine est estimée à la fin de l'année 2013 à plus de 24 119 personnes contre 21 677 en 2008 soit une augmentation absolue d'environ 2 442 personnes et un taux d'accroissement supérieur de la moyenne de la wilaya de l'ordre de 1,9%.

I.7. Conclusion

D'après l'analyse des paramètres climatiques, hydrologiques et hydrographiques, on peut dire que notre zone d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.

Vu l'aridité de la zone d'étude, l'introduction de l'irrigation s'avère donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture.

CHAPITRE II :
ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

CHAPITRE II : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

II.1.Introduction

L'objectif visé par le présent chapitre consiste en l'évaluation des potentialités édaphiques du périmètre, de faire ressortir les contraintes à l'aménagement hydro agricole et d'en déduire par conséquent l'aptitude culturale des différentes unités pédologiques.

II.2.Etude pédologique

La pédologie est une science qui étudie les caractéristiques du sol, elle est donc une phase primordiale dans tout projet d'aménagement agricole.

II.2.1. Levé pédologique

Il a été réalisé par le biais de profils creusés mécaniquement et par l'observation des coupes naturelles existantes. La profondeur des profils creusés ne dépasse pas généralement 1 m avec une largeur de 1 m. La surface brute levée est de l'ordre de 120 Ha ; 5 profils ont été creusés, selon les unités géomorphologiques, l'occupation des sols et l'accessibilité du terrain.

Soit une densité d'une observation pour 16 Ha (400m ,400m). Tous les profils creusés ont fait l'objet d'une description détaillée horizon par horizon.

II.3.Ressources en sols :

II.3.1 Périmètre EL HASSIANE :

II.3.1.1 Considérations générales :

L'appréciation des ressources en sols du périmètre EL HASSIANE, s'est basée sur une prospection pédologique plus fine afin de cerner toutes les contraintes susceptibles de limiter leur utilisation, étant donné que ces sols sont localisés dans une plaine à pente nulle et occupés par une végétation halophile plus ou moins dense.

A- Etude morphologique des sols :

In situ, tous les profils creusés et échantillonnés ont été étudiés du point de vue morphologique, selon une fiche standard qui comprend :

- Les coordonnées des profils, déterminés à l'aide d'un GPS avec une projection WGS 84
- Une description de l'environnement du profil, à savoir :
 - ✓ La géomorphologie
 - ✓ La géologie du substrat rocheux
 - ✓ La végétation
 - ✓ La pente en %
 - ✓ Les aspects de surface
 - ✓ Les formations superficielles (charge caillouteuse en %)
 - ✓ L'état de la parcelle où se localise le profil.

- Le drainage interne du profil
- L'épaisseur en cm des profils et de chaque horizon
- La composition granulométrique (texture) vérifiée selon le triangle de texture américain USDA, après réception des résultats du laboratoire
- La couleur des horizons selon le code Munsell
- La réaction du sol au contact du HCl dilué et les niveaux d'effervescence des carbonates (nulle, très faible, moyen, forte, très forte)
- La structure des sols ou le mode d'assemblage des particules avec une évaluation de la porosité du sol en fonction du volume des vides
- La détermination de la matière organique, ainsi que le type d'enracinement.

B- Etude analytique des sols :

L'étude analytique au laboratoire a porté sur une série d'analyses physico-chimiques et hydrodynamiques, à savoir :

- L'analyse granulométrique (% argiles, % limons, % sables)
- Le dosage du Carbone
- La matière organique
- Le calcaire total et actif en %
- La conductivité électrique
- La capacité d'échange cationique (CEC en équivalent/100 g de terre)
- Le pH de tous les échantillons

N.B : Cette dite étude a été faite par le BET BENDER

C- Niveaux et normes d'appréciation :

En vue de faciliter la compréhension de la démarche adoptée, nous présentons d'une manière succincte les principales normes et niveaux d'interprétation (Texture, calcaire actif, salinité et les niveaux d'hydromorphie) des résultats d'analyses des sols.

Texture : Les classes de texture sont déterminées à partir des données de l'analyse granulométrique et grâce au triangle des textures USDA.

Hydromorphie : On distingue les niveaux suivants :

- Sols à hydromorphie nulle : ne présentant pas de pseudo-Gley ni de Gley à moins de 120cm.
- Sols à hydromorphie très faible : Sols à pseudo-Gley situé entre 30 et 120 cm de profondeur.
- Sols à hydromorphie faible : à pseudo-Gley situé entre 50 et 80 cm de profondeur, absence Gley.
- Sols à hydromorphie assez forte : à pseudo-Gley, 50 et 80 cm de profondeur, absence Gley.
- Sols à hydromorphie assez forte : à pseudo-Gley, 00 et 50 cm profondeur, Gley au-delà de 80 cm.

Salinité : Interprétée en fonction d'une échelle en termes de conductivité électrique de l'extrait aqueux au 1/5, mis en place par un laboratoire Américaine. On distingue les niveaux suivants :

- 00 - 0,6 mmhos/cm : Non salins.
- 0,6 - 1,2 mmhos/cm : Peu salins.
- 1,2 - 2,4 mmhos/cm : Salé.
- 2,4 - 06 mmhos/cm : Fortement salé.
- > 06 mmhos/cm : Extrêmement salé.

Calcaire Actif : Les limites adoptées sont :

- 00-07% : Faible.
- 07-12% : Moyennement riche.
- 12-25% : Riche.
- Sup à 25% : Très riche.

II.3.2. Classification des sols

La prospection pédologique, conjuguée aux analyses physico - chimiques des profils échantillonnés, a permis de reconnaître une seule classe qui est celle des sols halomorphes. Ces sols, actuellement occupés par une végétation spontanée (*Salsola vermiculata*) couvrant par endroits 100% de la surface, présentent un profil peu différencié de type AC, à structure non dégradée.

Ces unités homogènes seront décrites en détail par des profils représentatifs des unités pédologiques avec une évaluation des valeurs agronomiques de chaque unité pédologique.

II.3.2.1 .Description d'un profil type Profil n°1

A- Données générales :

Géomorphologie : plaine

Pente : 0 – 3%

Occupation actuelle : végétation à base de NJIL couvrant 100% la surface

Aspect de surface : /

Coordonnées : X = 00° 08' 34,8'' Y= 35° 42' 53,5''

Classification :

Classe : Sols halomorphes

Sous Classe : à structure non dégradée

Groupe : Sols salins

Sous-Groupe : à caractères vertique

B- Description morphologique du profil :

- 0 – 30 cm : sec, couleur 2,5Y5/2, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne avec des légères fentes de retrait de 1 à 2 cm de largeur, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.

- 30 – 60 cm : sec, couleur 2,5Y5/4, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, pas de charge, quelques radicelles, activité biologique faible, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette
- 60 – 90 cm : sec, couleur 2,5Y5/6, texture argileuse, structure massive, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hc calcaire en amas friables, transition nette
- +90 cm : roche mère argile

C- Résultats analytiques :

Numéro du profil		P01			
Coordonnées		X	00 08 34,8	Y	35 42 53,5
Code laboratoire numéro		13	14	15	
Horizons		H1	H2	H3	
Profondeur en cm		0-30	30-60	60-90	
Granulométrie (en %)	A	46,60	47,40	48,50	
	LF	30,70	31,60	32,10	
	LG	17,30	16,40	17,20	
	SF	4,60	3,60	1,20	
	SG	0,80	1,00	1,00	
Caco ₃ Total (en %)		20,00	21,00	23,63	
Caco ₃ Actif (en %)		10,86	11,50	12,30	
CEC (en méq /100 g)		22,36	23,27	23,80	
PH (au 1/5)		8,08	8,12	8,01	
C.Emmhos/cm. (1/5)		2,84	3,38	4,01	
C %		1,05	0,66	0,58	
MO %		1,81	1,14	1,00	
Gypse %		/	/	/	

II.3.2.2. Description d'un profil type Profil n°2**A- Données générales :**

Géomorphologie : plaine
Pente : 0 – 3%
Occupation actuelle : labour
Aspect de surface : /
Coordonnées : X = 00° 08' 32,3'' Y = 35° 42' 04,8''
Classification :
Classe : Sols halomorphes
Sous Classe : à structure non dégradée
Groupe : Sols salins
Sous-Groupe : à caractères vertique

B- Description morphologique du profil :

- 0 – 25 cm : sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne avec des légères fentes de retrait de 1 à 2 cm de largeur, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.
- 25 – 55 cm : sec, couleur 10YR4/2, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, pas de charge, quelques radicelles, activité biologique faible, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette
- 55 – 85 cm : sec, couleur 10YR4/4, texture argileuse, structure massive, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hc, transition nette
- +85 cm : roche mère argile

C- Résultats analytiques :

Numéro du profil		P02			
Coordonnées		X	00 08 32,3	Y	35 42 04,8
Code laboratoire numéro		40	41	42	
Horizons		H1	H2	H3	
Profondeur en cm		0-25	25-55	55-85	
Granulométrie (en %)	A	37,80	43,60	46,80	
	LF	21,50	24,10	31,30	
	LG	20,10	17,70	16,40	
	SF	14,40	11,00	4,30	
	SG	6,20	3,60	1,20	
Caco ₃ Total (en %)		17,63	22,60	26,40	
Caco ₃ Actif (en %)		9,45	11,58	12,60	
CEC (en méq /100 g)		17,70	20,33	22,30	
PH (au 1/5)		8,10	8,38	8,45	
C.Emmhos/cm. (1/5)		2,36	3,50	4,10	
C %		1,14	0,99	0,52	
MO %		1,96	1,70	0,90	
Gypse %		/	/	/	

II.3.2.3. Description d'un profil type Profil n°3**A- Données générales :**

Géomorphologie : plaine

Pente : 0 – 3%

Occupation actuelle : labour

Aspect de surface : /

Coordonnées : X = 00° 09' 07,8'' Y = 35° 42' 09,5''

Classification :

Classe : Sols halomorphes

Sous Classe : à structure non dégradée

Groupe : Sols salins

Sous-Groupe : à caractères vertique

B- Description morphologique du profil :

- 0 – 30 cm : sec, couleur 10YR4/3, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne avec des légères fentes de retrait de 1 à 2 cm de largeur, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.
- 30 – 60 cm : sec, couleur 10YR4/4, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, pas de charge, quelques radicelles, activité biologique faible, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette
- 60 – 90 cm : sec, couleur 10YR6/4 ,texture argileuse, structure massive, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hc , transition nette
- +90 cm : roche mère argile

C- Résultats analytiques :

Numéro du profil		P03			
Coordonnées		X	00 08 51,3	Y	35 42 07,1
Code laboratoire numéro		43	44	45	
Horizons		H1	H2	H3	
Profondeur en cm		0-30	30-60	60-90	
Granulométrie (en %)	A	44,40	46,70	48,40	
	LF	28,00	30,30	32,30	
	LG	16,80	15,60	16,20	
	SF	8,20	6,00	2,60	
	SG	2,60	1,40	0,50	
Caco ₃ Total (en %)		22,88	25,13	27,40	
Caco ₃ Actif (en %)		11,74	13,30	14,30	
CEC (en méq /100 g)		20,80	22,36	23,40	
PH (au 1/5)		8,20	8,32	8,50	
C.Emmhos/cm. (1/5)		1,80	2,46	4,70	
C %		1,06	0,79	0,42	
MO %		1,82	1,36	0,72	
Gypse %		/	/	/	

II.3.2.4. Description d'un profil type Profil n°4**A- Données générales :**

Géomorphologie : plaine

Pente : 0 – 3%

Occupation actuelle : labour

Aspect de surface : /

Coordonnées : X = 00° 08' 51,3'' Y = 35° 42' 07,1''

Classification :

Classe : Sols halomorphes

Sous Classe : à structure non dégradée

Groupe : Sols salins

Sous-Groupe : à caractères vertique

B- Description morphologique du profil :

- 0 – 30 cm : sec, couleur 2,5Y5/2, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne avec des légères fentes de retrait de 1 à 2 cm de largeur, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.
- 30 – 60 cm : sec, couleur 2,5Y5/4, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, pas de charge, quelques radicelles, activité biologique faible, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette
- 60 – 85 cm : sec, couleur 2,5Y5/6, texture argileuse, structure massive, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hc, transition nette
- +85 cm : roche mère argile

C- Résultats analytiques :

Numéro du profil		P04			
Coordonnées		X	00 09 07,8	Y	35 42 09,5
Code laboratoire numéro		46	47	48	
Horizons		H1	H2	H3	
Profondeur en cm		0-30	30-60	60-85	
Granulométrie (en %)	A	41,50	44,80	46,40	
	LF	25,40	28,10	30,60	
	LG	16,50	20,10	17,20	
	SF	11,00	5,80	5,00	
	SG	5,60	1,20	0,80	
Caco ₃ Total (en %)		21,50	26,50	28,40	
Caco ₃ Actif (en %)		10,64	12,36	13,80	
CEC (en méq /100 g)		19,65	21,29	22,60	
PH (au 1/5)		8,29	8,35	8,50	
C.Emmhos/cm. (1/5)		1,75	2,81	4,30	
C %		1,00	0,72	0,54	
MO %		1,72	1,24	0,93	
Gypse %		/	/	/	

II.3.2.5. Description d'un profil type Profil n°5**A- Données générales :**

Géomorphologie : plaine

Pente : 0 – 3%

Occupation actuelle : labour

Aspect de surface : /

Coordonnées : X = 00° 08' 49,2'' Y = 35° 41' 49,1''

Classification :

Classe : Sols halomorphes

Sous Classe : à structure non dégradée

Groupe : Sols salins

Sous-Groupe : à caractères vertique

B- Description morphologique du profil :

- 0 – 30 cm : sec, couleur 2,5Y5/4, texture limono argileuse, structure polyédrique fine à moyenne avec des légères fentes de retrait de 1 à 2 cm de largeur, pas de charge, nombreuses racines fines, bonne activité biologique, matière organique directement décelable, poreux, friable, effervescence moyenne à Hcl, transition nette.
- 30 – 60 cm : sec, couleur 2,5Y4/2, texture argileuse, structure polyédrique moyenne à grossière, pas de charge, quelques radicelles, activité biologique faible, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hcl, transition nette
- 60 – 92 cm : sec, couleur 2,5Y4/4 ,texture argileuse, structure massive, pas de charge, pas de racines, activité biologique nulle, matière organique non directement décelable, compact, faible porosité, forte effervescence à Hc , transition nette
- +92 cm : roche mère argile

C- Résultats analytiques :

Numéro du profil		P05			
Coordonnées		X	00 08 49,2	Y	35 41 49,1
Code laboratoire numéro		49	50	51	
Horizons		H1	H2	H3	
Profondeur en cm		0-30	30-60	60-90	
Granulométrie (en %)	A	44,30	46,90	47,40	
	LF	27,40	32,30	30,50	
	LG	20,30	15,60	17,10	
	SF	5,40	2,80	2,60	
	SG	2,60	2,40	2,40	
Caco ₃ Total (en %)		24,75	25,13	28,13	
Caco ₃ Actif (en %)		14,48	14,90	15,20	
CEC (en méq /100 g)		21,01	22,64	22,62	
PH (au 1/5)		8,40	8,35	8,25	
C.Emmhos/cm. (1/5)		1,70	3,75	5,07	
C %		0,87	1,19	0,64	
MO %		1,50	2,05	1,10	
Gypse %		/	/	/	

II.3.3. Interprétation et valeur agronomique :

Ces sols présentent des caractéristiques très contraignantes pour leur mise en valeur. Ces contraintes s'articulent principalement autour de :

- ✓ La forte colonisation du périmètre par le DJIL (*Salsola Vermiculata*), et d'autres plantes halophytes ;
- ✓ La texture très fine à dominance d'argile de haut en bas ;
- ✓ La structure moyenne en haut à massive en profondeur, avec une forte compacité des agrégats ;
- ✓ Des teneurs en sels faible à moyennes exprimées par des conductivités électriques oscillant entre 1 et 2 mmhos/cm de l'extrait aqueux au 1/5
- ✓ Des teneurs en calcaire actif variant entre 10 et 15% avec une moyenne de 12% dans l'ensemble des profils analysés ;
- ✓ Des Ph légèrement alcalins moyennement favorables à la nutrition des plantes.

II.4. Aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales des différentes unités pédologiques définies ont été établies en tenant comptes des paramètres édaphiques suivants :

- La profondeur du sol
- La texture du sol (selon la profondeur des racines de la culture)
- La structure des horizons en fonction de l'enracinement de la culture
- Présence d'éléments grossiers dans le profil
- L'hydromorphie
- La salinité du sol
- Le calcaire
- La réaction du sol (pH).

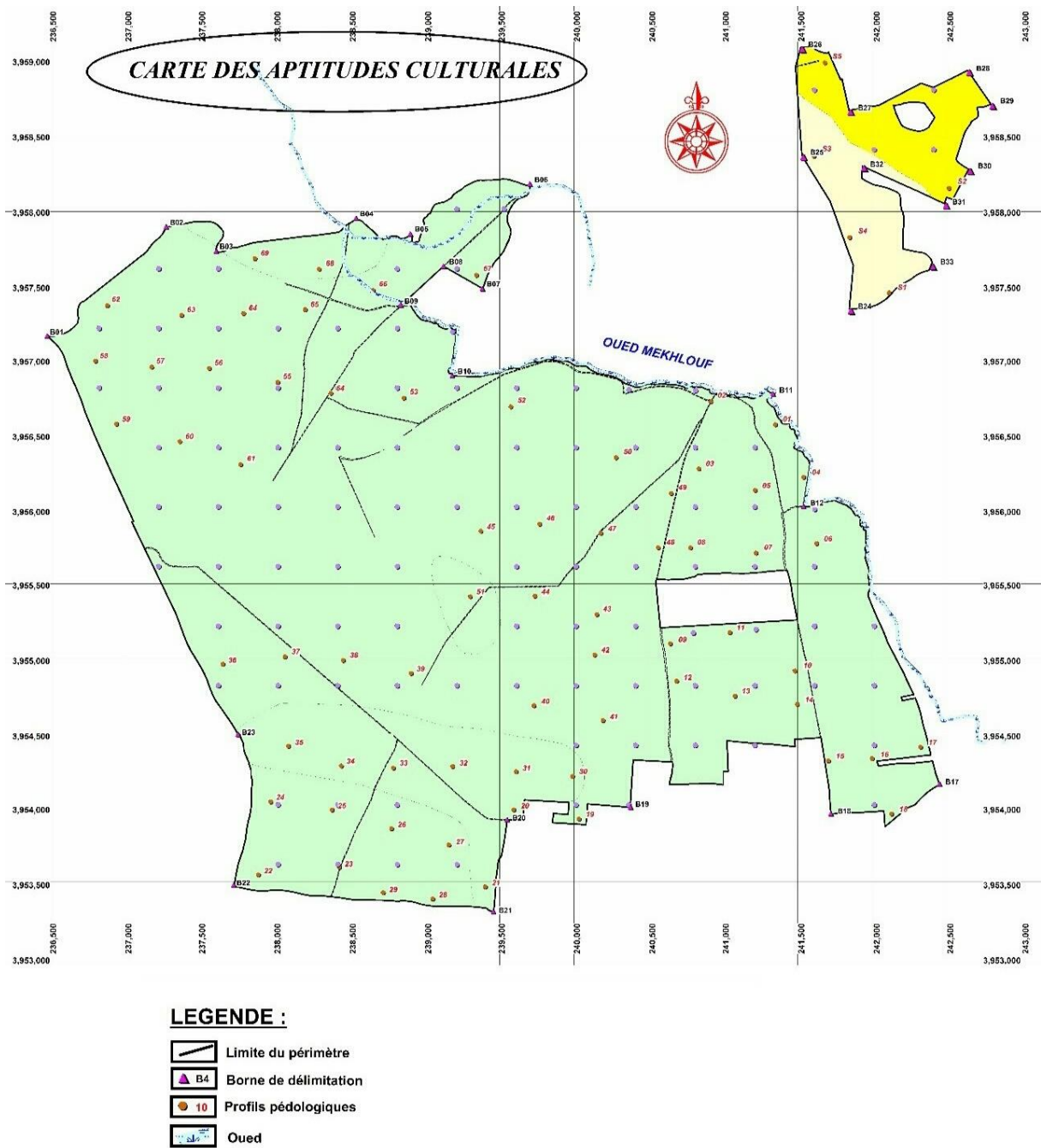


Figure II.1 : L'aptitude culturelle du périmètre

(Source BNEDER)

Tableau II.1 : Aptitudes culturale

N°	Cultures	N°	Cultures
1	l'orge	6	Betterave
2	Luzerne	7	Tomate
3	pomme de terre	8	Blé
4	Ail/ oignon vert	9	Haricot
5	carotte	10	Olivier

En tenant compte des contraintes et potentialités intrinsèques des sols du périmètre étudié, le choix des cultures a été élaboré sans tenir compte des considérations économiques qui pourraient orienter ce choix.

Les cultures céréalières, fourragères et maraîchères peuvent donner de bons rendements sur les sols. Les espèces non exigeantes en profondeur.

Etude foncière

Les terres formant le périmètre d’irrigation relève du domaine de l’état. La totalité des terres du périmètre à aménager sont des attributions effectuées dans le cadre de la réorganisation des terres agricoles appartenant à l’état. Il s’agit plus précisément d’une restitution des terres nationalisées par l’état à leurs anciens adjudicataires.

La taille des exploitations varie entre 4 ha et 10 hectares.

II.5. Qualité des sols

II.5.1. conductivités électriques

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

Tableau II.2:

Zone	Classification (ECe moyenne)	Nombre de profil	conductivité électrique .Emmhos/cm	
			Maximale (M)	Minimale (m)
Périmètre de hessain	ECe ≥ 2.5	5	5.07	1.70

Interprété en fonction d’une échelle au terme de conductivité électrique de l’extrait

- 00 - 0,6 mmhos/cm : non salins
- 0,6 - 1,2 mmhos/cm : peu salins
- 1,2 - 2,4 mmhos/cm : Salé
- 2,4 - 06 mmhos/cm : fortement salé
- > 06 mmhos/cm : Extrêmement salé

De notre périmètre la conductivité électrique supérieure à 1.2 mmhos/cm donc le sol salin alors nécessite de **lessivage**.

II.5.2. La perméabilité des sols

La perméabilité a été déterminée par les méthodes suivantes :

- a- Mesure au laboratoire.
- b- Méthode du « trou de sondage » (Houghoudt-Ernest, 1940)
- c- Evaluation en champs.

Tous les échantillons à structure conservée sont recueillis en double exemplaire dans des anneaux métalliques de 5 cm de diamètre intérieur et de 5,1 cm de longueur. Les échantillons sont saturés à l'eau.

Pour déterminer la perméabilité d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, on travaille sous charge constante.

Les classes de perméabilité retenues :

- ✓ Classe I : $K \leq 1$ cm/h \rightarrow sols très imperméables à ne pas irriguer
- ✓ Classe II : 1 cm/h $< K \leq 2$ cm/h \rightarrow sols imperméables à irriguer avec précautions
- ✓ Classe III : 2 cm/h $< K \leq 3$ cm/h \rightarrow sols imperméables à irriguer
- ✓ Classe IV : 3 cm/h $< K \leq 4$ cm/h \rightarrow sols perméables à irriguer
- ✓ Classe V : $K > 4$ cm/h \rightarrow sols très perméables, risque de perte d'eau.

Tableau II. 3: répartition des perméabilités

Zone pédologique	Profondeur (cm)	Perméabilité (cm/min)
Hessaine	0 -30	0.1493
	30 -60	0.1137
	60-100	0.45167

II.5.3. Porosité efficace ou porosité de drainage

C'est la porosité de drainage ou porosité efficace. Elle correspond à la fraction de la porosité qui « cède » son eau, lors du début de drainage.

$$u = \frac{\text{Volume des pores remplis d'air après drainage}}{\text{Volume total du sol}}$$

Tableau II.3 : la porosité pour le drainage et ses relations avec la texture et la structure du sol.

Texture	Structure	porosité pour le drainage (%)
Argile Limon argileux lourd	Massive, colonnaire Fine ou très fine	1 - 2
Argile Limon argileux Argile limoneuse Limon argileux sableux	Très fine ou fine, prismatique, polyédrique, cuboïde ou feuilletée	1 – 3

II.6. Occupation des sols : Analyse des systèmes de culture

L'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, tenant compte des différentes contraintes : d'ordres climatiques, et agro-pédologiques.

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

Les cultures	Surface occupé en %	Surface occupé en Ha
La céréaliculture : ▪ Orge grain	24.3	29.4
Les cultures fourragères : ▪ Luzerne	24	29
Le maraîchage : ▪ Pomme de terre ▪ Ail /Oignon vert ▪ Carotte	42.52	51.4
L'arboriculture : ▪ Olivier	9.18	11.1
Total	100	120.9

Tableau II.5 : le cycle végétatif des cultures.

Cultures	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JN	JT	A
Orge			—	—	—	—	—	—	—			
luzerne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pomme de terre (S)		—	—	—	—							
Oignon/ail	—	—	—	—	—							
Tomate							—	—	—	—		
Carotte	—	—	—	—	—							
Olivier	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

II.7. Identification des principaux types d'assolement

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

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau IV.6:

Tableau IV.6 : Les assolements proposés

Assolement 1	Assolement 2
Luzerne	Orge grain
Orge	Blé
Tomate	Ail + Oignon vert
Pomme de terre	Haricot
Carotte	Betterave
Arboriculture : Olivier	Arboriculture : Olivier

II.8. Conclusion

Le présent chapitre a été consacré à l'étude pédologique dans laquelle nous avons présenté les principales caractéristiques du sol, les unités pédologiques recensées et les contraintes de mise en valeur définies.

Les sols présentent généralement une texture limono-argileuse, avec une perméabilité moyenne.

CHAPITRE III :
RESSOURCES EN EAU -
HYDROLOGIE

CHAPITRE III : RESSOURCES EN EAU ET HYDROLOGIE

III.1.Introduction

L'eau est un élément constitutif majeur de la matière végétale, pour cela on va présenter dans ce chapitre les ressources en eau qui peuvent alimenter le périmètre Hessaine et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures.

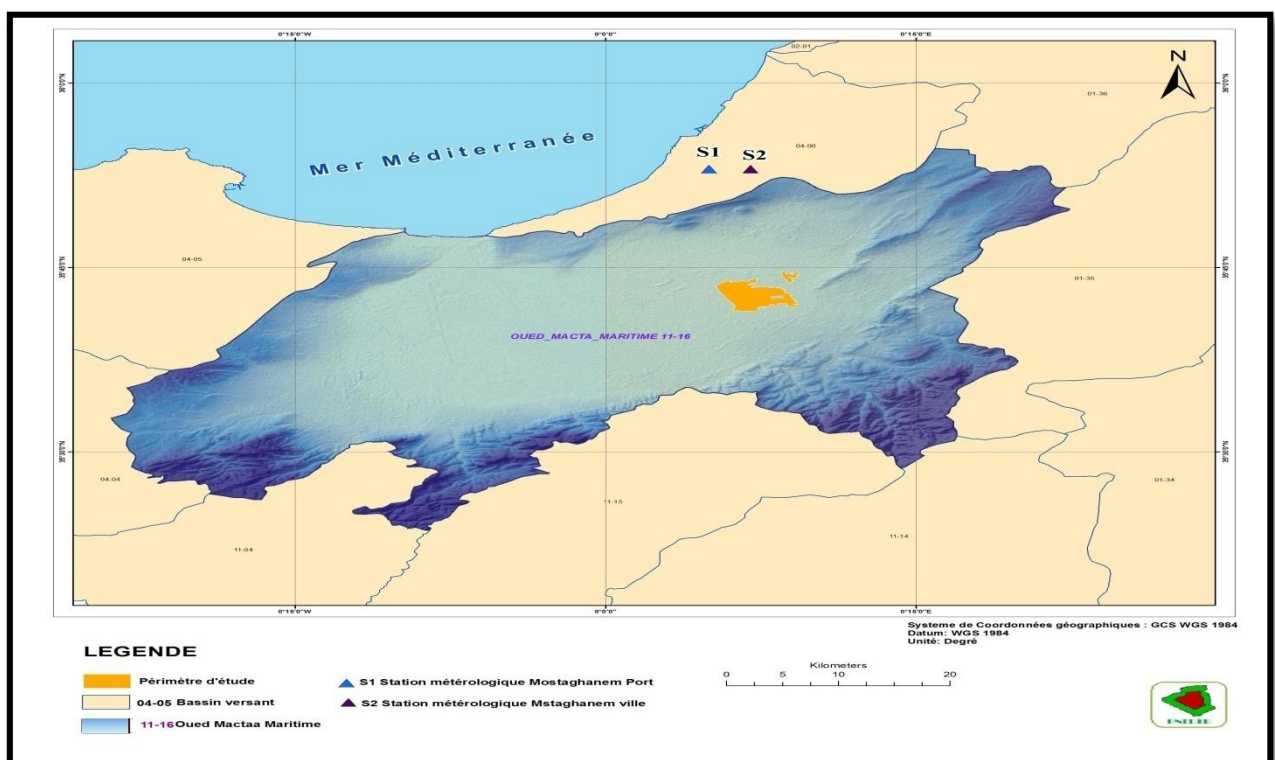
III.2. Collecte des données

La pluviométrie a été évaluée à base des observations au niveau des deux stations climatiques (station Mostaghanem ville et station Mostaghanem port) de 1990 à l'an 2013.

La station Mostaghanem ville est considérée comme la plus représentative du périmètre (17km).

Tableau III.1: Caractéristiques des stations pluviométriques.

Caractéristiques principales des stations pluviométriques				
Nom de La station	Coordonnées		Altitude (m)	Période de fonctionnement
	X	Y		
Mostaganem P (S₁)	35°53	0°5	2	1990-2013
Mostaganem V(S₂)	35°53	0°7	137	1990-2013



(Source BET BENDER)

Figure III.1 : Localisation des stations pluviométriques et hygrométriques

III. 3. Ressources en eaux :

L'eau, élément vital et indispensable pour toute activité agricole, fait que le périmètre de Hessaine en dépend étroitement pour son irrigation. Les analyses, hydrologiques et hydrogéologiques, sont à même de nous renseigner sur l'existence, la nature et la quantité de cette eau ainsi que sa qualité. Le périmètre s'étale sur le territoire de communes El Hassiane, et se localise dans la plaine de Bordjias dans une zone marécageuse. De prime abord, cette plaine qui se présente sous la forme d'un synclinal, laisse présumer l'existence d'aquifères assez importants.

Les eaux destinées à l'irrigation sont soit des eaux superficielles, soit des eaux souterraines :

III .3.1.Eaux de surface :

Le contexte géo climatique de la plaine des Bordjias qui s'illustre par un climat semi-aride marqué par deux saisons, l'une relativement humide d'octobre à avril et l'autre chaude et sèche, fait que la zone subit un important déficit en eaux superficielles. Mais la géomorphologie de dépression (cuvette) permet l'accumulation des eaux provenant des reliefs environnant.

III .3.2.Eaux souterraines :

Ce sont les eaux emmagasinées dans des aquifères et que l'on exploite par l'intermédiaire de forages et de puits selon leur profondeur. A travers une analyse de la géologie et l'hydrogéologie régionale et locale, on détermine l'existence de ces eaux souterraines.

III .4.Qualité des eaux

Les analyses d'eau recueillies auprès de l'ANRH ont été faites sur des prélèvements de différents forages et puits à l'entourage de notre périmètre d'étude «Hessaine». D'après l'étude hydrogéologique précédente, deux nappes sont à l'origine de l'ensemble des forages et puits analysés, à savoir :

- Nappe libre des grés du Calabrien ;
- Nappe captive des grés et sables de l'Astien.

III .4.1. Caractéristique physique et chimique des eaux des forages

Les caractéristiques physiques et chimiques des eaux d'irrigation du forage (Hassiane) sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau III .2: Résultat de l'analyse d'eau forage (Koubet Tedeles El Hassiane)

Elément	mg/l	még/l
Ca ⁺⁺	70	3.52
Mg ⁺⁺	82	6.7
Na ⁺	310	13.5
K ⁺	11	0.27
Cl ⁻	517	14.55
SO ₄	72	1.5
HCO ₃	383	6.27
CO ₃	0	0
NO ₃	2	0.03
Somme des cations	22.93még/l	
Somme des anions	22.35még/l	
Somme des ions	1432mg/l	
Résidu sec à 110°C	1400mg/l	
Minéralisation	1419mg/l	
Conductivité à 25°C	0.7mmhos/cm	
PH	7.14	
Turbidité (FTU)	2	

III.4.2 La salinité :

La teneur en sel des eaux d'irrigation joue un rôle important vis à vis des effets directe sur des végétaux et des risques de salinisations de sol qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

III.4.3 La conductivité électrique :

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale des eaux.

Tableau III.3 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation
C ₁	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C ₂	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C ₃	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée	ne convient qu'a des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C ₄	CE > 2,25	Eau de risque très élevée	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

Interprétation :

L'eau du forage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique CE = 0.7 mmhos/cm, donc le risque de salinité est moyen classe C₂. Ce qui présente un risque moyen, et convient pour les plantes moyennement tolérantes.

III.4.4 Le coefficient d'adsorption du sodium SAR (Sodium Absorption Ration)

Selon la concentration et le type d'ions présent dans l'eau pour apprécier les risques liés à une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin) on compare celle en ions Na⁺ et celle en ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ qui eux sont des agents de floculation au moyen des paramètres suivants :

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

Avec: Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

4 classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin :

Tableau III.4 : Classification des eaux en fonction du S.A.R

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

$$SAR = \frac{13.5}{\sqrt{\left(\frac{6.7+3.52}{2}\right)}} = 6$$

Dans notre cas on a le S.A.R = 6 ; Risque faible. Classe S1

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre barrage on se base sur le diagramme de Riverside, d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

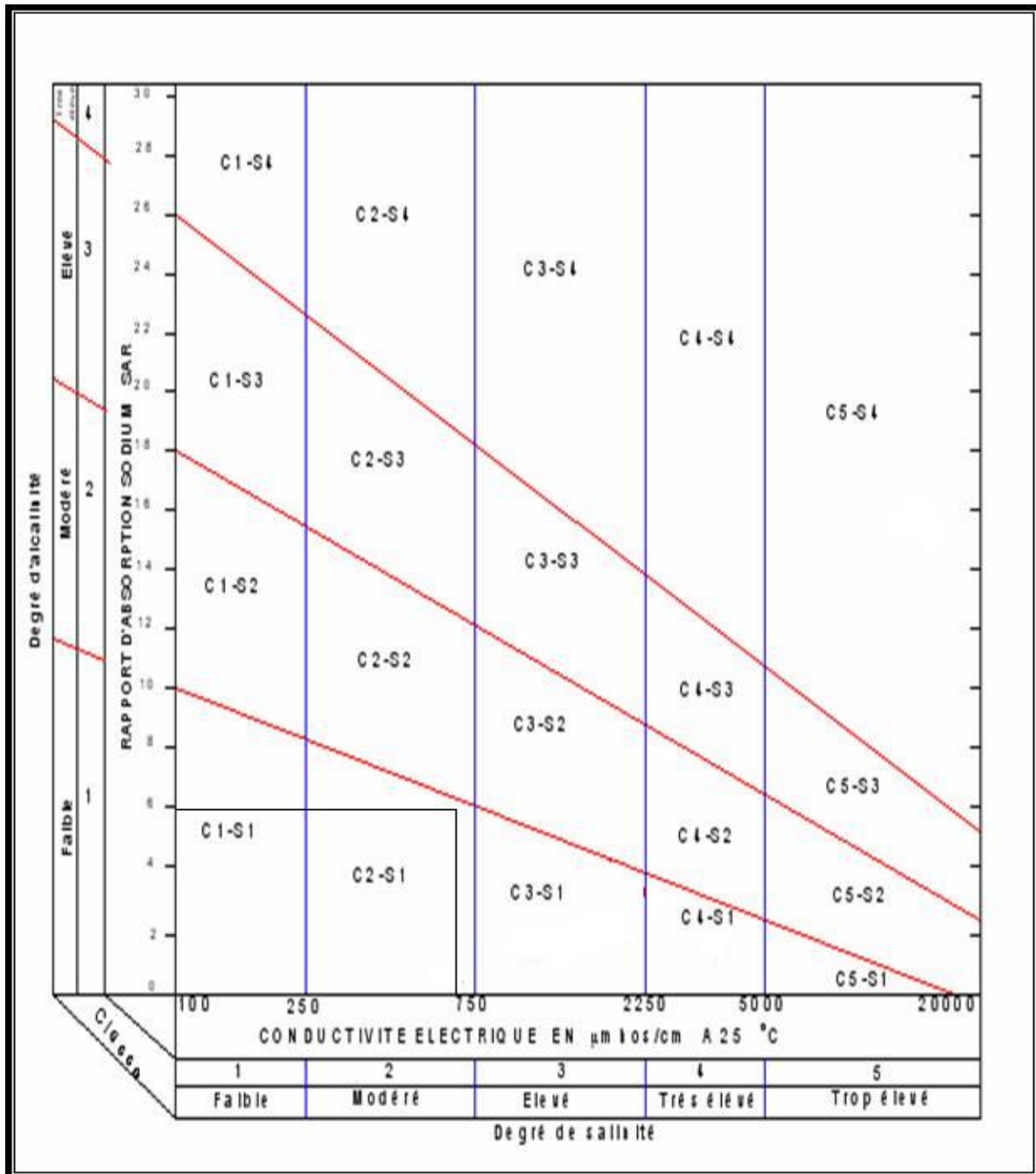


Figure III.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Interprétation :

On affirme que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation.

III.5. Etude hydrologique

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduits à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que la station la plus proche du périmètre : La station de Mostaganem ville.

III.5.1.Présentation de la station

La station de Mostaganem ville est prise comme station de référence, les caractéristiques de ce dernier sont résumées dans le tableau :

Tableau III.5 : Les caractéristiques de La station de Mostaganem ville

Caractéristiques principales de la station pluviométrique				
Nom de La station	Coordonnées		Altitude (m)	Période de fonctionnement
	X	Y		
Mostaganem V	35°53	0°7	137	1990-2013

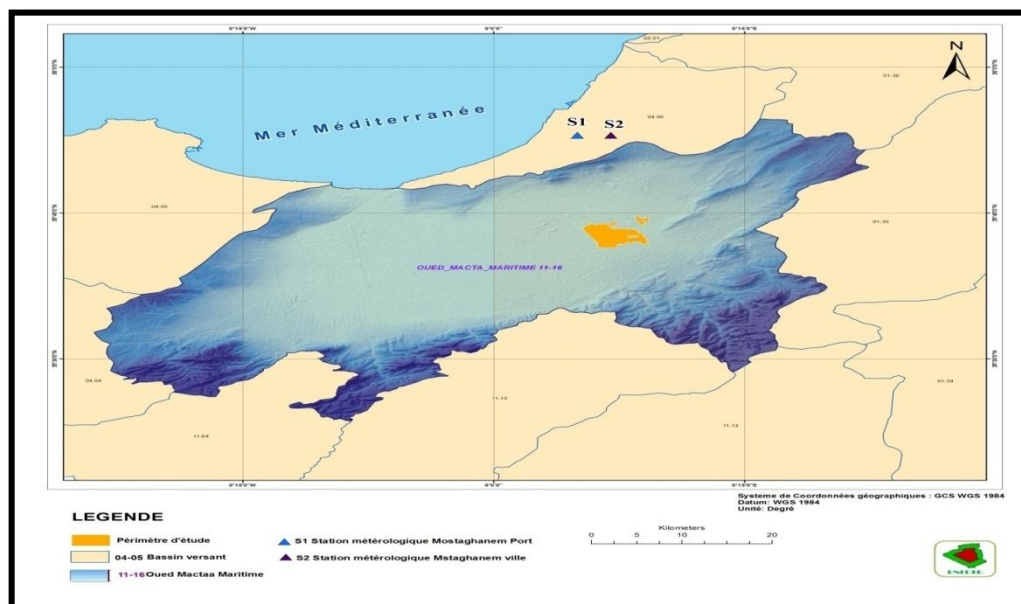


Figure III.3 : Localisation des stations pluviométriques et hygrométriques

III.5.2.Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station de Mostaganem ville, les données d'observation ont été collectées sur une période de (24) ans

Tableau III.6: Précipitation mensuelle de la station de Mostaganem ville

Mois Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNUEL
1990-1991	7.5	24.6	60	29.8	110.2	52.4	51.5	63.2	16.6	0	5.9	0.9	422.6
1991-1992	9	35.9	80.6	11.5	28.3	60.7	133.5	6.8	26.8	2	1.2	0.4	396.7
1992-1993	1.5	9.1	34.7	23.8	42.4	34.6	54	8.8	36.2	31.1	7.2	0.3	283.7
1993-1994	5.8	55.9	55.7	10	40	68.1	23	41.5	23.6	4.7	0	2.9	291.2
1994-1995	20.5	23.7	34.8	3	40.2	47.9	1.4	36.5	8.4	0	0.4	0	216.8
1995-1996	25	15	86	61	47	37	57	15	1	3	6	1	354
1996-1997	35	30	3	49	134	105	40	60	25	0	6	1	488
1997-1998	23	34	65	56	79	4	29.6	111	17	2	2	11	433.6
1998-1999	6	11	26	69	47	33	13	33	49	0	2	9	298
1999-2000	23	25	74	62	89	81	51	5	3	1	1	13	428
2000-2001	143	60	118	27	5	111	14	21	32	0.5	0	0.5	532
2001-2002	7	17	178	45	43	140	3	68	21	1	0	0.1	523.1
2002-2003	1	41	71	9	7	48.5	70	60	42	2	1	11	363.5
2003-2004	0	36	75	78	72	47	7	63	14	1	0	0	393
2004-2005	5	65	95	147	27	43	12	13	61	14	0	1	483
2005-2006	21	45	108	44	11	67	26	6	0.5	1	0	1	330.5
2006-2007	37	1	6	216	118	82	10	24	111	4	0	0	609
2007-2008	42	73	69	23	59	41	65	83	0	0	0.1	2	457.1
2008-2009	36	45	169	129	28	7	17	6	21	9	7	0	474
2009-2010	28	4	22	35	64	15	36	45	20	1	0	1	271
2010-2011	6	72	65	16	48	70	49	52	12	4	2	23	419
2011-2012	5	41	79	45	72	26	29	87	49	0	0	0	433
2012-2013	14	59	151	81	32	74	26	64	3	0	0	0	504
2013-2014	25	6	75	145	69	62	46	94	48	0	3	2	575
Moyenne	21.9	34.6	75.0	59.0	54.7	56.6	36.0	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4	415.8

(Source l'ONM)

III.5.3. Etude de l’homogénéité de la série pluviométrique :

L’homogénéité est une analyse statistique de l’information aidant à une prise de décision conséquence.

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 ci-dessous.

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N1et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N2> N1 :

- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d’origine par ordre décroissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

$$W_{min} < W_y < W_{max}$$

Avec : W_y :Somme des rangs des sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N_1+N_2+1)*N_1-1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1*N_2(N_1+N_2+1)}{12} \right)^{0.5} \right] \dots\dots\dots(III.2)$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{min}] \dots\dots\dots(III.3)$$

N₁=11 et N₂=13

Le tableau suivant détaille le procédé de test d’homogénéité des pluies de notre station :

Tableau III.7 : Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	La Série P (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI(mm)	X union Y
1	422.6	422.6	523.1	609	Y
2	396.7	396.7	363.5	575	Y
3	283.7	283.7	393	532	Y
4	331.2	331.2	483	523.1	Y
5	216.8	216.8	330.5	504	Y
6	354	354	609	488	X
7	488	488	457.1	483	Y
8	433.6	433.6	474	474	Y
9	298	298	271	457.1	Y
10	428	428	419	433.6	X
11	532	532	433	433	Y
12	523.1		504	428	X
13	363.5		575	422.6	X
14	393			419	Y
15	483			396.7	X
16	330.5			393	Y
17	609			363.5	Y
18	457.1			354	X
19	474			331.2	X
20	271			330.5	Y
21	419			298	X
22	433			283.7	X
23	504			271	Y
24	575			216.8	X

En se basant sur le test de Wilcoxon, on obtient :

$W_y = 140$, $W_{min} = 103.17$; $W_{max} = 171.83$.

Donc : $103.17 < W_y < 171.83$

La condition de Mr Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de Mostaganem est homogène à seuil de $(1-\alpha)$ avec $\alpha=0.05$.

III.6. Ajustement statistique des pluies

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

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

III.6.1 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 sinusite, 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.6.2. 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 :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} \dots\dots\dots(\text{III.4}) \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

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 (par la formule de Hazen par exemple).
- Variable réduite de gauss $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$
- 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 : $xp\% = \bar{x} + \sigma \cdot up\%$

- \bar{x} : Moyenne arithmétique ;
- $xp\%$: 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.8 et au Figure III.4

Tableaux III.8 : Ajustement à la loi normale

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
P. Retour	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9000	544	27.5	490 - 598
5	0.8000	501	23.6	454 - 547
2	0.5000	417	20.2	378 - 457
1.25	0.2000	334	23.6	288 - 381

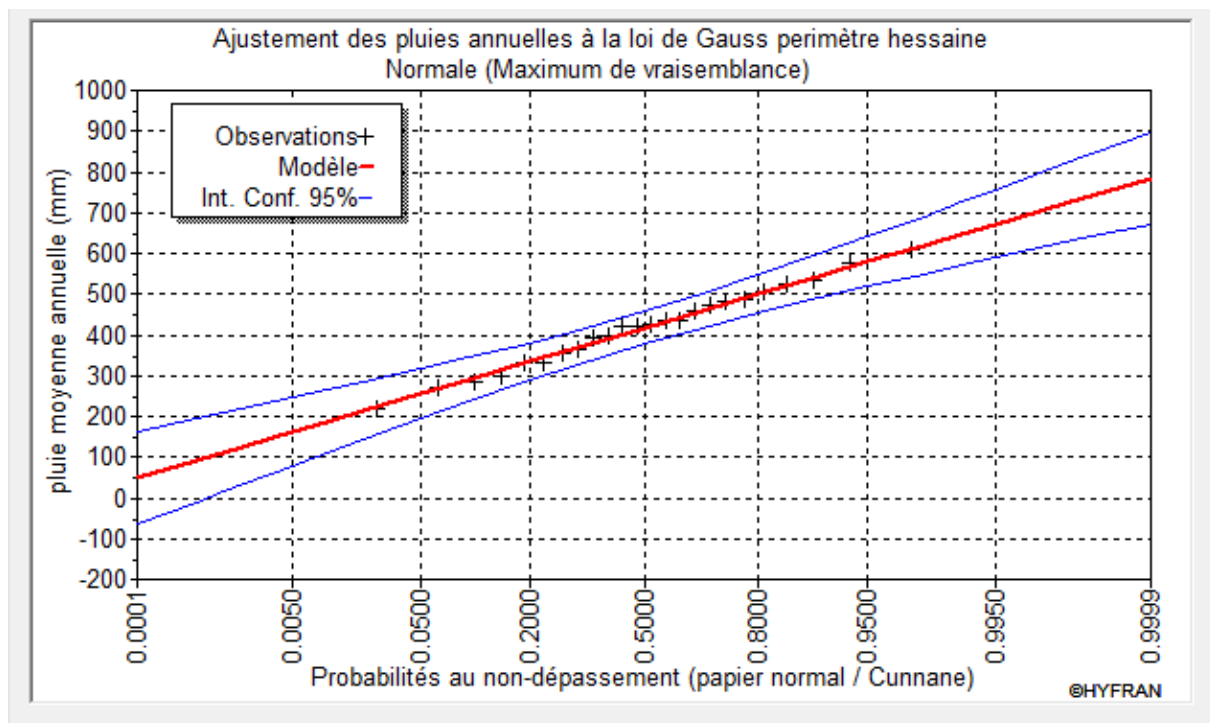


Figure III.4 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

III.6.3. Test de validité de l’ajustement à la loi choisie

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 le quel 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 :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X)dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(III.5)$$

$f(X)$: 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 :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ

III.6.4 Test de Khi carré pour la loi Normale

- ✓ On calcule χ^2 .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ :
- ✓ On détermine $\chi^2_{théorique}$ sur la table de Pearson (voir tableau III.9 ci après)

Avec : $\chi^2_{théorique} = g(\gamma, \alpha)$

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

Tableau III.9 : table du χ^2

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

D'après le logiciel HYFRAN, on obtenu les résultats suivantes :

$$\chi^2_{\text{calculé}}=2.83 \quad \gamma=4$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.83 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

Donc l'ajustement est à considérer

III.6.5. 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 :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad \dots\dots\dots(III.6) \text{ (Fréquence au non dépassement)}$$

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$$

Avec la valeur réduite u est donnée par :

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

Procédé de l'ajustement :

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

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

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

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

$$\sigma_{\ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots\dots\dots(III.7)$$

$$\sigma_{Ln} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots (III.8)$$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III.10 Et au Figure III.5

Tableaux III.10 : Ajustement à la loi log normale

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
P. Retour	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10	0.9000	561	21.0	484 – 639
5	0.8000	502	30.4	442 – 562
2	0.5000	405	21.0	364 – 447
1.25	0.2000	327	19.9	289 – 366

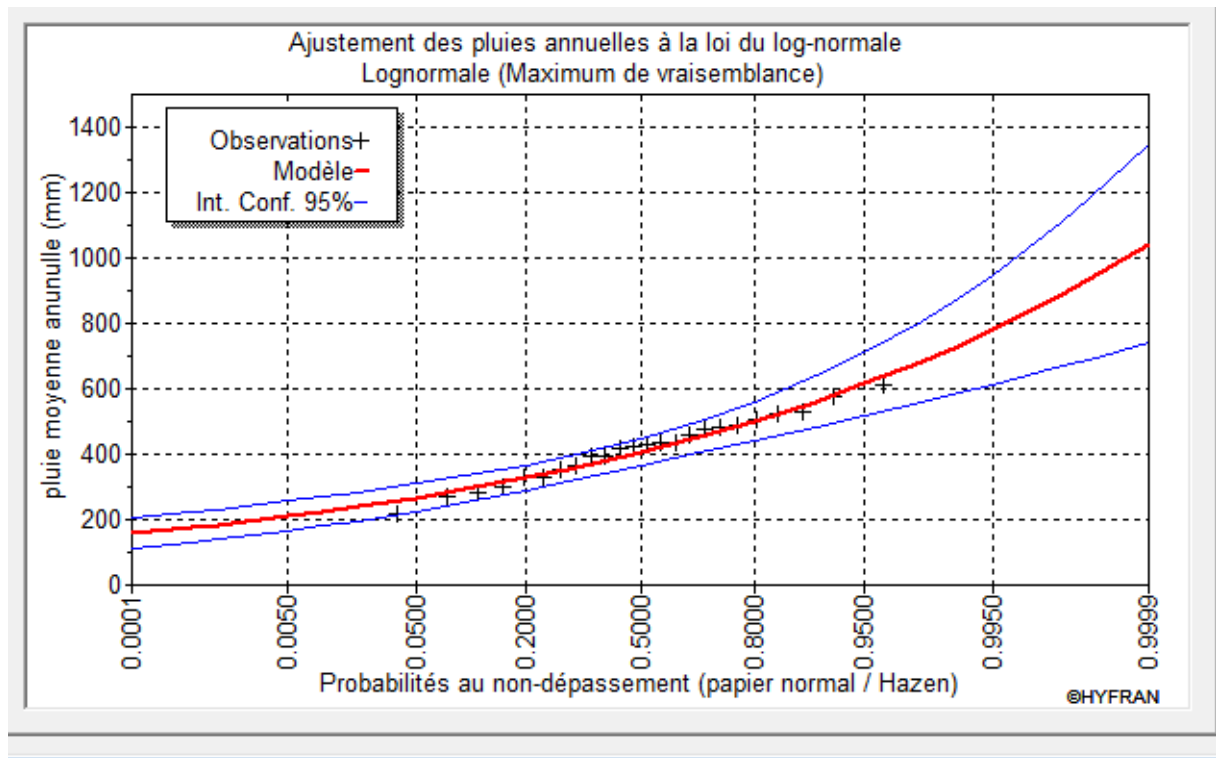


Figure III.5 : Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

III.6.6. Test de validité de l’ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

➤ **Test de Khi carré pour la loi de Galton**

- ✓ On calcule $\chi^2_{calculé}$.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté γ .
- ✓ On détermine $\chi^2_{théorique}$ sur la table de Pearson III.

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

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

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.25 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du χ^2 on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 2.25 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

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

III.7. 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 :

$$P_{\text{théorique } 80\%} = 334\text{mm.}$$

$$P_{\text{théorique } 50\%} = 417\text{mm.}$$

L'estimation de l'année sèche de fréquence sec 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_i, 80\% = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}} \dots \dots \dots (III.9)$$

Avec : i : mois

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

Tableau III.11 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.

mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$P_{i,moy}$ (mm)	21.9	34.6	75.0	59.0	53.0	56.6	36	44.5	26.7	3.4	1.9	3.4
$P_{moy80\%}$ (mm)	17.5	27.6	60.0	47.2	42.4	45.2	28.8	35.6	21.4	2.7	1.5	2.7

III.8 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons déterminé les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Quant à l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).

Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Galton, correspond le mieux dans notre projet.

Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que HYFRAN nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

CHAPITRE IV :
CALCUL DES BESOINS EN EAU
DES CULTURES

CHAPITRE IV : CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1.Introduction

Le chapitre suivant se présente à fin de quantifier les besoin en eau des cultures ; ainsi que leurs régimes d'irrigation qui correspond à un ensemble du nombre des dose et des dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures pour combler le déficit hydrique dans la couche active du sol.

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

IV.2. Besoins en eau des cultures

Les cultures pour se développer, puisent du sol, l'eau et les éléments nutritifs, la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas totalement absorbée par la culture, une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol ; l'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration, ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

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.3.L'évapotranspiration (E T)

On appelle évapotranspiration d'une culture la combinaison du phénomène physiologique de la transpiration et de celui, purement physique, de l'évaporation d'eau à la surface d'une feuille, et à la surface du sol sur lequel la culture est implantée. Comme pour la pluie, l'évapotranspiration d'une culture s'exprime en millimètres d'eau, c'est-à-dire en litres d'eau par mètre carré de surface du sol.

On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

IV.3.1.L'évapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle se fait soit à partir de stations (méthodes directes), soit à partir des données climatiques disponibles, à partir des méthodes empiriques.

IV. 3.1.1. Formule de Turc 1960 : basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{t}{(t + 15)} K \dots\dots\dots (IV.1)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour)

IV.3.1.2. Formule de Blaney- Criddle 1959 :

Elle utilise des paramètres facilement accessibles et introduit des coefficients culturaux susceptibles d'ajustement aux données locales éventuelles. Le facteur f (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P \dots\dots\dots (IV.2)$$

T : (°C) est la température moyenne

P : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

IV.3.1.3. Formule de Thornthwaite 1948 :

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times t^a}{I} \right) \times K \dots\dots\dots (IV.3)$$

t : est la température moyenne mensuelle (°C),

a : est fonction de l'indice thermique mensuel

K : coefficient d'ajustement mensuel.

IV.3.1.4. Formule Modifiée de Penman_Monteith

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

$$ETO = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots (IV.4)$$

Avec:

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

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

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

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

- u₂** : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],
- e_s** : pression de vapeur saturante [kPa],
- e_a** : pression de vapeur réelle [kPa],
- e_s-e_a** : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],
- D** : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],
- g** : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel (IRR-TECH V.3.0), où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Mostaganem ville :

- 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 l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel **CROPWAT V.8**, sont récapitulés dans le tableau IV.1

Tableau IV.1: données obtenu a partir du logiciel **CROPWAT V.8**

Mois	Temp Min(°C)	Temp Max(°C)	Hr%	Vent (m/s)	Isolation(Heurs)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET ₀ (mm /mois)
Janvier	9.4	16.3	72	3.5	6	9.8	62.67
Fevrier	10	17	67	3.3	7	13.1	62.19
Mars	12.2	18.4	63	3.7	7.7	16.9	91.83
Avril	13	19.2	60	3.8	8.6	20.9	112.21
Mai	16	21.7	53	3	9.5	23.7	133.39
Juin	19.2	23.9	46	3.1	10.7	25.9	143.45
Juillet	21.9	27.1	40	2.7	10.3	25	158.54
Août	23.6	29.8	44	2.3	10	23.4	165.93
Septembre	21.6	27.3	56	3.7	8.7	19.1	139.43
Octobre	17.5	23	60	3	7.1	14.2	86.54
Novembre	13.5	20	68	3.1	5.9	10.3	65.28
Decembre	10.1	17.4	72	3.3	5.5	8.8	57.05

IV.4. L'évaporation maximale de culture (ETM)

Elle exprime les besoins en eau des cultures suivant leur stade végétatif, Pour estimer l'évapotranspiration maximale (ETM) à partir de l'évapotranspiration de référence (ET₀), on utilise les coefficients culturaux (K_c), dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques observées. elle est donnée par la formule suivante :

$$ETM = Kc \times ET0 \dots\dots\dots (IV.5)$$

Kc : coefficient cultural

Et0 : évapotranspiration de référence.

Nous présenterons dans le tableau IV.2 ci-après les coefficients culturaux (Kc) des spéculations à envisager dans le périmètre :

Tableau IV.2: Coefficients culturaux (Kc) des cultures

culture	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Orge			0.3	0.4	0.53	0.9	1.05	1.1	0.6			
Luzerne						0,7	0,7	0,85	1,2	1,2	0,7	
Pomme de terre							0.5	0,8	1.05	0.75		
Oignon/ail		0,50	0,75	0,95	0,95	0,75						
Carotte	0,42	0,7	0,81	0,77	0,57							
Tomate							0.5	0.85	1.15	0.9		
Olivier	0,85	0,85	0,75	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,8	0,85	0,85

IV.5.La réserve facilement utilisable (RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement. Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité qui s'approche du point de flétrissement, on considère donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU). On considère généralement que la RFU correspond au 2/3 de la réserve Utile, selon le type de cultures.

On obtient donc :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a$$

Avec :

Y : degré de tarissement égal à 2/3

Da : densité apparente. égal 1.4

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(13)

Tableau IV.3 : Les profondeurs d'enracinement (m)

Culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Orge	0.5	0.55	0.6	0.6	0.6						0.3	0.5
Luzerne	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.4	0.4	0.7	0.9
Oignon/ail	0.4	0.4								0.4	0.4	0.4
Pomme de terre			0.3	0.4	0.6	0.6						
Carotte	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7							
Tomate			0.7	0.9	1.2	1.2						
Olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

IV.6. 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.6.1 Calcul de la pluie efficace

Elle est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur. C'est la pluie effectivement retenue dans la zone racinaire.

Pour l'estimation de la pluie efficace, nous avons pris en considération la méthode basée sur une fraction de la pluie totale (pourcentage), elle est détaillée comme suit :

$$P_{eff} = 0,8 \times P_{moy} \dots\dots\dots(\text{IV.6})$$

Avec :

P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

P_{moy} : pluie moyennes en (mm/mois).

Les calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau IV.4:Pluies efficaces calculées

Mois	Psec80% mm/mois	Pluie eff mm
Janvier	42.40	33.9
Février	45.2	36.2
Mars	28.8	23.0
Avril	35.6	28.4
Mai	21.37	17.1
Juin	2.71	2.2
Juillet	1.5	1.2
Août	2.7	2.2
Septembre	17.5	14.0
Octobre	27.6	22.1
Novembre	60.0	48.0
Décembre	47.2	37.7
Total (mm)	332.58	266

IV.6.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots(\text{IV.7})$$

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

E.T.M : évapotranspiration (mm/mois).

RFU : La réserve facilement utilisable

Peff : pluie efficace.

IV.6.3 Calcul des besoins brut **Bbrut**

C'est le volume d'eau d'irrigation exprimé en mm/j, nécessaire en pratique (compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

La formule employée est :

$$Bbrut = Bnet \times Ef \dots\dots\dots(IV.8)$$

Avec :

Ef : l'efficacité du réseau

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation qui dépend de l'efficacité du réseau, du transport et de l'uniformité de distribution.

Dans notre cas, on a considéré une efficacité globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus Égalé à 0,9.

IV.6.4 Calcul des doses de lessivage

Pour les sols salés, ou dans le cas où l'eau d'irrigation présente une salinité pouvant affecter les cultures, on ajoute une fraction de lessivage aux besoins d'irrigation ces besoins sont estimés comme suit : [(Rhoads et Merrill, 1976)].

$$Lr = CE_i / 5 (CE_{sm}) - CE_i$$

Avec:

Lr: Fraction de lessivage

CE_i : Conductivité électrique des eaux d'irrigation des eaux du forage :

CE_i = 0,7 mmhos/cm.

CE_{sm} : Conductivité électrique de l'eau du sol (pâte saturée) et tolérée par les cultures dans l'horizon de la zone racinaire (3.5 mmhos/cm)

On trouve : **Lr=4.17%**.

IV.6.5 Détermination les Besoin en eaux des cultures

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

Tableau IV.5 : Besoins en eau d'irrigation de L'orge

Orge								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	0	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Novembre	60.0	48	65,28	0,5	32,64	3,88	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,7	39,94	6,47	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,85	53,27	6,47	12,90	17,92
Février	45.2	36,2	62,19	0,95	59,08	7,11	15,77	21,90
Mars	28.8	23	91,83	0,65	59,69	7,76	28,93	40,18
Avril	35.6	28,4	112,21	0,55	61,72	7,76	25,56	35,49
Mai	21.37	17,1	133,39	0	0,00	7,76	0,00	0,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0	0,00	0	0,00	0,00
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0	0,00	0,00

Tableau IV.6 : Besoins en eau d'irrigation du Luzerne

Luzerne								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	5,17	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0,65	56,25	5,17	28,98	40,25
Novembre	60.0	48	65,28	0,7	45,70	5,17	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,8	45,64	5,17	2,77	3,84
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,9	56,40	5,17	17,33	24,07
Février	45.2	36,2	62,19	0,95	59,08	5,17	17,71	24,59
Mars	28.8	23	91,83	1,05	96,42	5,17	68,25	94,79
Avril	35.6	28,4	112,21	1,05	117,82	5,17	84,25	117,01
Mai	21.37	17,1	133,39	1,15	153,40	5,17	131,12	182,12
Juin	2.71	2,2	143,45	1,2	172,14	5,17	164,77	228,85
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	5,17	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	5,17	0,00	0,00

Tableau IV.7 : Besoins en eau d'irrigation de La Pomme de terre

pomme de terre								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	0	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0,5	43,27	0	21,17	28,64
Novembre	60.0	48	65,28	0,7	45,70	0	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	1	57,05	0	19,35	26,18
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,85	53,27	0	19,37	26,21
Février	45.2	36,2	62,19	0	0,00	0	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0	0,00	3,88	0,00	0,00
Avril	35.6	28,4	112,21	0	0,00	5,17	0,00	0,00
Mai	21.37	17,1	133,39	0	0,00	7,76	0,00	0,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0	0,00	7,76	0,00	0,00
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0	0,00	0,00

Tableau IV.8 : Besoins en eau d'irrigation de L'ail et l'Oignon vert

oignon /ail								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	0	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0,5	43,27	5,17	16,00	22,22
Novembre	60.0	48	65,28	0,75	48,96	5,17	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,95	54,20	5,17	11,32	15,73
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,95	59,54	5,17	20,47	28,43
Février	45.2	36,2	62,19	0,75	46,64	5,17	5,27	7,32
Mars	28.8	23	91,83	0	0,00	0	0,00	0,00
Avril	35.6	28,4	112,21	0	0,00	0	0,00	0,00
Mai	21.37	17,1	133,39	0	0,00	0	0,00	0,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0	0,00	0	0,00	0,00
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0	0,00	0,00

Tableau IV.9 : Besoins en eau d'irrigation de la carotte

carotte								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0,42	58,56	3,88	40,68	56,50
Octobre	27.6	22,1	86,54	0,7	60,58	5,17	33,30	46,26
Novembre	60.0	48	65,28	0,81	52,88	6,47	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,77	43,93	7,76	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,57	35,72	9,06	0,00	0,00
Février	45.2	36,2	62,19	0	0,00	0	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0	0,00	0	0,00	0,00
Avril	35.6	28,4	112,21	0	0,00	0	0,00	0,00
Mai	21.37	17,1	133,39	0	0,00	0	0,00	0,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0	0,00	0	0,00	0,00
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0	0,00	0,00

Tableau IV.10 : Besoins en eau d'irrigation de la betterave

betterave								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0,65	90,63	8,41	68,22	94,75
Octobre	27.6	22,1	86,54	1	86,54	12,94	51,50	71,53
Novembre	60.0	48	65,28	0,7	45,70	9,06	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0	0,00	0	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0	0,00	0	0,00	0,00
Février	45.2	36,2	62,19	0	0,00	0	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0	0,00	0	0,00	0,00
Avril	35.6	28,4	112,21	0	0,00	0	0,00	0,00
Mai	21.37	17,1	133,39	0	0,00	0	0,00	0,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0	0,00	0	0,00	0,00
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0,45	74,67	5,82	66,65	92,57

Tableau IV.11 : Besoins en eau d'irrigation de la tomate

Tomate								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	60.0	48	65,28	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	45.2	36,2	62,19	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0,5	45,92	11,50	11,42	15,85
Avril	35.6	28,4	112,21	0,85	95,38	24,14	42,84	59,50
Mai	21.37	17,1	133,39	1,15	153,40	19,67	116,63	162,00
Juin	2.71	2,2	143,45	0,9	129,11	1,98	124,93	173,51
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau IV.12 : Besoins en eau d'irrigation du haricot

Haricot								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0,9	125,49	9,06	102,43	136,57
Octobre	27.6	22,1	86,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	60.0	48	65,28	0	0,00	0	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0	0,00	0	0,00	0,00
Février	45.2	36,2	62,19	0	0,00	0	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0	0,00	0	0,00	0,00
Avril	35.6	28,4	112,21	0	0,00	0	0,00	0,00
Mai	21.37	17,1	133,39	0,4	53,36	5,17	31,09	41,45
Juin	2.71	2,2	143,45	0,5	71,73	6,47	63,06	84,07
Juillet	1.5	1,2	158,54	0,65	103,05	6,47	95,38	127,17
Août	2.7	2,2	165,93	0,95	157,63	9,06	146,37	195,16

Tableau IV.13 : Besoins en eau d'irrigation du blé

blé								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	27.6	22,1	86,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	60.0	48	65,28	0,5	32,64	3,88	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,7	39,94	6,47	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,85	53,27	6,47	12,90	17,45
Février	45.2	36,2	62,19	0,95	59,08	7,76	15,12	20,45
Mars	28.8	23	91,83	0,95	87,24	7,76	56,48	76,41
Avril	35.6	28,4	112,21	0,95	106,60	7,76	70,44	95,30
Mai	21.37	17,1	133,39	0,9	120,05	0,00	102,95	139,29
Juin	2.71	2,2	143,45	0,6	86,07	0,00	83,87	113,47
Juillet	1.5	1,2	158,54	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Août	2.7	2,2	165,93	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau IV.14 : Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

Olivier								
Mois	Pluie (mm)	Pluie eff (mm)	ETO (mm/mois)	Kc	ETM (mm)	RFU réelle	Besoin net (mm)	Besoin Bruts (mm)
Septembre	17.5	14	139,43	0,85	118,52	15,52	88,99	123,60
Octobre	27.6	22,1	86,54	0,85	73,56	15,52	35,94	49,91
Novembre	60.0	48	65,28	0,75	48,96	15,52	0,00	0,00
Décembre	47.2	37,7	57,05	0,65	37,08	15,52	0,00	0,00
Janvier	42.40	33,9	62,67	0,65	40,74	15,52	0,00	0,00
Février	45.2	36,2	62,19	0,65	40,42	15,52	0,00	0,00
Mars	28.8	23	91,83	0,65	59,69	15,52	21,17	29,40
Avril	35.6	28,4	112,21	0,65	72,94	15,52	29,01	40,30
Mai	21.37	17,1	133,39	0,65	86,70	15,52	54,08	75,11
Juin	2.71	2,2	143,45	0,8	114,76	15,52	97,04	134,78
Juillet	1.5	1,2	158,54	0,85	134,76	15,52	118,04	163,94
Août	2.7	2,2	165,93	0,85	141,04	15,52	123,32	171,28

IV.6.6 Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2

TableauIV.15 : Récapitulatif des besoins pour l’assolement 1

Mois	olivier	CARROTE	Luzerne	P.de terre	Tomate	orge	max	Tot
Septembre	123,60	56,50	0,00	0,00	0,00	0,00	123,60	180,11
Octobre	49,91	46,26	40,25	28,64	0,00	0,00	49,91	165,06
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	3,84	26,18	0,00	0,00	26,18	30,02
Janvier	0,00	0,00	24,07	26,21	0,00	17,92	26,21	68,19
Février	0,00	0,00	24,59	0,00	0,00	21,90	24,59	46,50
Mars	29,40	0,00	94,79	0,00	15,85	40,18	94,79	180,23
Avril	40,30	0,00	117,01	0,00	59,50	35,49	117,01	252,30
Mai	75,11	0,00	182,12	0,00	162,00	0,00	182,12	419,23
Juin	134,78	0,00	228,85	0,00	173,51	0,00	228,85	537,14
Juillet	163,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,94	163,94
Aout	171,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,28	171,28

TableauIV.16: Récapitulatif des besoins pour l’assolement 2

Mois	olivier	Blé	Betterave	Orge	Oignon	Haricot	max	Tot
Septembre	123,60	0,00	94,75	0,00	0,00	136,57	136,57	354,93
Octobre	49,91	0,00	71,53	0,00	22,22	0,00	71,53	143,66
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	15,73	0,00	15,73	15,73
Janvier	0,00	17,45	0,00	17,92	28,43	0,00	28,43	63,80
Février	0,00	20,45	0,00	21,90	7,32	0,00	21,90	49,68
Mars	29,40	76,41	0,00	40,18	0,00	0,00	76,41	145,99
Avril	40,30	95,30	0,00	35,49	0,00	0,00	95,30	171,09
Mai	75,11	139,29	0,00	0,00	0,00	41,45	139,29	255,85
Juin	134,78	113,47	0,00	0,00	0,00	84,07	134,78	332,32
Juillet	163,94	0,00	0,00	0,00	0,00	127,17	163,94	291,12
Aout	171,28	0,00	92,57	0,00	0,00	195,16	195,16	459,01

IV.7. Calcul du débit spécifique

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

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

$$q = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N \times T \times 3600 \times K} \text{ (l/s/ha) } \dots\dots\dots \text{ (IV.9)}$$

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

T : nombre des heures d'irrigation=24h

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

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

Nous avons :

Besoin max mensuel =537,14mm

$$Q_{sp} = (\text{besoin max} \cdot 10 \cdot 1000) / (3600 \cdot \text{Nbre de jour} \cdot \text{Nbre heure} \cdot \text{efficacité})$$

$$Q_{sp} = 2.76 \text{ (l/s /ha)}$$

Ce débit est important, ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement du réseau.

Pour y remédier, on choisit le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est Luzerne, qui, il est égal à : 228.85mm

$$Q_{sp} = 1.18 \text{ (l/s /ha)}$$

IV.8. 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 :

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

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

S : la superficie nette à irriguer = 120.9ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.18 \cdot 120.9$$

$$Q \text{ caractéristique} = 142.66 \text{ l/s}$$

IV.9 Estimation des volumes d'irrigation :

L'estimation de volume d'eau d'irrigation nous permettre d'évaluer le volume d'eau qui doit exister dans le réservoir de stockage d'eau d'irrigation, la détermination de ce volume est basé principalement sur l'estimation des besoins en eau totale de périmètre HESSAINE.

Tableau IV.17 : Estimation des volumes d'irrigation

Les cultures	Surface occupé en Ha	Besoin net (mm)	Efficienc	Besoin brut (m ³ /ha)	Besoin totaux (m ³)
Les cultures fourragères : ▪ Luzerne	29	171.64	0,75	228,85	6636.65
Céréaliculture ▪ Orge grain	29.4	30.14	0.75	40.18	1181.29
Le maraîchage : ▪ Pomme de terre ▪ Tomate ▪ Carotte	42.52	194.56	0,75	259.41	11030.11
Cultures arboricoles ▪ Olivier	11.1	128.46	0.75	171.28	1901.21
Totaux					20749.26

En définitive, il faudra prévoir une disponibilité annuelle des besoins en eau d'environ 21 Km³ d'eau d'irrigation , qui permettra de diversifier le plan de cultures, tout en garantissant les besoins en eau d'irrigation pour le Périmètre HESSAINE.

IV.10.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la période de la croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu.

De ce fait, il faudra combler le déficit hydrique en apportant un volume annuel de 21 Km³ via un réseau d'irrigation dont son dimensionnement fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE V :
DIMENTIONNEMENT DU
RESEAU DE DISTRIBUTION

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DISTRIBUTION

V.1.Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différentes exploitations agricoles par l'intermédiaire des bornes d'arrosages. Le développement de ces réseaux par les conduites sous pression est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes (économie d'eau et disponibilité). C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation.

V.2 Découpage des îlots d'irrigation

La délimitation du périmètre de 120.9 ha a se trouve sur le territoire de la commune de HESSAIN.

Tableau V.1 : Les différentes Parcelles du périmètre.

N° Ilot	N° de Parcelle	Surface des parcelles
		(ha)
1	P1	6.3
2	P2	5.9
3	P3	4.9
4	P4	5.1
5	P5	7.5
6	P6	6.6
7	P7	5.7
8	P8	5
9	P9	8.7
10	P10	9.4
11	P11	7.1
12	P12	8.2
13	P13	4
14	P14	7.1
15	P15	6.4
16	P16	5.7
17	P17	8.2
18	P18	9.1

Nous considérons d'abord les différents facteurs concernant le dimensionnement et le découpage des îlots et examinons par la suite la situation foncière de la zone d'étude, avec un découpage provisoire des îlots selon les principes indiquée ci-dessous :

V.2.1 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.2.2 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.

V.2.3 Débit d'équipement :

Le débit fourni par la prise doit correspondre à une main d'eau compatible avec le système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation. Plusieurs facteurs peuvent faire varier la valeur à choisir pour le module ; le premier de ces facteurs, est la méthode d'arrosage, plus elle est perfectionnée, plus le module pourra être réduit ; si les surfaces à mettre en eau sont petites on peut judicieusement donner de petites quantités d'eau.

Le module est également à déterminer en fonction de l'état général du sol, et de sa pente. On peut choisir un petit module lorsque le sol est bien nivelé et la pente convenable. La perméabilité du sol est le facteur prédominant, normalement, les mains d'eau plus grandes ne sont nécessaires que sur les grands bassins avec des sols relativement perméables.

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

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

V.2.4 Taille de l'îlot

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

Tableau V.2 : les classes de taille de l'îlot

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

V.3 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 côté amont dans le cas de petites surfaces et au centre dans le cas de grandes parcelles.

V.4 Modalité de distribution

V.4.1 L'irrigation à la demande

Dans ce mode chaque irrigant est libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau distribue l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés. Cependant le débit affecté à une prise sera supérieur au débit fictif continu.

V.4.2. L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de desserte spécifique et très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.

L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

V.4.3.1. Tour d'arrosage à l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation, successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse, en laissant l'irrigant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation

V.4.3 Tour d'arrosage à la borne

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

V.5 La méthodologie de dimensionnement

Pour objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- ✓ Le tracé du réseau (la longueur de chaque tronçon) ;
- ✓ Le débit à transiter sur chaque tronçon ;
- ✓ La surface des îlots desservis par le tronçon
- ✓ Les pertes de charges totales dans le tronçon
- ✓ Les conditions limites aval ; la charge minimum à assurer aux bornes
- ✓ Les conditions limites amont ; la côte charge disponible à l'entrée du réseau
- ✓ Les côtes de terrain naturel des bornes.

V.6 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 : $q_s = 1.18 \text{ l/s/ha}$

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

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

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

q_s : Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S : Superficie de l'îlot (ha)

V.6.1. Données de base du dimensionnement

Le débit spécifique est évalué **1.18 l/s/ha**.

La surface du périmètre est égale à **120.9 ha**

V.6.2. Choix de diamètre de la borne

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

Tableau V.3 : 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

V.6.3. Choix de type de borne :

Le choix de type de borne dépend de la surface généralement on admet :

- Pour les ilots qu'ont un nombre de parcelle entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à quatre prise (Borne de type A4).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie dépasse 15ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots on prévoit des bornes de type C.

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

N° Ilot	N° de Parcelle	Surface des parcelles (ha)	Débit d'Ilot (l/s)	Matériel	Type de borne
1	P1	6.3	7.43	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
2	P2	5.9	6.96	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
3	P3	4.9	5.78	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
4	P4	5.1	6.02	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
5	P5	7.5	8.85	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
6	P6	6.6	7.79	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
7	P7	5.7	6.73	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
8	P8	5	5.95	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
9	P9	8.7	10.27	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
10	P10	9.4	11.09	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
11	P11	7.1	8.38	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
12	P12	8.2	9.68	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
13	P13	4	4.72	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
14	P14	7.1	8.38	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
15	P15	6.4	7.55	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
16	P16	5.7	6.73	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
17	P17	8.2	9.68	PEHD	1 x borne d'irrigation type a
18	P18	9.1	10.74	PEHD	1 x borne d'irrigation type a

V.7.Choix de tracé

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution (Res N1) il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

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

La méthode classiquement mise en oeuvre comprend trois phases successives :

V.7.1. 1ere phase : tracé par proximité

Nous recherchons tout d'abord le tracé de longueur minimum ayant pour sommets les seules bornes du réseau.

V.7.2. 2ème phase : Tracé à 120°

En créant de nouveaux sommets distincts des bornes, on peut améliorer le tracé précédent en diminuant sa longueur. Les sommets ont au maximum trois arêtes incidentes et les angles des arêtes incidentes sont égaux à 120°.

V.7.3. 3ème phase : le tracé économique

Le tracé à 120° correspond au tracé de longueur minimum après création éventuelle de sommets intermédiaires distincts des bornes. Il est possible de raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter celles de petit diamètre.

V.8. Matériaux de construction des canalisations

V.8.1. Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

V.8.2. Les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

Nous utiliserons les conduites en PEHD (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 400 mm et inférieur à 10 Bars.

V.8.2.1 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.8.2.2 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.8.2.3 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.8.2.4 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.9.Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

V.10. Dimensionnement des canalisations

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

V.10.1.Vitesse admissible

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

V.10.2.Calcul des diamètres

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

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

Avec :

Q : débit, exprimé en m³/s.

D: diamètre exprimé en mm

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

V.10.3.Calcul des pertes de charge

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

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

Avec :

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

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

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

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

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

Tableau V.5 : Les paramètres de perte de charge

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

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

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau **Tableau V.5**

Tableau V.6: Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Longueur du trnçon L(km)	Surface (ha)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Diam_Normalise	Vitesse réelle(m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
Res-N1	294,39	0,29	120,9	142,66	0,14	381,20	400	1,14	0,95	53,74	76,34	22,60
N1-B1	164,77	0,16	6,3	7,43	0,01	87,02	90	1,17	4,60	50,9	72,69	18,95
N1-N2	34,89	0,03	114,6	135,23	0,14	371,14	400	1,08	0,10	52,82	77,19	23,45
N2-B2	146,88	0,15	5,9	6,96	0,01	84,21	90	1,09	3,62	55,03	70,83	19,93
N2-N3	158,78	0,16	108,7	128,27	0,13	361,46	400	1,02	0,42	49,74	75,95	23,13
N3-B3	132,55	0,13	4,9	5,78	0,01	76,74	90	0,91	2,30	52	76,28	21,25
N3-B4	162	0,16	5,1	6,02	0,01	78,29	90	0,95	3,03	46	70,26	20,52
N3-N4	177,72	0,18	98,7	116,47	0,12	354,43	400	0,93	0,39	45	75,16	23,16
N4-B5	136,17	0,14	7,5	8,85	0,01	94,94	110	0,93	1,86	48,03	67,69	21,69
N4-B6	170	0,17	6,6	7,79	0,01	89,07	90	1,22	5,18	40,5	63,37	18,37
N4-N5	195,61	0,20	84,6	99,83	0,10	318,88	355	1,01	0,60	41,86	70,98	22,95
N5-B7	120	0,12	5,7	6,73	0,01	82,77	90	1,06	2,77	43,06	61,28	20,78
N5-B8	130	0,13	5	5,90	0,01	77,52	90	0,93	2,34	38,86	63,07	21,21
N5-N6	200,09	0,20	73,9	87,20	0,09	298,03	315	1,12	0,88	38	65,73	22,67
N6-B9	135	0,14	8,7	10,27	0,01	102,26	110	1,08	2,45	32,33	59,96	21,10
N6-N7	74,15	0,07	65,2	76,94	0,08	279,94	315	0,99	0,26	34,86	61,29	23,29
N7-B10	140	0,14	9,4	11,09	0,01	106,29	125	0,90	1,51	39,94	54,37	22,04
N7-N8	205,19	0,21	55,8	65,84	0,07	258,98	280	1,07	0,98	30,4	57,43	22,57
N8-B11	150	0,15	7,1	8,38	0,01	92,38	110	0,88	1,85	33,64	61,64	21,70
N8-B12	120	0,12	8,2	9,68	0,01	99,28	110	1,02	1,94	24,54	52,01	21,61
N8-N9	237,01	0,24	40,5	47,79	0,05	220,63	250	0,97	1,11	22	56,08	22,44
N9-B13	100	0,10	4	4,72	0,00	69,34	75	1,07	3,04	28,24	45,05	20,51
N9-B14	155	0,16	7,1	8,38	0,01	92,38	110	0,88	1,91	18	43,64	21,64
N9-N10	247,38	0,25	29,4	34,69	0,03	187,98	200	1,10	2,01	18,87	49,78	21,54
N10-B15	92	0,09	6,4	7,55	0,01	87,71	90	1,19	2,64	20	38,91	20,91
N10-B16	136	0,14	5,7	6,73	0,01	82,77	90	1,06	3,14	17,06	39,28	20,41
N10-N11	347,24	0,35	17,3	20,41	0,02	144,20	160	1,02	3,30	14,02	40,25	20,25
N11-B17	42	0,04	8,2	9,68	0,01	99,28	110	1,02	0,68	11,82	39,93	22,87
N11-N12	32,85	0,03	9,1	10,74	0,01	104,58	110	1,13	0,65	12,02	36,92	22,90
N12-B18	178	0,18	9,1	10,74	0,01	104,58	110	1,13	3,51	17,28	31,86	20,04

V.11 Simulation du réseau par le logiciel EPANET

Après approche du diamètre des canalisations par un calcul hydraulique, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et dans chaque partie du réseau de distribution.

Les pertes de charge ont été estimées selon la formule de Darcy Weisbach :

$$J = \frac{\lambda V^2}{D2g} \dots \dots \dots (V.5)$$

Où V est la vitesse moyenne (m/s) et λ est le coefficient de perte de charge.

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux ci dessous :

Tableau V.7 : Pression et pertes de charge au niveau de la conduite principale et les bornes

ID Nœud	charge m	Pression m
Noeud N1	1,01	21,02
Noeud N2	0,11	19,9
Noeud N3	0,52	22,79
Noeud N4	0,49	17,17
Noeud N5	0,70	19,76
Noeud N6	0,98	22,83
Noeud N7	0,36	25,74
Noeud N8	1,08	29,34
Noeud N9	1,21	36,64
Noeud N10	2,21	38,1
Noeud N11	3,40	40,34
Noeud B1	4,60	10,92
Noeud B2	3,52	10,05
Noeud B3	2,20	8,88
Noeud B4	3,13	14,35
Noeud B5	1,76	12,75
Noeud B6	5,08	20,31
Noeud B7	2,57	16,56
Noeud B8	2,24	21,07
Noeud B9	2,65	26,67
Noeud B10	1,91	19,51
Noeud B11	1,75	42,03
Noeud B12	1,84	36,28
Noeud B13	3,04	37,65
Noeud B14	1,91	28,26
Noeud B15	2,44	39,22
Noeud B16	3,04	24,72
Noeud B17	0,58	33,75
Noeud N12	0,65	41,85
Noeud B18	3,51	33,97
Réservoir 1	0,95	10,5

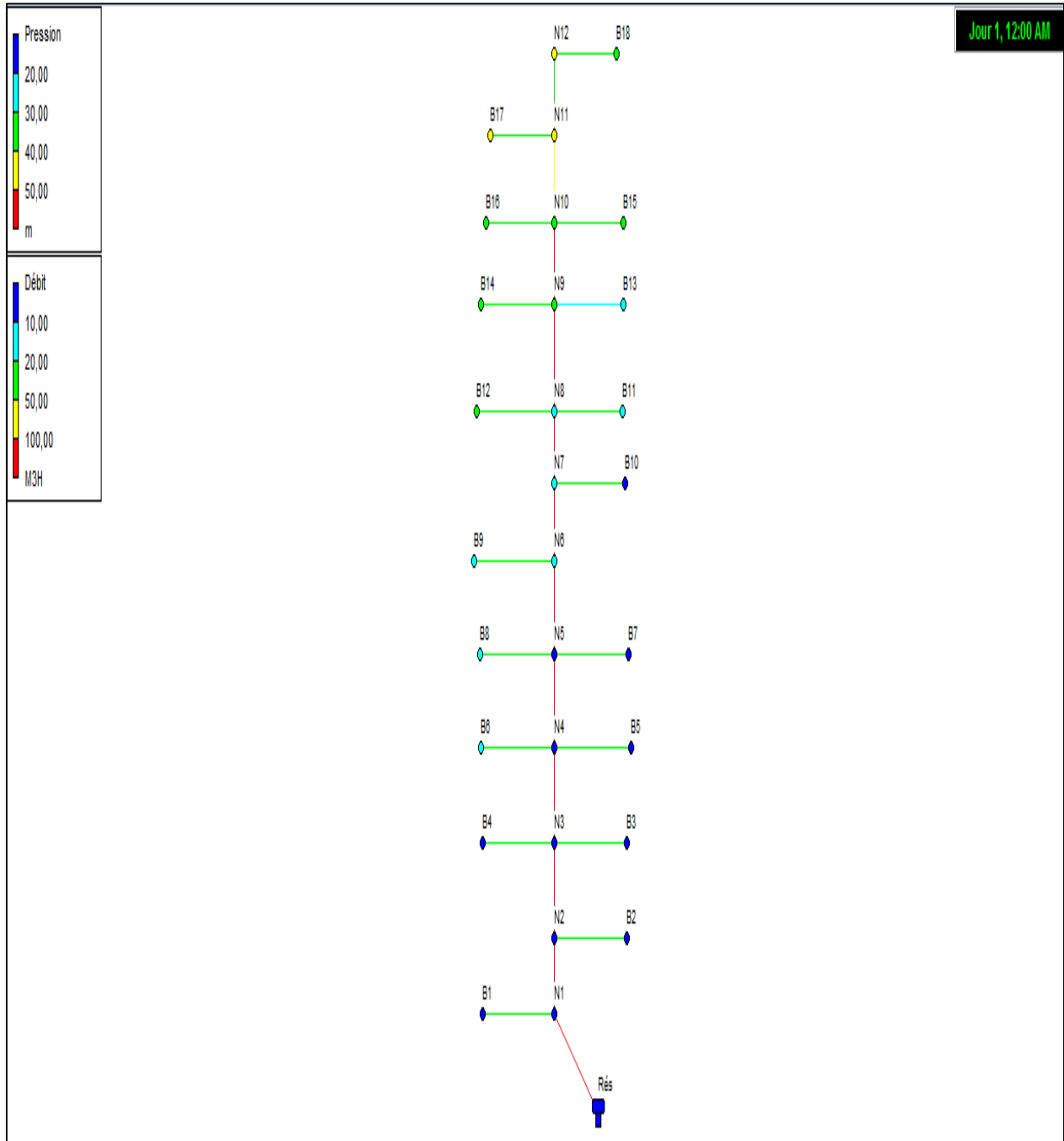
Tableau V.8 : Débit et vitesse au niveau des arcs

État des Arcs ID Arc	Débit m ³ /h	Vitesse m/s
Res-N1	552,76	1,22
Tuyau N1-N2	523,96	1,16
Tuyau N2-N3	496,99	1,1
Tuyau N3-N4	451,27	1
Tuyau N4-N5	386,8	1,09
Tuyau N5-N6	337,88	1,2
Tuyau N6-N7	298,1	1,06
Tuyau N7-N8	255,12	1,15
Tuyau N8-N9	185,17	1,05
Tuyau N9-N10	134,42	1,19
Tuyau N10-N11	79,1	1,09
Tuyau N11-N12	41,61	1,22
Tuyau N1-B1	27,8	0,94
Tuyau N2-B2	27,8	0,94
Tuyau N3-B3	26,97	1,18
Tuyau N3-B4	23,32	1,02
Tuyau N4-B5	34,29	1
Tuyau N4-B6	30,18	1,01
Tuyau N5-B7	26,06	0,98
Tuyau N5-B8	22,86	1,14
Tuyau N6-B9	39,78	1
Tuyau N7-B10	42,98	1,16
Tuyau N8-B11	32,46	0,97
Tuyau N8-B12	37,49	0,95
Tuyau N9-B13	18,29	1,1
Tuyau N9-B14	32,46	1,15
Tuyau N10-B15	29,26	1,03
Tuyau N10-B16	26,06	1,14
Tuyau N11-B17	37,49	1,22

Tuyau N12-B18	41,61	1,22
---------------	-------	------

Les résultats des calculs sont présentés dans la Figure ci- dessous :

Figure V.1 : Simulation du réseau par le logiciel EPANET



V.12 Dimensionnement de la bête de distribution

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

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on pompe l'eau du forage pour remplir le réservoir, puis on irrigue la tranche suivante.

On sait que :

$$V = Q \times T \dots \dots \dots (IV.6)$$

Avec :

V : volume de la bête.

Q : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

V.12.1 Débit caractéristique

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

Surface totale = 120.9 ha

Q caractéristique = 142.66 l/s

Donc :

$$V = 153.54 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = 1027.17 \text{ m}^3$$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir : $S = a \times b$

a : La longueur de réservoir

b : La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 5m

$$\text{Donc } S = 205.43 \text{ m}^2$$

$a = b = 14.33 \text{ m}$ (on suppose que le réservoir soit carré) on prend $a = b = 15 \text{ m}$

$$\text{donc } V = 1125 \text{ m}^3$$

V.13. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les variantes d'aménagement du plan de bornage et détaillé les structures régissant la conception et la gestion de ce réseau ainsi que le calcul hydraulique des canalisations.

Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 18 îlots d'irrigation, avec une superficie totale de 121 ha et une taille moyenne de 7 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du système d'adduction du périmètre d'étude qui présente une superficie de 121 ha.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD.

CHAPITRE VI :
CHOIX DU SYSTEME
D'IRRIGATION

CHAPITRE VI : LES TECHNIQUES D'IRRIGATION

VI.1 Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation, afin de relever les futurs défis de l'eau qui constitue l'élément vital.

Dans ce chapitre, nous étudierons ces différentes techniques puis nous choisirons celle qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

VI.2 Différentes techniques d'arrosages

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

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

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

A- 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

B- 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 techniques les plus anciennes. Son principe est d'apporter une hauteur d'eau au niveau d'une parcelle dans des planches façonnées au préalable. Elle est réservée aux cultures exigeantes en eau. C'est une technique qui ne demande ni technicité, ni matériel. Elle est

moins coûteuse et ne demande pas de la main d'œuvre. Elle présente une fréquence d'irrigation plus lente et permet un bon lessivage des sols salins.

Néanmoins, elle exige des quantités importantes d'eau et risque de provoquer une asphyxie racinaire.

A- Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

B- Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'ou 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.

A- avantages

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

B- inconvénients

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

VI.2.2 L'irrigation par surpression

L'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

VI.2.2.1 l'irrigation par aspersion (pivot)

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

A- Description et principe de fonctionnement

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

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

Le mouvement du pivot est assuré soit d'une manière hydraulique ou électrique. Pour la première, on utilise l'énergie hydraulique obtenue par la pression de l'eau à l'intérieur du tube d'aspersion pour faire fonctionner un moteur hydraulique. Il y'a une maîtrise de la vitesse des tours donc la vitesse du tube d'aspersion. L'inconvénient de cette méthode c'est que l'appareil ne fonctionne qu'en cours 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.

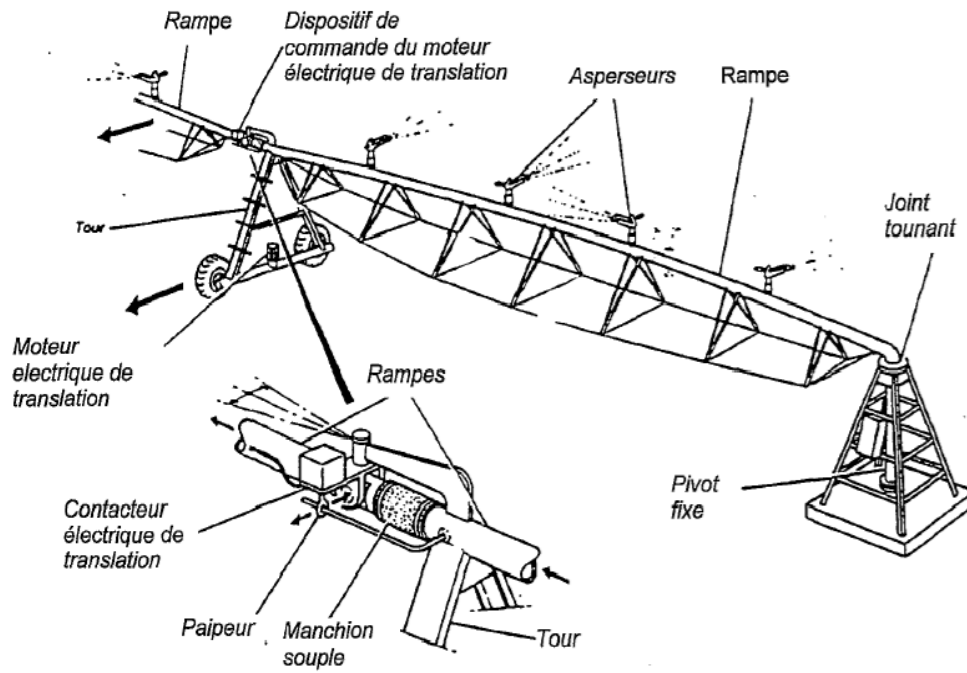


Figure V .1 : pivot d'irrigation



Figure V .2 : Figure illustrant l'irrigation par pivot

B- 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

C- 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).

A- les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanent 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 automatisé

B- 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

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Remarque :

- : Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;
+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

VI.4. Conclusion

Au terme de ce chapitre il vient de conclure que l'irrigation est devenue une science étendue qui demande beaucoup de conception et tout ça, c'est pour l'économie de l'eau en premier degré, le bon choix du système d'irrigation résulte un bon fonctionnement de ce dernier et une durée de vie plus longue et le plus important dans toute l'histoire, c'est la récolte avec un bon rendement qualitativement et quantitativement. Pertes des plantes et du sol.

CHAPITRE VII :
DIMENSIONNEMENT D'UN
RESEAU GOUTTE A GOUTTE

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU GOUTTE A GOUTTE

VII.1 Introduction

L'irrigation localisée ou irrigation par le 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 station par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

VII.2. Définition

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée et à très faible débit, évitant ainsi un maximum de déperdition.

Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre une très grande technicité de ces utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important.

VII.3 Composition d'une installation goutte à goutte

VII.3.1 Point de fourniture d'eau

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

VII.3.2 Composition L'unité de tête

Cette unité est reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte-rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

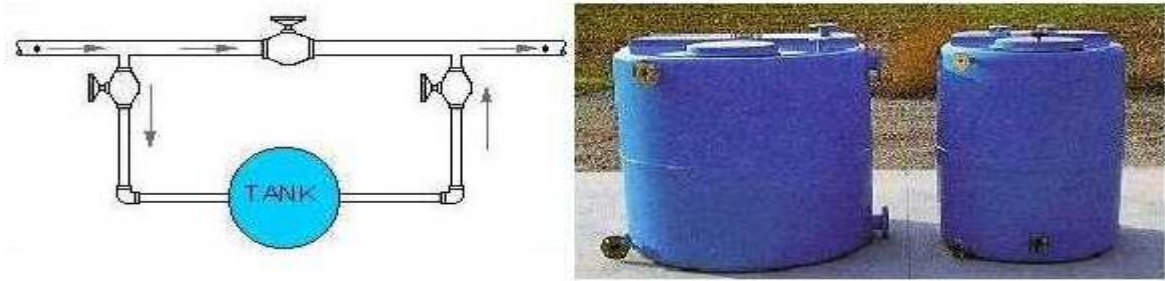


Figure VII.1: Dilueur d'engrais

Les éléments fertilisants. L'installation comprend :

VII.3.2.1 Unité de filtration

Elle constitue la partie essentielle de toute installation goutte à goutte. On distingue plusieurs sortes de filtres.

VII.3.2.2. Filtre à tamis

Il est constitué d'une toile fine ou des lamelles faiblement écartées.

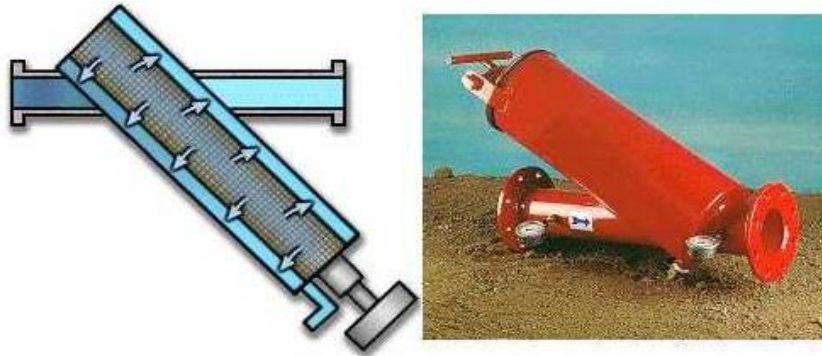


Figure VII.2 : Filtre à tamis

VII.3.2.3. Filtre à sable

Constitué d'un certain nombre de couche de matériaux, de granulométrie bien définie et régulière.

VII.3.2.4 .Filtre à gravier

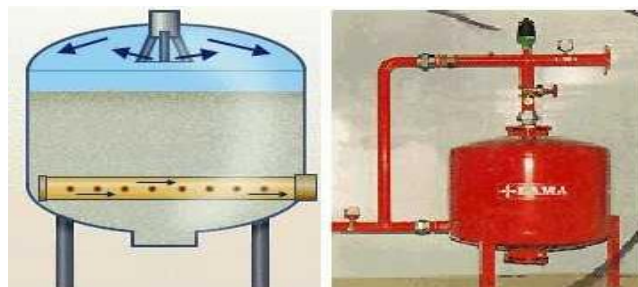


Figure VII.3: Filtre à gravier

VII.3.2 5. Injecteur d'engrais

Il comporte une vanne montée entre l'entrée et la sortie d'arroseur qui permet de dévier une partie de la pression du réseau dans la cuve et d'agir sur la solution fertilisante.

Ainsi, la solution est aspirée par la crépine située dans la cuve.

VII.3.3 La conduite principale

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

VII.3.4 Le 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).

VII.3.5 Les rampe

Ce sont les conduites qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

VII.3.6 Les distributeurs

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (quelques l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

La classification des goutteurs peut se faire selon :

- Des critères hydrauliques.
- La façon dont le goutteur est fixée sur la rampe.
- Le nombre de sorties dont est muni le goutteur

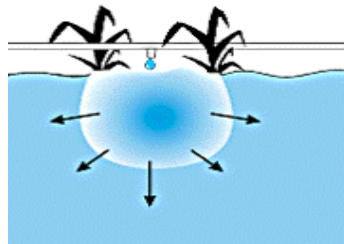


Figure VII.4 : Forme du mouillage du sol sous un goutteur placé entre 2 rangs peu espacés

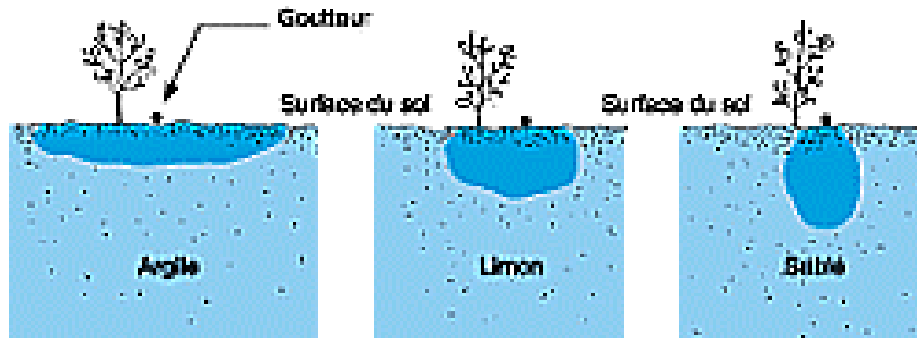


Figure VII. 5 : Schémas de la diffusion de l'humidité dans des sols argileux, limoneux et sableux irrigués au goutte – à – goutte.

VII.3.6.1 Différents types de distributeurs :

- Goutteurs : les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- Gaines : destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers ; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
- Tubes poreux : la paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
- Mini diffuseurs: ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

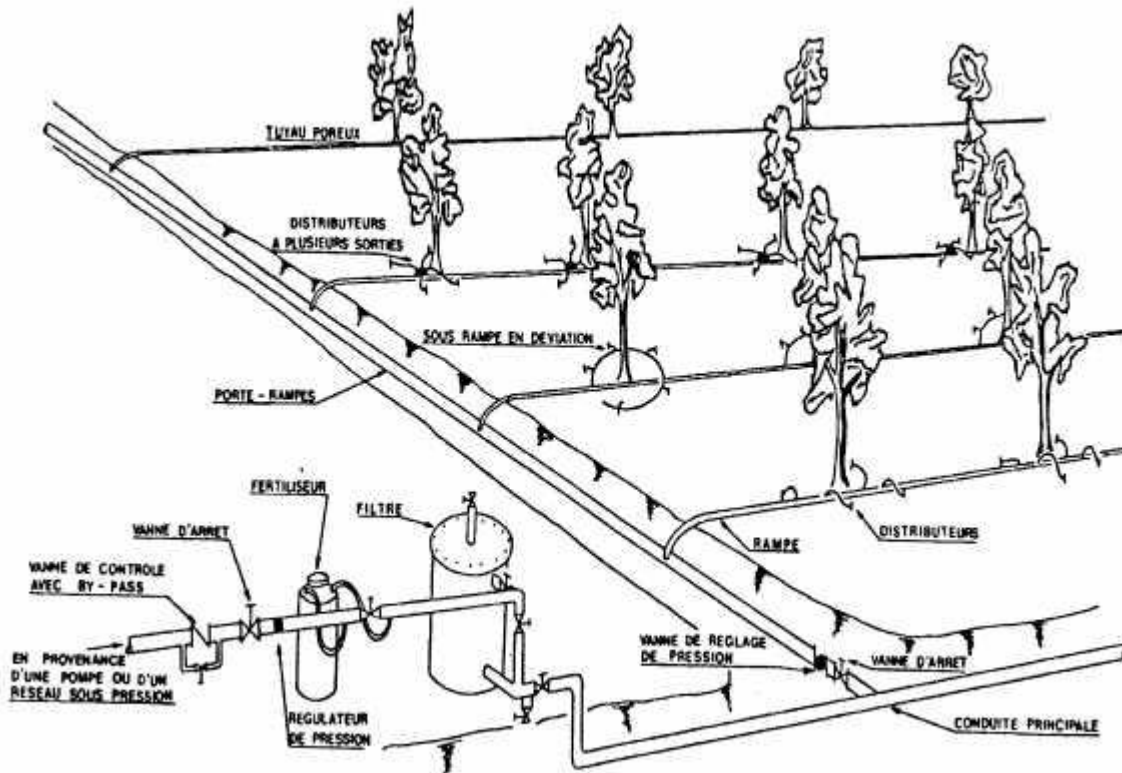


Figure VII.6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

VII.4. Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte

VII.4.1. Données générales

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°13 alimenté par la borne N°13 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2,1 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 2.34 hectares,

Culture : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 74,69 mm

Caractéristique du goutteur

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII.5. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée➤ **Pour l'Olivier :**

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de mars $B=171,28$ mm.

VII.5.1.les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :
 B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{171,28}{31} = 5,53 \text{ mm/j}$$

VII.5.2.Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

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

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

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

- 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) :

$$Kr = 0.1 + Cs$$

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

Kr = 0.71 selon Keller et Karmeli

Kr = 0.80 selon Freeman et Garzoli

Kr = 0.70 selon Decroix (CTGREF)

$$Kr = Cs + 0,5 (1 - Cs), \text{ (Freeman et Garzoli)}$$

Cs : Couverture du sol ; pour le l'abricotier : Cs = 60 %

$$Kr = 0,6 + 0,5 (1 - 0,6) = 0,8$$

D'où :

$$B_{JL} = B_J * Kr \quad ; \quad B_{JL} = 0.8 * 5.53 = 4.42 \text{ mm/j}$$

VII.5.3. La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation, Bnet, est le volume d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée.

$$Dp = (Hcc - Hpf) . Da . Y . Z . P\% = RFU * P\%$$

Tel que : Hcc : humidité a la capacité au champ (Hcc=27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (Hpf=13%)

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

Z : profondeur d'enracinement en (Z= 1200 mm)

Da : est la densité apparente du sol (Da=1.4)

RFU= 15.52 mm

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n . Spd . Sh}{Sa . Sr}$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point de distribution par arbre (2 par arbre)

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m)

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m)

- ✓ On obtient **P = 25%**

La dose nette corrigée

$$Dp=156.8*0.25=39.2 \text{ mm}$$

VII.5.4. Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{Bjl} = \frac{39.2}{4.42} = 8.87 \text{ jour}$$

Donc on prend Fr = 9jours.

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

- **La dose réelle :**
Dr= Fr*Bjl= 9*4.42= **39.78 mm**
- **La dose brute :**

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{39.78}{0.9 * 0.9} = 49.11mm$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

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

VII.5.5. Durée d'arrosage par mois :

$$\theta = \frac{Dn * Sa * Sr}{n * qg}$$

$$= \frac{49.11 * 4 * 4}{4 * 2} = 98.22 \text{ heures/mois}$$

VII.5.6. Durée d'arrosage journalier :

$$Dj = \frac{durée\ d'arrosage}{Fr}$$

$$= \frac{98.22}{9} = 11 \text{ heures/jour}$$

VII.5.7. Nombre de poste :

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{Temps\ de\ travail}{Durée\ d'arrosage\ journalier}$$

$$= \frac{22}{11} = 2 \text{ postes}$$

VII.5.8. Surface de la parcelle

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$

$$= \frac{2.34}{2} = 1.17 \text{ ha}$$

VII.6. Calculs hydrauliques

VII.6.1. Condition hydraulique

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)

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

Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal

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

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

Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit des goutteur

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

N_r : Nombre des rampes

Q_{pr} : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe (Lr) : 127 m

La longueur de la porte rampe (Lpr): 96 m

La longueur de la conduite secondaire (Ls) : 5 m

VII.6.1.1.Le nombre d'arbres par rampe

$$N \text{ arbres} = Lr/Er=127/4 = 32 \text{ arbres}$$

VII.6.1.2.Nombre de goutteurs par rampe

$$Ng=Narbres*n =32*2= \mathbf{64 \text{ goutteurs}}$$

VII.6.1.3.Le nombre de rampes

$$Nr=Lpr/Er= 96/4=24 \text{ rampes}$$

VII.6.2.Débit de la rampe

$$Qr=Ng*Qg$$

$$Qr= 64*4 = 256 \text{ l/h}$$

VII.6.3.Débit de la porte rampe

$$Qpr=Q r*Nr= 256*24=6144 \text{ l/h}$$

VII.6.4.Débit de la conduite secondaire

Etant donné que nous avons 2 porte rampe :

$$Qcsl=Qpr*Npr = 6144*2 = 12288 \text{ l/h}$$

VII.6.5.Dimensionnement des différentes parties du réseau

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

le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

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

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

Avec :

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

- $\varnothing_{pr(cal)}$: le diamètre de porte rampe

VII.6.5.1 Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75}$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$h = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

VII.6.6 Calculs hydrauliques de la rampe

Tableau VII.1 : Caractéristique de la conduite de la rampe

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	2.34	127	64	256	1.33	13.93	16	0.35	0.25

VII.6.7 Calculs hydrauliques de la porte rampe

Tableau VII.2 : Caractéristiques de la conduite de la porte rampe

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	4.22	96	24	6144	0.66	49.1	50	0.86	0.22

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.6.8 Calcul des diamètres de la conduite secondaire

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 1.17 et 1.18 ha. Les deux parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

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

avec : Q : débit de la conduite considérée (m³/s);
V : Vitesse d'écoulement (m/s).

VII.6.9. Calcul de caractéristique de conduites secondaires (01)

Tableau VII.3 : Caractéristique de la conduite secondaire (01)

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	5	12288	1.25	26.94	32	0.42	0.32

VII.6.10. Calcul de caractéristique de conduites secondaires (02)

Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite secondaire

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	5	12288	1.25	26.94	32	0.42	0.32

VII.6.11 .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 gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

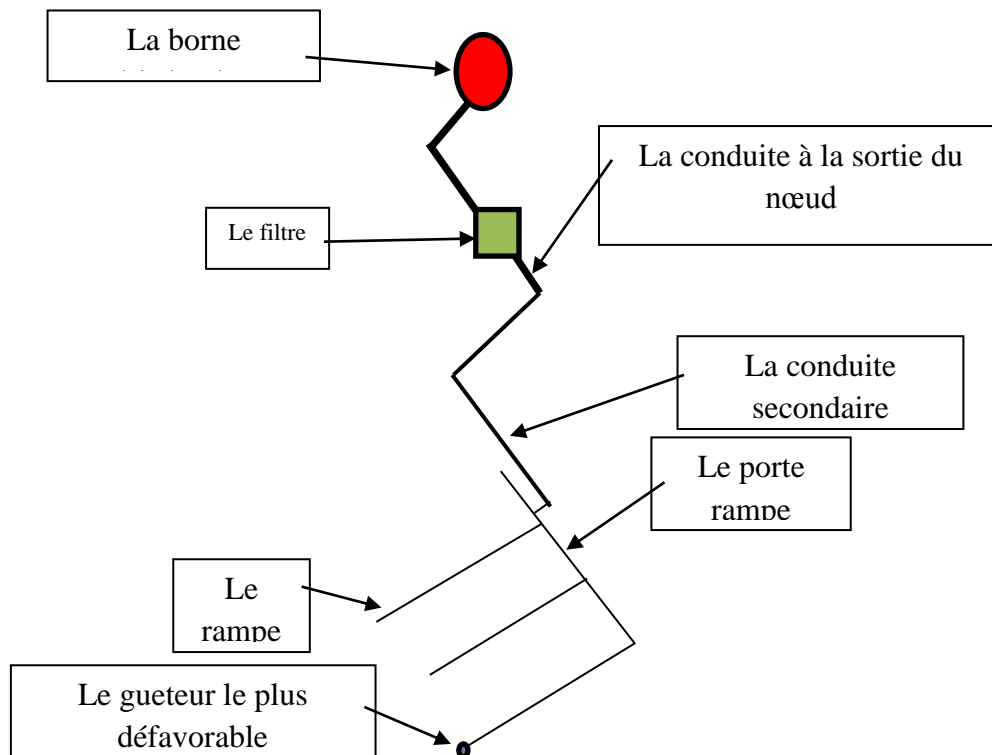


Figure VII.8 : Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

VII.6.12 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable

Tableau VII.5: résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l , ΔH)

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur(m)	127	96	5
Diamètre(m)	16	50	32
Débit (l/h)	256	6144	12288
Pertes de charge(m)	0.25	0.22	0.32

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable ; Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10+0.22+0.25+0.32= 10.79m$$

VII.7 Conclusion

Le choix de techniques d'irrigation revêt une grande importance au sein d'un périmètre, puisqu'il régit l'intensification des cultures.

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte. Ayant dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 10 mce dans le goutteur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des goutteurs

CHAPITRE VIII :
EVALUATION DU COUT
DE PROJET

Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet

VIII.1 Introduction

L'estimation économique du projet est une étape importante, elle permettra de chiffrer le coût de l'aménagement, en fonction des différentes charges intervenant dans le projet. Pour cela, nous présentons ci-après, les différentes charges, en fonction des prix de références, des coûts des investissements et d'exploitation.

VIII.2 Travaux concernant le réseau de distribution

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place du réseau de distribution sont :

- **Exécution des tranchées :**

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

- **Pose du lit de sable :**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

- **Pose des conduites :**

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

- **Remblayage des tranchées :**

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

- **Nivellement et compactage :**

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

- **Le volume de terrassement :**

- a. **Largeur du fond de la tranchée :**

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

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

- b. **profondeur de la tranchée :**

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

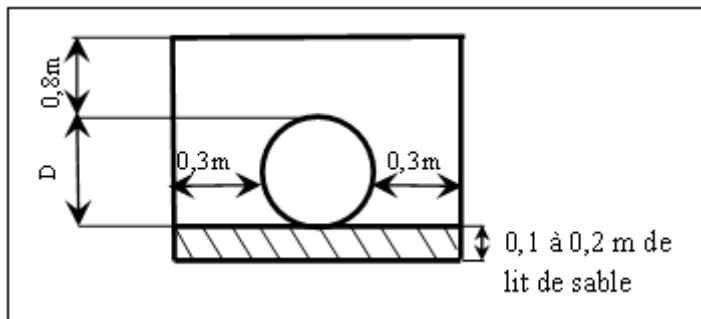


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

La profondeur de la conduite se calcule par la formule : $H = e + d + h$ (m)

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m)

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite (m)

VIII.3 Calcul des volumes des travaux

L'estimation des volumes de déblai, remblai et volume de sable pour la conduite gravitaire se résumant dans les tableaux suivant :

- Calcul du volume de déblai :

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	Largueur d'une tranchée (m)	Hauteur de la tranchée (m)	Volume de déblai (m3)	prix unitaire	Cout totale [DA]
400	294,39	1	1,2	353,268	700	247287,6
90	164,77	1	1,2	197,724	700	138406,8
400	34,89	1	1,2	41,868	700	29307,6
90	146,88	1	1,2	176,256	700	123379,2
400	158,78	1	1,2	190,536	700	133375,2
90	132,55	1	1,2	159,06	700	111342
90	162	1	1,2	194,4	700	136080
400	177,72	1	1,2	213,264	700	149284,8
110	136,17	1	1,2	163,404	700	114382,8
90	170	1	1,2	204	700	142800
355	195,61	1	1,2	234,732	700	164312,4
90	120	1	1,2	144	700	100800
90	130	1	1,2	156	700	109200
315	200,09	1	1,2	240,108	700	168075,6
110	135	1	1,2	162	700	113400
315	74,15	1	1,2	88,98	700	62286
125	140	1	1,2	168	700	117600
280	205,19	1	1,2	246,228	700	172359,6
110	150	1	1,2	180	700	126000
110	120	1	1,2	144	700	100800
250	237,01	1	1,2	284,412	700	199088,4
75	100	1	1,2	120	700	84000
110	155	1	1,2	186	700	130200
200	247,38	1	1,2	296,856	700	207799,2
90	92	1	1,2	110,4	700	77280
90	136	1	1,2	163,2	700	114240
160	347,24	1	1,2	416,688	700	291681,6
110	42	1	1,2	50,4	700	35280
110	32,85	1	1,2	39,42	700	27594
110	178	1	1,2	213,6	700	149520
la somme						3877162,8

- Calcul du volume de sable :

Tableau VIII.2:Calcul du volume de sable

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	Largueur d'une tranchée (m)	Hauteur de la tranchée (m)	Volume de sable (m3)	prix unitaire	Cout totale [DA]
400	294,39	1	0,2	58,878	6000	353268
90	164,77	1	0,2	32,954	6000	197724
400	34,89	1	0,2	6,978	6000	41868
90	146,88	1	0,2	29,376	6000	176256
400	158,78	1	0,2	31,756	6000	190536
90	132,55	1	0,2	26,51	6000	159060
90	162	1	0,2	32,4	6000	194400
400	177,72	1	0,2	35,544	6000	213264
110	136,17	1	0,2	27,234	6000	163404
90	170	1	0,2	34	6000	204000
355	195,61	1	0,2	39,122	6000	234732
90	120	1	0,2	24	6000	144000
90	130	1	0,2	26	6000	156000
315	200,09	1	0,2	40,018	6000	240108
110	135	1	0,2	27	6000	162000
315	74,15	1	0,2	14,83	6000	88980
125	140	1	0,2	28	6000	168000
280	205,19	1	0,2	41,038	6000	246228
110	150	1	0,2	30	6000	180000
110	120	1	0,2	24	6000	144000
250	237,01	1	0,2	47,402	6000	284412
75	100	1	0,2	20	6000	120000
110	155	1	0,2	31	6000	186000
200	247,38	1	0,2	49,476	6000	296856
90	92	1	0,2	18,4	6000	110400
90	136	1	0,2	27,2	6000	163200
160	347,24	1	0,2	69,448	6000	416688
110	42	1	0,2	8,4	6000	50400
110	32,85	1	0,2	6,57	6000	39420
110	178	1	0,2	35,6	6000	213600
la somme						5538804

▪ Calcul du volume de remblai :

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

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

Avec :

V_r : Volume du remblai compacté (m^3)

V_d : Volume du déblai (m^3)

V_s : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau VIII-3.

Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Longueur	volume de la conduite	volume de déblai	volume de sable	volume de remblai	prix unitaire	Cout totale [DA]
400	294,39	36,98	353,27	58,9	257,41	500,00	128707,31
90	164,77	1,05	197,72	33,0	163,72	500,00	81861,15
400	34,89	4,38	41,87	7,0	30,51	500,00	15253,91
90	146,88	0,93	176,26	29,4	145,95	500,00	72973,03
400	158,78	19,94	190,54	31,8	138,84	500,00	69418,62
90	132,55	0,84	159,06	26,5	131,71	500,00	65853,59
90	162	1,03	194,40	32,4	160,97	500,00	80484,96
400	177,72	22,32	213,26	35,5	155,40	500,00	77699,18
110	136,17	1,29	163,40	27,2	134,88	500,00	67438,29
90	170	1,08	204,00	34,0	168,92	500,00	84459,53
355	195,61	19,35	234,73	39,1	176,26	500,00	88129,19
90	120	0,76	144,00	24,0	119,24	500,00	59618,49
90	130	0,83	156,00	26,0	129,17	500,00	64586,70
315	200,09	15,59	240,11	40,0	184,50	500,00	92252,33
110	135	1,28	162,00	27,0	133,72	500,00	66858,85
315	74,15	5,78	88,98	14,8	68,37	500,00	34187,17
125	140	1,72	168,00	28,0	138,28	500,00	69141,41
280	205,19	12,63	246,23	41,0	192,56	500,00	96280,89
110	150	1,42	180,00	30,0	148,58	500,00	74287,61
110	120	1,14	144,00	24,0	118,86	500,00	59430,09
250	237,01	11,63	284,41	47,4	225,38	500,00	112690,85
75	100	0,44	120,00	20,0	99,56	500,00	49779,22
110	155	1,47	186,00	31,0	153,53	500,00	76763,87
200	247,38	7,77	296,86	49,5	239,61	500,00	119806,13
90	92	0,58	110,40	18,4	91,42	500,00	45707,51
90	136	0,86	163,20	27,2	135,14	500,00	67567,62
160	347,24	6,98	416,69	69,4	340,26	500,00	170130,93
110	42	0,40	50,40	8,4	41,60	500,00	20800,53
110	32,85	0,31	39,42	6,6	32,54	500,00	16268,99
110	178	1,69	213,60	35,6	176,31	500,00	88154,63
la somme							2216592,59

VIII.4 Estimation du cout du réseau de distribution

Tableau VIII.4:cout du réseau de distribution du réseau distribution

Longueur du tronçon (m)	Diamètre Normalisé [mm]	Prix unitaire [DA]	Cout totale [DA]
295,00	400	4703,0381	1387396,23
165,00	110	374,087808	61724,4883
35,00	400	4703,0381	164606,333
147,00	90	257,185368	37806,2491
159,00	400	4703,0381	747783,055
133,00	90	257,185368	34205,6539
162,00	90	257,185368	41664,0296
178,00	400	4703,0381	837140,778
137,00	110	374,087808	51250,0297
170,00	110	374,087808	63594,9274
196,00	355	4703,03808	921795,464
120,00	90	257,185368	30862,2442
130,00	90	257,185368	33434,0978
200,00	315	2951,90688	590381,376
135,00	110	374,087808	50501,8541
75,00	315	2951,90688	221393,016
140,00	125	477,23136	66812,3904
205,00	280	2951,90688	605140,91
150,00	110	374,087808	56113,1712
120,00	110	374,087808	44890,537
237,00	250	1898,6624	449982,989
100,00	75	186,45536	18645,536
155,00	110	374,087808	57983,6102
248,00	200	1216,17024	301610,22
92,00	110	374,087808	34416,0783
136,00	90	257,185368	34977,21
348,00	160	787,68832	274115,535
42,00	110	374,087808	15711,6879
33,00	110	374,087808	12344,8977
178,00	110	374,087808	66587,6298
		TOTAL	7314872,23

Tableau VIII.5:Factures pro-forma des pièces du réseau distribution

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Vanne Ø315	U	2	12000.0	24 000
Vanne Ø400	U	4	14000.0	56 000
Vanne Ø 200	U	1	5600.0	5600.0
Vanne Ø 280	U	1	7840	7840
Vanne Ø 250	U	1	7000	7000
Vanne Ø 355	U	1	13000	13000
Vanne Ø 110	U	1	21000.0	21000.0
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	13500
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832.92	832.92
TOTAL				148773

VIII.5.Estimation du cout d’irrigation à la parcelle

Tableau VIII.6:Equipement interne des parcelles d’irrigation localisée

Caractéristique d’appareil	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Prix totale DA
Goutteurs (Olivier, Débit : 120 l/h)	u	3072	31	95232
Porte rampe en polyéthylène (DN50)	ml	2	350	700
Rampe porte goutteurs(DN16)	ml	48	31	1488
Poste de filtration, Filtre à sable	u	4	50.237	200.94
Poste de filtration, Filtre à tamis	u	4	24.952	99.81
TOTAL				97720.75

VIII.6 Conclusion

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localise et le réseau de distribution est évalué à **19193926DA**.

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du réseau d'irrigation localisée est relativement importante, Cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important.

CONCLUTION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude est de dimensionner un réseau d'irrigation du périmètre Hessaine (wilaya de Mostaganem) à partir de Forage.

Vu le retard de développement de la production agricole dans la région d'étude qui se heurte en premier lieu, à une réalité climatique dont on a pu en faire une analyse climatique et en déterminer les contraintes naturelles, Parce qu'étant un support indispensable on peut dire que notre climat est de type « Semi-aride » Nous avons également insisté sur la géologie, l'hydrogéologie et la pédologie de la région, et on a fini par dire que la géomorphologie du périmètre se trouve sur la formation marnes Calciqie, le sol à texture limono- argileuses.

En seconde lieu, on a évoqué la ressource d'eau ; sa disponibilité, la composition chimique et la classification des eaux pour l'irrigation, on est arrivé à dire que l'eau du forage est de qualité adéquate, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

On s'aperçoit, en effet, que cette analyse qui a été faite sur les différentes contraintes qui caractérisent notre région d'étude nous oblige à opérer le bon choix de la technique et le système d'irrigation. Et pour que ce choix s'établisse correctement on a jugé utile de déterminer les besoins en eau qui ont été estimés à 228,85mm/mois. Enfin, le choix s'est porté sur le système d'irrigation localisée, vu que ce dernier répond parfaitement aux exigences des cultures choisies, et c'est le plus recommandé de par le monde afin d'économiser la ressource d'eau.

Pour le dimensionnement ne se limite pas seulement au dimensionnement du réseau d'irrigation, mais aussi les différents organes du réseau d'irrigation, en le réservoir de stockage, Puis vers la conduite principale qui alimente les conduites secondaires, où ces dernières alimentent les porte-rampes et les rampes, et au final, on arrive aux goutteurs qui alimentent les plantes.

Ce qu'il convient de mettre en exergue dans ce travail est le coût de projet, dont le devis estimatif est élevé, environ de 20 million dinars, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez raisonnable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [2] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [3] Mr: B. Boulifa (2011) : Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI).
- [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 ;
- [5] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- [6] 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 ;P 156
- [7] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [8] Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.
- [9] TOUIBIA.B : Manuel pratique d'Hydrologie, 2^{ème} édition (Mars 2015) (ISBN : 978-9947-0-4272-4).

ANNEXES

ANNEXE 1

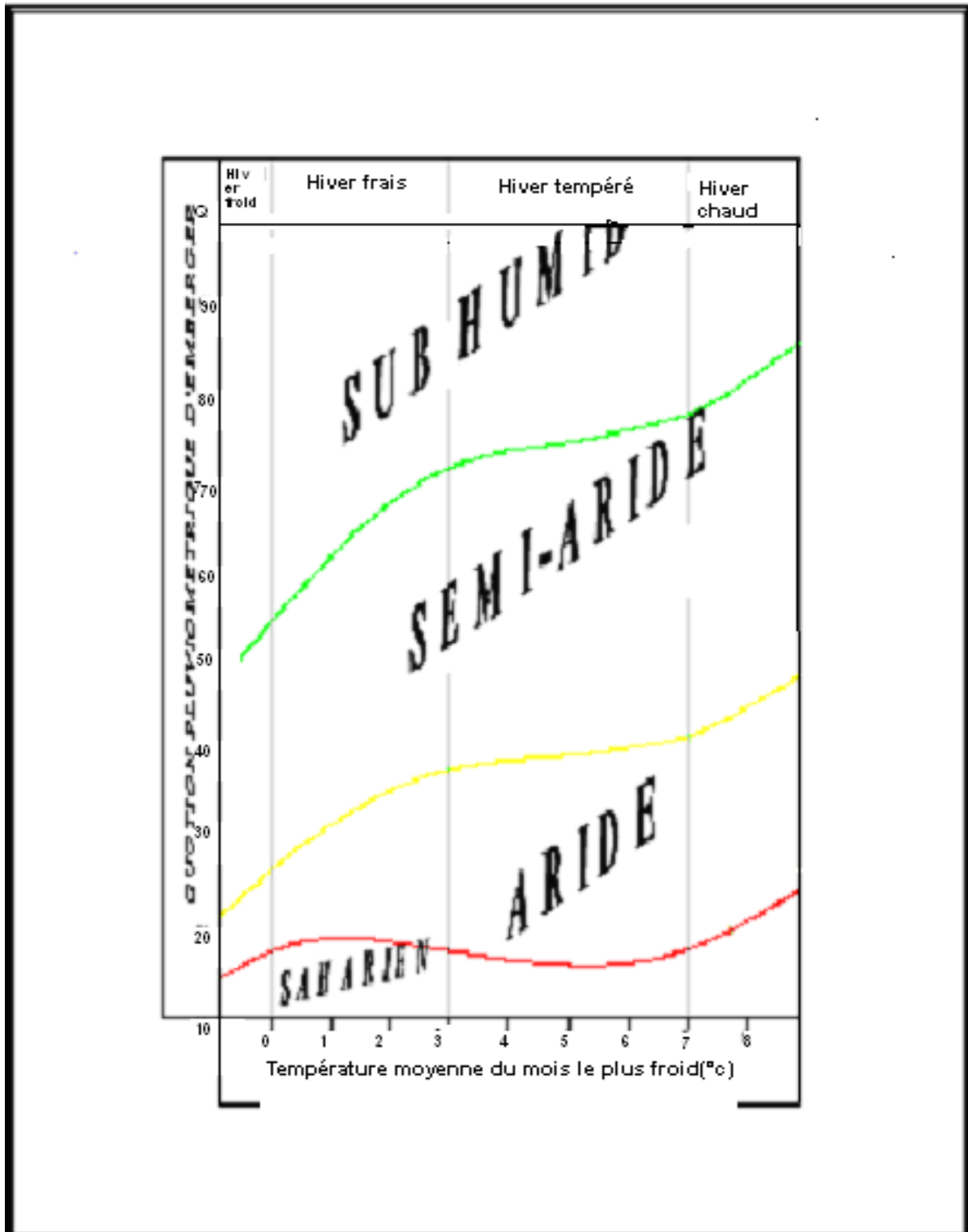


Diagramme bioclimatique d'Emberger

ANNEXE 2

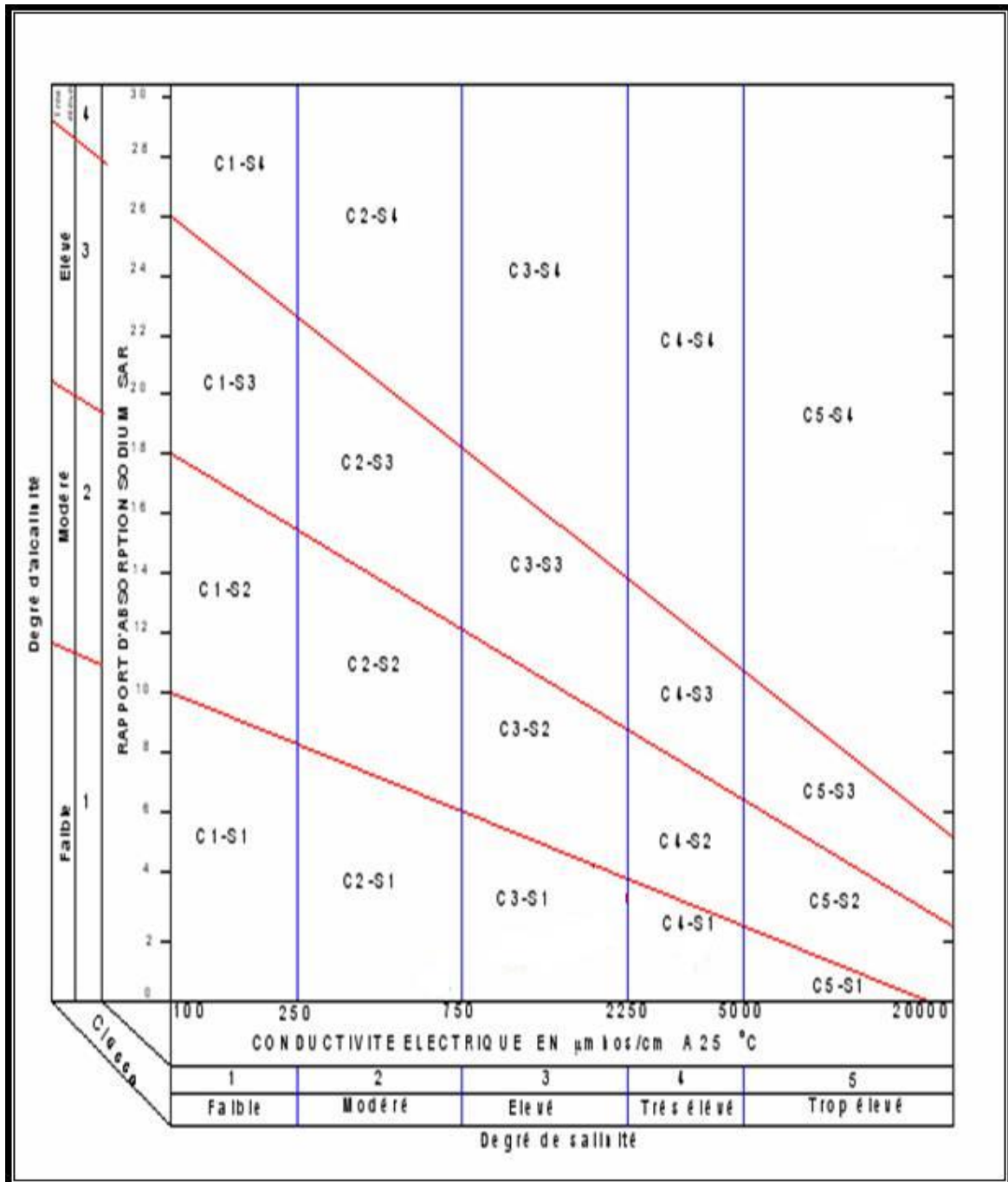


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

ANNEXE 3

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

Caractéristiques hydriques de quelques sols

ANNEXE 4

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

ANNEXE 5

culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
Bersim	0.25									0.05	0.1	0.15
Mais grain				0.10	0.20	0.30	0.40	0.50				
vesce avoine	0.08	0.10	0.10						0.03	0.04	0.05	0.06
Orge / Blé	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7						0.3	0.3
Sorgho					0.20	0.40	0.50	0.60				
Piment poivron						0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
Petit pois	0.7	0.8	1.0	1.2								0.5
carotte									0.10	0.20	0.25	0.30
Oignon vert									0.3	0.4	0.5	0.6
Oignon sec	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6						
Pomme de terre			0.1	0.25	0.35	0.40						
ail					0.10	0.20	0.30	0.35				
Navet									0.10	0.20	0.25	0.30
Choux									0.20	0.25	0.30	0.40
Melon				0.05	0.07	0.09	0.10	0.15	0.20			
laitue								0.10	0.20	0.25		
Haricot vert	0.10	0.15	0.20	0.25	0.3							
Figuier					0.85	1.15	1.25	1.25	1.2			

Les profondeurs d'enracinements

ANNEXE 6



Usine & Siège : Voie A Zone Industrielle BP 160 - 22000 Sidi Bel Abbès
 Téléphone : 048 70 31 90
 Télécopie : 048 70 35 58
 Site Web : www.groupe-chiali.com e-mail : info@groupe-chiali.com

Tube PEHD eau

Code	Désignation Article	UM	Nouveau PV HT	Nouveau PV TTC
110020201	TUBE PEHD Ø 20 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	32,21	37,68
110020251	TUBE PEHD Ø 25 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	41,09	48,08
110020321	TUBE PEHD Ø 32 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	53,95	63,12
110020401	TUBE PEHD Ø 40 PN 06 EP. 2.0 mm	ML	69,88	81,76
110060501	TUBE PEHD Ø 50 PN 06 EP 2.4 mm	ML	87,64	102,54
110060631	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 63 PN 06 EP. 2.5 mm	ML	131,72	154,11
110060751	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 75 PN 06 EP. 2.9 mm	ML	186,46	218,15
110060901	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 90 PN 06 EP. 3.5 mm	ML	257,19	300,91
110061101	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 110 PN 06 EP. 4.2 mm	ML	374,09	437,68
110061251	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 125 PN 06 EP. 4.8 mm	ML	477,23	558,36
110061601	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 160 PN 06 EP. 6.2 mm	ML	787,69	921,60
110062001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 200 PN 06 EP. 7.7 mm	ML	1 216,17	1 422,92
110062501	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 250 PN 06 EP. 9.6 mm	ML	1 898,66	2 221,44
110063151	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 315 PN6 EP. 12.1 mm	ML	2 951,91	3 453,73
110064001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 400 PN6 EP. 15.3 mm	ML	4 703,04	5 502,55
110065001	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 500 PN6 EP. 19.1 mm	ML	7 241,55	8 472,62
110066301	TUBE PEHD EAU PE100 Ø 630 PN6 EP. 19.1 mm	ML	11 492,57	13 446,30

Le cout du tubes en PEHD