

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE DE HAMRAIA DANS LA COMMUNE
D'EL OUED D'UNE SUPERFICIE DE 200 ha
A PARTIR D' UN FORAGE**

Présenté par :

M^{lle} SERSAR Zohra

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r : MEDDI Mohamed	Prof.	Président
M^{me} : SAADOUNE Samra	M.C.B	Membre
M^{me} : MEDJDOUB Sonia	M A.A	Membre
M^r :KOLAIA Djaffar	Assistant	Membre
M^r :YAHIAOUI Samir	M A.A	Promoteur

Juin -2017



Remerciements

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.

Je tiens à remercier chaleureusement, ma promotrice Madame : YAHIAOUI.S pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Je tiens à remercier Monsieur AMMARI .A pour son soutien pendant mes années étude.

Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail je les remercie vivement.

Enfin je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.



∞ Dédicaces ∞

Je dédie ce modeste travail :

- *A mes chers parents, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour tout ce que vous m'avait apporté.*
A mon frère.
- *A toute la famille : SERSAR, ADJISSI*
- *A mes amis et collègues de l'école nationale supérieure de l'hydraulique.*

SERSAR Zahra

ملخص

إن الهدف من هذه الدراسة هو توفير كمية المياه اللازمة لتسيير المساحات المسقية لمنطقة "حمراية" الواقعة بإقليم ولاية الوادي، وذلك من أجل التطوير الزراعي والرفع من مردودية الانتاج. ونظرا لقلّة كمية الأمطار وعدم انتظامها في المناطق الجافة عامة وفي المنطقة محل البحث خاصة، استلزمت الدراسة تصميم شبكة سقي بتقنيات الري الحديثة، التي أثبتت كفاءتها في التحكم في كميات المياه المستعملة بالاعتماد على الآبار الجوفية المتواجدة.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'importer la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation du périmètre d'étude situé dans la région de "HAMRAIA " la wilaya "OUED", dont le but est le développement de l'agriculture et l'augmentation des rendements.

La zone de notre étude étant semi-arides, les précipitations sont insuffisantes et irrégulières et pour cette raison le dimensionnement d'un réseau d'irrigation est obligatoire. L'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation ayant prouvé leur fiabilité, est indispensable pour économiser la source d'eau qui est puisée à partir des forages.

Abstract

The aim of this study is to import quantity of water to manage the irrigated areas in a way "HAMRAIA" wilaya "OUED " to attain a high investment feedback. Showing a better efficiency of irrigation in the semi-arid area rain is insufficient and erratic. System irrigation is obligated try to dimension by introducing new irrigation techniques ,so that present a better management and potentialities preservations .This can be done by adoption of modern irrigation system because of their rehabilitee that used sources water that drawn from wells .

SOMMAIRE

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles du périmètre

Introduction.....	1
I.1. Présentation générale de la zone d'étude	1
I.1.2. Identification et localisation du site du projet.....	2
I.2. Etude socio-économique	3
I.2.1.Aspect Démographiques	3
a) Evolution de la population.....	3
b) Densité de la population	4
c) Répartition de la population.....	4
I.2.2. Aspects économiques	5
I.2.2.1.Emploi.....	5
I.2.2.2. l'élevage	6
I.3. Relief.....	6
I.4. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude.....	6
I.4. 1 .Précipitations	7
I.4. 2.Températures	8
I.4. 3. Le vent	9
I.4.4.L'humidité relative de l'air	9
I.4.5.L'insolation	10
I.4.7.Classification du climat	11
I.4.7.1.Indice d'aridité De Martonne	11
I.4.7.2.Diagramme ombro-thermique de Gaussen	12
I.4.7.3.Climagramme d'Emberger	13

SOMMAIRE

Conclusion.....	14
-----------------	----

Chapitre II : Ressources en sols et ressources en eaux

Introduction	15
II.1. Ressources en sols	15
II.1.1.Etude des sols	15
II.1.1 .1 .Classe des sols calcimagnésiques.....	15
Description d'un profil type (P1) :.....	15
a) Données générales	15
b) Description morphologique du profil.....	16
c) Résultats analytiques.....	16
d) Caractères analytiques et interprétations	17
e) Contraintes et potentialités	18
II.1.1.2.Classe des sols peu évolués d'apport alluvial à caractère gypseux.....	18
Description d'un profil type (P2)	18
a) Données générales	18
b) Description morphologique du profil	19
c) Résultats analytiques	19
d) Caractères analytiques et interprétations	20
e) Contraintes et potentialités	21
II.1.2. Erosion	21
II.1.3. Occupation actuelle des sols et le sol agricole en particulier	21
II.1.4.Traditions agricoles de la zone d'étude	22
Quelques photos illustrant les traditions agricoles de la zone d'étude.	22

SOMMAIRE

II.2. Ressources en eaux.....	25
II.2.1. Les eaux souterraines.....	25
II.2.2. Alimentation en eau du périmètre	25
II.2.3. Estimation de la qualité de l'eau	26
II.2.3.1. Analyses physico- chimiques des eaux souterraines de la région d'étude.....	26
II.2.3.2. Les limites admissibles	27
II.2.3.3.1. La conductivité électrique	27
II.2.3.3.2. Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	28
Conclusion.....	30

Chapitre III : Etude hydrologique

Introduction	31
III.1. Présentation de la station météorologique	31
III.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	32
III.3. Etude de l'échantillon et choix de la loi d'ajustement	35
III.3.1.1. Ajustement à la loi normale (gauss).....	35
III.3.1.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton).....	37
III.3.2. Test d'adéquation	39
III.3.2.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale	39
III.3.2.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log- Normale	40
III.3.3. Détermination de l'année de calcul	40
Conclusion	41

Chapitre IV : Etude des besoins en eau des cultures

SOMMAIRE

Introduction	42
IV.1. Les besoins en eau d'irrigation.....	42
IV.2.L'évapotranspiration	42
IV.2.1.L'évapotranspiration potentielle (ET0)	42
IV.2. 2.Evapotranspiration maximale ou de culture (ETM)	43
IV.2.3.Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ET0).....	44
IV.3. Choix des cultures à mettre en place	44
IV.3.1. Mise en place du palmier dattier	45
IV.3.2.Mise en place de l'olivier	46
IV.3.3.Mise en place de cultures maraichères	46
IV.4.Occupation des sols	46
IV.5.Assolement-rotation.....	47
IV.6. Répartition des surfaces en fonction de l'assolement proposé	47
IV.7. Détermination des Besoins en eau des cultures	48
IV.7.1.Calcul de la pluie efficace.....	48
IV.7.2. La réserve facilement utilisable (RFU)	49
IV.7.3. Efficience de l'irrigation.....	49
A-Estimation des besoins en eau des cultures arboricoles.....	50
B-Estimation des besoins en eau des cultures maraichères	50
IV.8.Calcul du débit	53
IV.8.1.Calcul du débit spécifique	53
IV.8.2. Calcul du débit caractéristique.....	54
Conclusion	54

Chapitre V : Dimensionnement du réseaux de distribution

SOMMAIRE

Introduction	56
V.1. Schéma d'aménagement	56
V.2. réseau de distribution	56
V.3. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation.....	56
Le découpage des îlots devrait être effectué en respectant les principes suivants	56
V.4. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	56
V.5. Calcul des débits des îlots.....	57
VI.6. Choix du diamètre de la borne.....	57
V.7. Dimensionnement du réseau de distribution	58
V.7.1. Caractéristiques des conduites du réseau de distribution	58
V.7.2. Vitesses admissibles	59
V.7.3. Choix du matériau des conduites	59
V.7.4. Caractéristiques des canalisations.....	59
a) Conduites en fonte	59
b) Conduite en acier	59
c) Conduite en PEHD.....	59
V.7.5. Calcul des diamètres	60
V.7.6. Calcul des pertes de charge	60
V.8. Dimensionnement du Bassin ou réservoir de stockage.....	63
Conclusion.....	64

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Introduction.....	65
VI.1. Les techniques d'irrigation.....	65
VI.1.1. Irrigation de surface	65
VI.1.1.1. Irrigation par bassin	66

SOMMAIRE

VI.1.1.2. Irrigation à la planche	66
VI.1.1.3. Irrigation à la raie	66
VI.1.2. Irrigation par aspersion	66
VI.1.2.1. Avantages de l'irrigation par aspersion	67
VI.1.2.2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion	67
VI.1.2.3. Contraintes de l'irrigation par aspersion	67
VI.1.2.4. Eléments d'installation de l'irrigation par aspersion	68
VI.1.2.5. Les différents types d'installation par aspersion	68
A) Les équipements classiques	68
B) Les équipements avec canons ou arroseurs géants à poste fixe	68
C) Les équipements avec arroseurs automoteurs	68
VI.1.2.6. Choix d'une installation	68
A) contraintes techniques	68
B) Contraintes économiques.....	69
VI.1.2.7. Différentes installations à la parcelle	69
VI.1.3. Irrigation localisée	69
VI.1.3.1. Avantages de l'irrigation localisée	70
A) Efficience de l'eau	70
B) Avantages agronomiques	70
C) Avantages cultureux	70
D) Avantages économiques	70
VI.1.3.2. Inconvénient de l'irrigation localisée	71
VI.1.3.2.1. L'obstruction des goutteurs	71
VI.1.3.2.2. Accumulation de sels	71
VI.1.3.3. Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée	71

SOMMAIRE

VI.1.3.3.1. Un point d'eau	71
VI.1.3.3.2. Une installation de tête	71
VI.1.3.3.3. Une canalisation principale	72
VI.1.3.3.4. Les portes rampes	72
VI.1.3.3.5. Les rampe	72
VI.1.3.4. Nécessité d'une filtration	72
VI.1.3.5. L'entretien du réseau	73
Conclusion	73

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

Introduction	74
VI.1. Réseau d'irrigation goutte à goutte	74
VI.1.1. Types de cultures adaptées au goutte à goutte	74
VI.1.2. Choix du système goutte à goutte	74
VI.1.3. Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte	74
• Avantage	74
a) Economie et efficacité de l'eau	74
b) Uniformité d'arrosage	75
c) Economie d'énergie et de main d'œuvre	75
d) Facilité d'exécution des travaux culturaux	75
e) Réduction des maladies	75
f) Facilité de conduite d'une irrigation fertilisante	75
• Inconvénients ou contraintes	76

SOMMAIRE

a) En premier lieu, l'obstruction des goutteurs	76
b) Une accumulation de sels qui se concentrent	76
c) Les coûts d'investissements.....	76
VI.1.5. Concept et composantes du système d'irrigation au goutte à goutte	77
VI .2. Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte	77
VI .2.1. Les besoins en eau de la parcelle d'Olivier.....	77
VI.2.1.1. Données générales.....	77
VI.2.1.2. Les besoins journaliers.....	78
VI.2.1.3. Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction	78
VI.2.1.4. Calcul des besoins bruts	79
VI.2.1.5. Pourcentage du sol humidifié	79
VI.2.1.6. La dose d'irrigation nette pratique.....	79
VI.2.1.7. Fréquence des arrosages	80
VI.2.1.8. Durée d'arrosage par mois	80
VI.2.1.9. Durée d'arrosage journalier	81
VI.2.1.11. Surface de poste	81
VI .2.2. Calcul hydraulique	81
VI .2.2.1. Condition hydraulique	81
VI .2.2.2. Le débit	82
VI .2.2.3. Le nombre d'arbre par rampe	83
VI .2.2.4. Nombre de goutteurs par rampe	83
VI .2.2.5. Nombre de rampes	83
VI .2.2.6. Débit de la rampe	83
VI .2.2.7. Débit de la porte rampe	83
VI .2.2.8. Nombre de porte rampe	83

SOMMAIRE

VI .2.2.9. Débit de la conduite secondaire	83
VI.2.3. Dimensionnement des canalisations du réseau.....	83
VI.2.3.1. Calcul du diamètre de et la vitesse la rampe	83
VI.2.3.2. Calcul du diamètre et de la vitesse de porte rampe.....	84
VI.2.3.3. Calcul de caractéristique de conduites tertiaire	84
VI.2.3.4. La pression d'eau à la borne de distribution	85
Conclusion	85

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Introduction	86
VIII.1. Différents travaux à entreprendre	86
VIII.1.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution.. ..	86
VIII.1.1.1. Exécution des tranchées	86
VIII.1.1.2 Pose du lit de sable	86
VIII.1.1.3 Pose des conduites	86
VIII.1.1.4 .Epreuve de joint et de la canalisation	87
VIII.1.1.5 .Remblayage des tranchées	87
VIII.1.1.6. Nivellement et compactage	87
VIII.2. Calcul des volumes des travaux de distribution	87
VIII.2.1. Calcul du volume de terrassement	87
Largeur du fond de la tranchée	87

SOMMAIRE

Profondeur de la tranché	87
VIII.2.2. Calcul du volume de déblai	88
VIII.2.3. Calcul du volume de lit de sable	89
VIII.2.4. Calcul du volume de remblai	89
VIII.3.Estimation de cout total de projet.....	90
VIII.3.1 .Estimation de cout de pose de canalisation du réseau	90
VIII.3.2. Estimation du cout des vannes	91
VIII. 3.3. Estimation du cout des bornes et des pompes	91
VIII. 3.4. Devis du réseau d'irrigation localisée	91
Conclusion	92

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles du périmètre

Tableau I.1. Localisation et coordonnées géographiques du périmètre.....	2
Tableau I.2. Evolution de la population.....	3
Tableau I.3. Répartition de la population par dispersion.....	4
Tableau I.4. Population active et occupée.....	5
Tableau I.5: précipitations moyennes mensuelles.....	7
Tableau I.6: Répartition des températures.....	8
Tableau I.7: Vitesse moyenne des vents.....	9
Tableau I.8 : Humidité relative de l'air.....	10
Tableau I.9: Nombre moyen d'heures d'insolation par mois.....	10
Tableau I.10 :Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne.....	12

Chapitre II : Ressources en sols et ressources en eaux

Tableau II.1 : Analyse pédologique du profil n°1.....	16
Tableau II.2 : Analyse pédologique du profil n°2	20
Tableau II.3: Caractéristiques des forages.....	25
Tableau II.4 : Résultats d'Analyses physico- chimiques des eaux souterraines.....	26
Tableau II.5. Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	27
Tableau III.6: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	28
Tableau II.7 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	29

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre III : Etude hydrologique

Tableau III.1 : Caractéristiques de la station météorologique ONM- El Oued.....	31
Tableau III.2 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	32
Tableau III.3 : Test de Wilcoxon.....	34
Tableau III.4 : Les résultats d'ajustement à la loi normale(Gauss).....	35
Tableau III.5 : Les résultats d'ajustement au log Normale.....	38
Tableau III.6 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm).....	41

Chapitre IV : Etude des besoins en eau des cultures

Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET0).....	44
Tableau IV.2 : Aptitudes culturales des sols.....	45
Tableau IV.3 : Répartition des cultures dans le périmètre.....	47
Tableau IV.4: L'assolement biennal et la rotation des cultures en irriguées.....	47
Tableau IV.5: Les précipitations efficaces dans la zone de projet.....	48
Tableau IV.6: Calcul des besoins en eau du Palmier.....	50
Tableau IV.7: Calcul des besoins en eau d' Olivier.....	50
Tableau IV.8: Calcul des besoins en eau de pomme de terre	51
Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de choux-fleur.....	51
Tableau IV.10: Calcul des besoins en eau de Tomate	52
Tableau IV.11 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures	52
Tableau IV.12 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures	53
Tableau IV.13. : Le débit spécifique moyen des cultures.....	54

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre V : Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau V.1: Choix du diamètre de la borne.....	58
Tableau V.2 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre de la borne.....	58
Tableau V.3 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	60
Tableau V.4: Calculs hydrauliques du réseau de distribution.....	62
Tableau V.5: Dimensions du réservoir de stockage projeté.....	63

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

Tableau VII.1: Calcul de diamètre de la conduite tertiaire.....	84
Tableau VII.2.Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges	85

Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai pour les canalisations du réseau.....	88
Tableau VIII.2: Calcul du volume de sable pour les canalisations du réseau	88
Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai pour les canalisations de distribution	89
Tableau VIII.4:Estimation du cout de pose de canalisation du réseau.....	89
Tableau VIII.5: Estimation du cout des conduites du réseau	89
Tableau VIII.6: Estimation du cout des vannes.....	90
Tableau VIII.7: Estimation du cout des bornes et pompes.....	90
Tableau VIII.8:Equipement interne des parcelles d'irrigation localisée.....	91

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles du périmètre

Figure I.1 : Figure I.1. Localisation de la wilaya d'El OUED (Wikipédia).....	1
Figure I.2: la région du périmètre d'étude de HAMRAIA(Wikipédia).....	2
Figure I.3 : Evolution de la population(1987-2010).....	3
Figure I.4 : Evolution de la densité(1987-2010)	4
Figure I.5 : Répartition de la population par dispersion (1987-2010)	5
Figure I.6 : Population active et occupé. (1987-2010)	5
Figure I.7 : Répartition des effectifs en équivalents ovins.....	6
Figure I.8. Précipitations moyennes mensuelles (1990-2012).....	7
Figure I.9 : Graphique de Variation mensuelle des températures	8
Figure I.10:Graphique des vitesses moyennes de vent.....	9
Figure I.11: Graphique de l'humidité relative de l'air.....	10
Figure I.12: Graphique de l'insolation.....	11
Figure I.13: Diagramme ombro-thermique de Gaussen.....	12
Figure I.14: Position de l'Oued dans le diagramme d'EMBERGE.....	13

Chapitre II : Ressources en sols et ressources en eaux

Figure II.1 : La Palmeraie (culture principale).....	23
Figure II.2: Grenadier, culture intercalaire avec le palmier.....	23
Figure II.3: Vigne en intercalaire avec le palmier dattier.....	24
Figure II.4: Tradition nouvelle, plantation d'olivier dans le cadre de la concession.....	24

Chapitre III : étude hydrologique

Figure III.1: L'allure des points sur le papier probabilité à la loi normale.....	37
Figure III.2 :L'allure des points sur le papier probabilité à la loi log normale.....	39

LISTE DES FIGURES

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Figure VI.1: Exemple d'une installation goutte à goutte.....72

Chapitre VIII : Calcul technico-économique.

Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée.....87

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PLANCHES

Désignation	Numéro	Echelle
Plan de situation du périmètre d'irrigation HAMRAIA.W.OUED	Plan 1	1/5000
Plan descriptif de réseau d'irrigation du périmètre HAMRAIA.W.OUED	Plan 2	1/2000
Plan descriptif de la technique d'irrigation goutte a goutte HAMRAIA.W.OUED	Plan 3	1/500
Profile en long de la conduite principale P-B1	Plan 4	H :1/2500 V: 1/250

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est vitale pour la survie, la santé et la dignité de l'homme, mais aussi une ressource fondamentale pour le développement humain. Les réserves d'eau souterraines sont sous une pression croissante.

L'Algérie a connu dernièrement un manque accru en ressources hydriques, de ce fait l'agriculture est désormais confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau ainsi que le lessivage des principaux éléments nutritifs du sol qui peut réduire sa productivité.

Les régions sahariennes disposent d'un territoire immense qui couvre environ $\frac{3}{4}$ du territoire national. Ces régions disposent aussi de ressources hydriques importantes constituées en majorité de réservoirs d'eau souterraine non renouvelable représentées par deux grandes aquifères (le complexe terminal et le continental intercalaire). Ces deux systèmes hydrauliques font du Sahara Algérien une région considérée comme très riche en ressource hydrique.

La micro-irrigation est le niveau actuel de l'évolution de l'irrigation qui conviendrait à contrer la menace de pénurie d'eau et de pollution tout en augmentant les rendements agricoles. Elle ne s'applique pas à toutes les cultures, néanmoins elle permet une grande économie d'eau et de fertilisants.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est d'étudier l'aménagement hydro agricole de périmètre d'irrigation de HAMRAIA, qui est alimenté actuellement à partir de 02 forages existant, mais au futur il sera alimenté à partir d'un forage albien avec un débit de 120l/s et une profondeur 520ml, ce forage couvrira la totalité de la superficie conventionnée (200Ha), dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par un réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assuré une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

La première étape de notre travail, a consisté en une collecte des données sur le site de travail (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), puis on va calculer les besoins de notre zone d'étude ce qui nous permettra de dimensionner notre réseau d'irrigation avec des calculs hydrauliques et une étude technico-économique de notre projet.

chapitre I

Analyse des conditions naturelles du périmètre

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles du périmètre

Introduction

Ce chapitre est consacré à une présentation bien détaillée de notre zone d'étude, du point de vue situation géographique, caractéristiques climatiques, et socio-économique, afin de déterminer les différents paramètres qui nous permettront de caractériser la zone d'étude et qui nous aident à connaître la nature du climat de la zone d'étude.

I.1. Présentation générale de la zone d'étude

I.1.1. Présentation de la wilaya

Notre zone d'étude est située dans la wilaya d'Oued. Elle est située au Sud-est de l'Algérie à une distance de 560 km de la capitale. Elle occupe une superficie de 545730 km². Elle est limitée :

- au Nord par la Wilaya d'El Oued
- au Nord – Ouest et Ouest par les Wilayas de Djelfa Biskra et Ghardaïa.
- au Sud – Ouest par la Wilaya de Tamanrasset,
- au Sud par la Wilaya d'Illizi.
- Et par la Tunisie à l'Est



Figure I.1. Localisation de la wilaya d'El OUED

I.1.2. Identification et localisation du site du projet

La région de Hamraïa dans laquelle s'étend le périmètre agricole concerné par l'étude de dimensionnement, se situe géographiquement au niveau de la commune de Hamraïa, à 135 km par rapport au chef-lieu de la Wilaya d'El Oued. Sur le plan administratif, ce périmètre fait partie de la commune de Hamraïa et de la daïra de Reguiba (Wilaya d'El Oued), le périmètre de Hamraïa, d'une superficie totale de 200 ha.

Ce périmètre est limité par :

- Au Nord par Oued Itell.
- Au Sud par la route nationale n°48, reliant El oued et Biskra.
- A l'Est par le chemin communal n° 550 (Route nationale n°48 vers le village agricole de Meguibra.
- A l'Ouest par des terrains de parcours psammophiles et halophiles.

Tableau I.1. Localisation et coordonnées géographiques du périmètre

Lieu dit	Commune	Wilaya	Superficie (ha)	Coordonnées (Km)			
				X1	X2	Y1	Y2
Hamraïa	Hamraïa	El Oued	200	3792.240	3791.860	223.2	225.220
				3793.230	3793.20	223.2	225.050

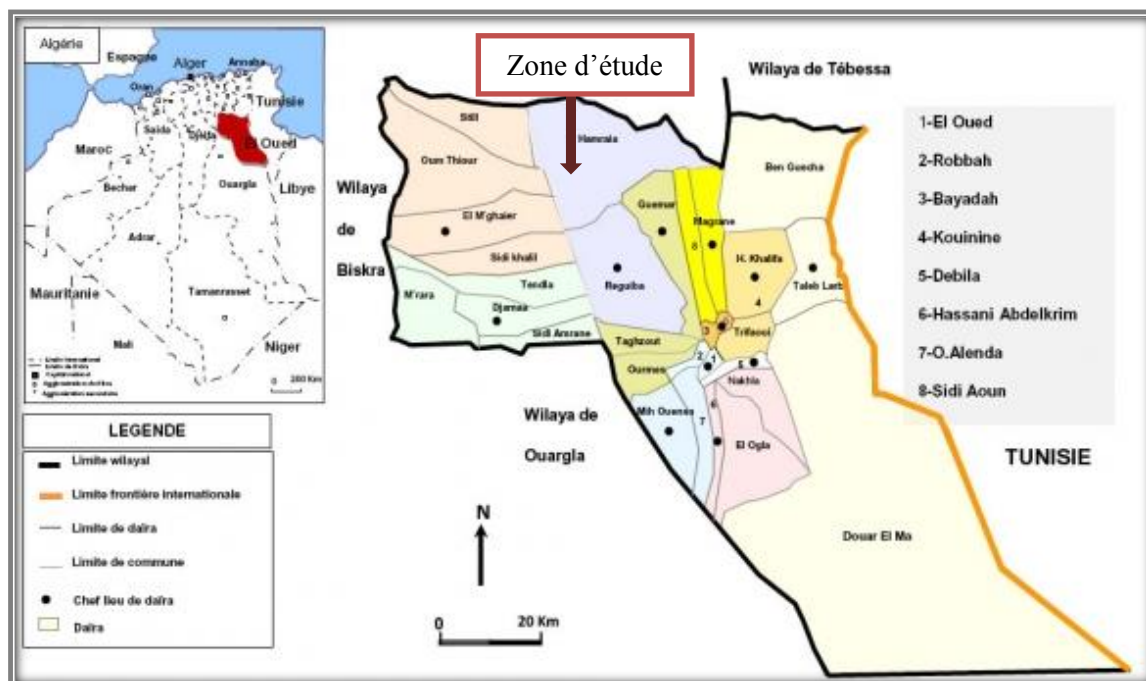


Figure I.2 : la région du périmètre d'étude de HAMRAIA

I.2. Etude socio-économique

Dans cette partie, on doit situer le périmètre d'étude à l'échelle de la commune concernée par le projet de mise en valeur, pour décrire et analyser les principaux paramètres socio-économique qui permet de caractériser le niveau de peuplement des espaces à étudier pour apprécier leur développement économique et social et de cerner les besoins des populations locales.

I.2.1.Aspect Démographiques

a) Evolution de la population

La population de Hamraïa a augmenté entre 1987 et 2010 avec un taux d'accroissement de 2,59%. Ce taux est supérieur au taux national et qui est égal à 2,7%.

Tableau I.2. Evolution de la population

Commune	Population totale (RGPH, 1987)	Population totale (RGPH, 1998)	Population totale (RGPH, 2008)	Population totale (DPSB, 2010)	Taux d'accroissement entre 1987/1998	Taux d'accroissement entre 1998/2008	Taux d'accroissement entre 2008/2010
Hamraïa	3 024	3 938	5 172	5 575	2,4%	2,76%	3,8%

Source : BNEDER

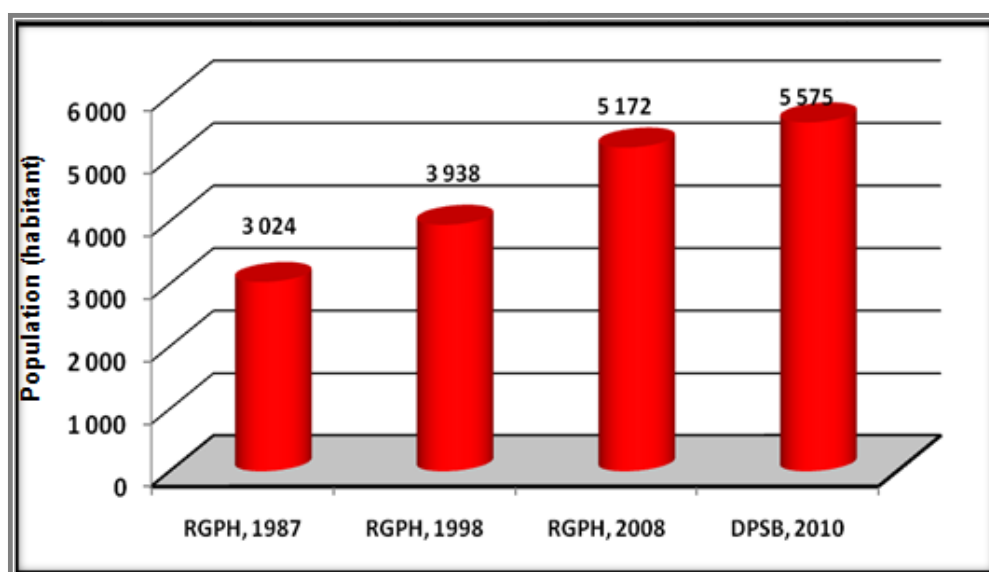


Figure I.3 : Evolution de la population

b) Densité de la population

La densité de population enregistrée au cours du recensement de 2008 se situe à 2,15 habitants au km². Cette densité est faible et elle confirme le sous-peuplement de la commune à caractère rural. En 2010, cette densité est restée pratiquement constante de l'ordre de 2,28 hab/k m².

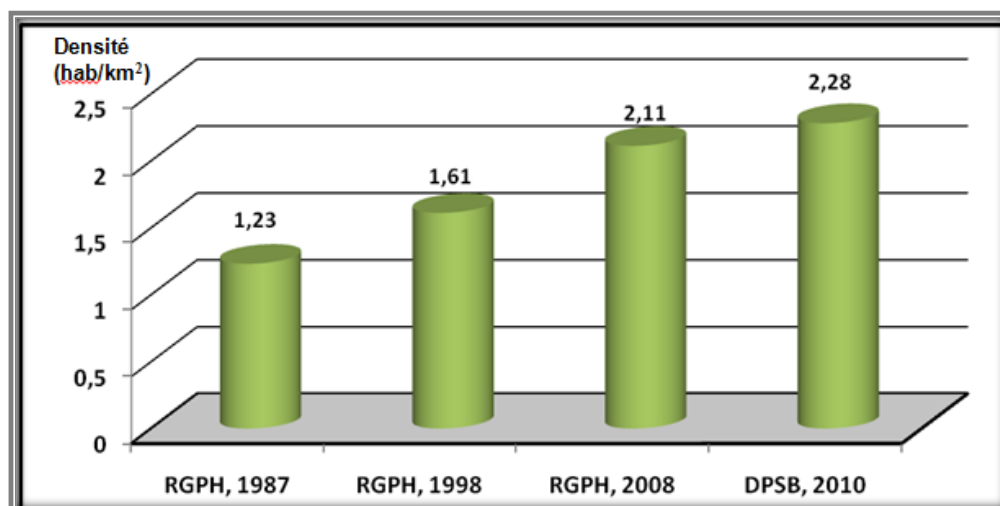


Figure I.4 : Evolution de la densité

c) Répartition de la population

Répartition de la population évolue de façon progressive de l'année 1987 à 2010 s'explique par le degré de développement et des infrastructures existantes au niveau de la commune.

Tableau I.3. Répartition de la population par dispersion

Population résidente	Population (habitant)					
	RGPH 1987		RGPH 1998		RGPH 2010	
ACL	1 391	46%	2 086	53%	3 260	63%
AS	532	18%	985	25%	1 779	35%
ZE	1 101	36%	867	22%	133	2%
Total	3 024		3 938		5 172	

Source : BNEDER

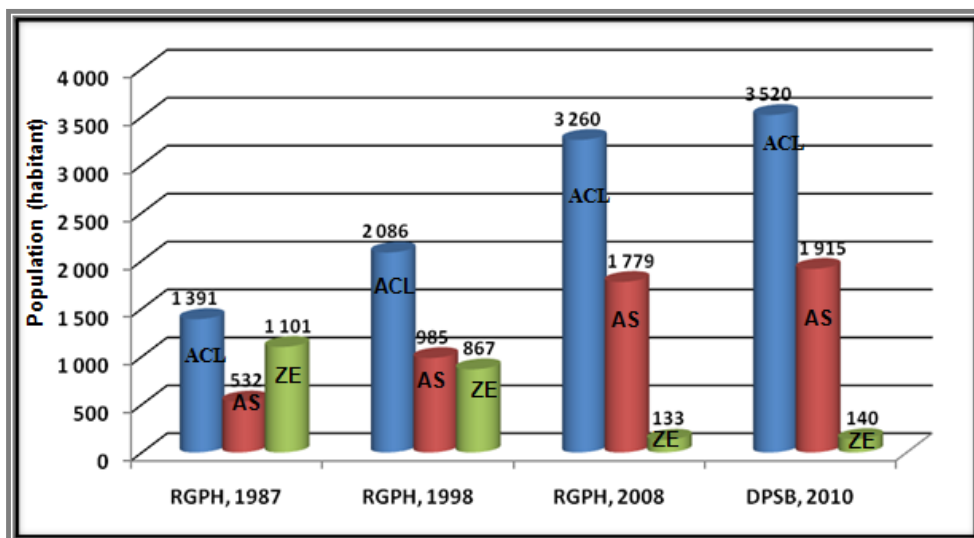


Figure I.5: Répartition de la population par dispersion

I.2.2. Aspects économiques

I.2.2.1. Emploi

La population active et occupée de la commune de Hamraïa est donnée par le tableau suivant.

Tableau I.4. Population active et occupée

Source	Population active (personnes)	Population occupée (personnes)	Taux d'activité (%)	Taux d'occupation (%)	Taux de chômage (%)
RGPH, 1998	802	491	20,36	12,46	38,77
Situation fin 2008 (source, Direction de l'Emploi)	1 746	1 398	31,31	23,17	19,93

Source : BNEDER

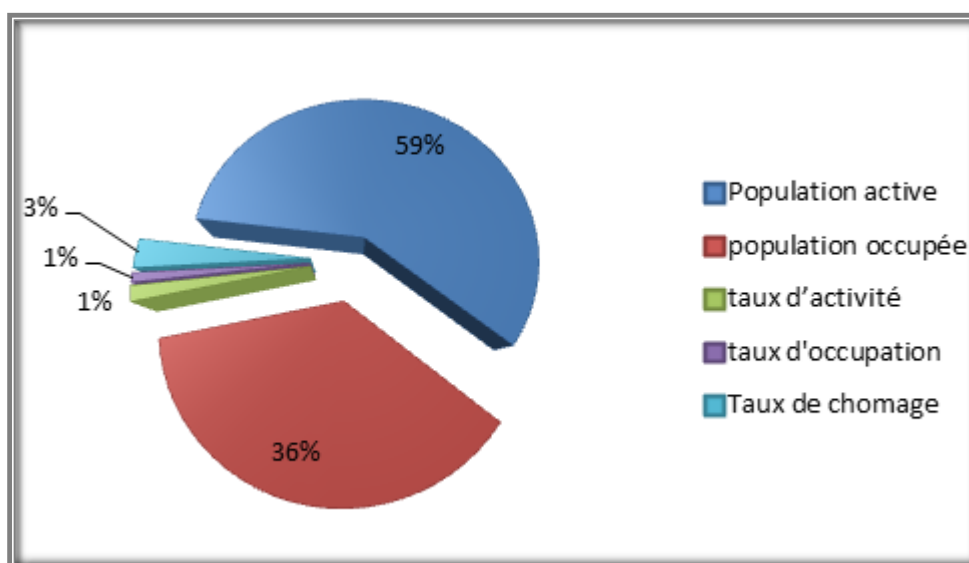


Figure I.6: population active et occupé

I.2.2.2. l'élevage

la commune de Hamraïa dispose d'un effectif total de 8 201 équivalents ovins, mené de façon extensive sur des terres de parcours à faible production pastorale auquel s'ajoute la pauvreté du cortège floristique ; les fourrages artificiels d'une superficie très restreinte ne répondent pas aux besoins des animaux.

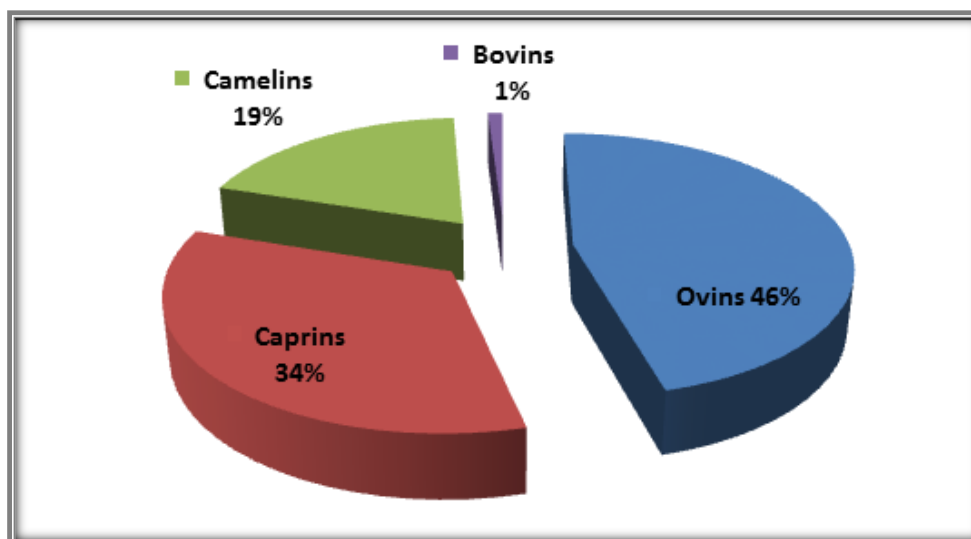


Figure I.7: Répartition des effectifs en équivalents ovins

I.3. Relief

Le périmètre d'étude est localisé sur un terrain à morphologie plane limité par l'Oued Itell dans sa partie Nord. Il est situé à une altitude très faible et varie entre -10 et -15 mètres, appelée région du bas Sahara.

Les terrains de cet ensemble sont caractérisés par une faible pente également, de la classe comprise entre 0 à 3% (classe 1) et de formation lithologique composée de sables (alluviaux).

I.4. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude

L'amélioration de la production agricole exige une connaissance approfondie des conditions climatiques idéales pour chaque plante. Il existe plusieurs facteurs climatiques qui affectent la production des cultures et qui sont des facteurs écologiques liés aux circonstances atmosphériques et météorologiques dans une région donnée.

Les facteurs climatiques à étudier portent sur les précipitations (moyennes, mensuelles, saisonnières), les températures (moyennes mensuelles, minima, maxima), les vents, l'humidité relative de l'air, l'évapotranspiration, le bilan hydrique, les indices climatiques, l'insolation.

I.4. 1 .Précipitations

Les projets de dimensionnement d’un réseau d’irrigation nécessitent une étude de la variabilité des précipitations à différentes échelles temporelles. Elle est également précieuse dans l’étude des changements climatiques.

Les répartitions moyennes mensuelles des précipitations d’une durée d’observation de 22 ans (1990-2012) pour la station **d’El Oued** résumées dans le tableau suivant :

Tableau I.5: précipitations moyennes mensuelles

Unité : mm

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
P	7.29	1.17	3.54	2.76	1.90	0.92	0.36	0.72	4.79	6.42	5.01	4.46	39.34

Source : Station El Oued O.N.M

Ce tableau nous permet d’établir le diagramme ci-dessous, qui montre une variation de la pluviométrie mensuelle avec une amplitude non constante.

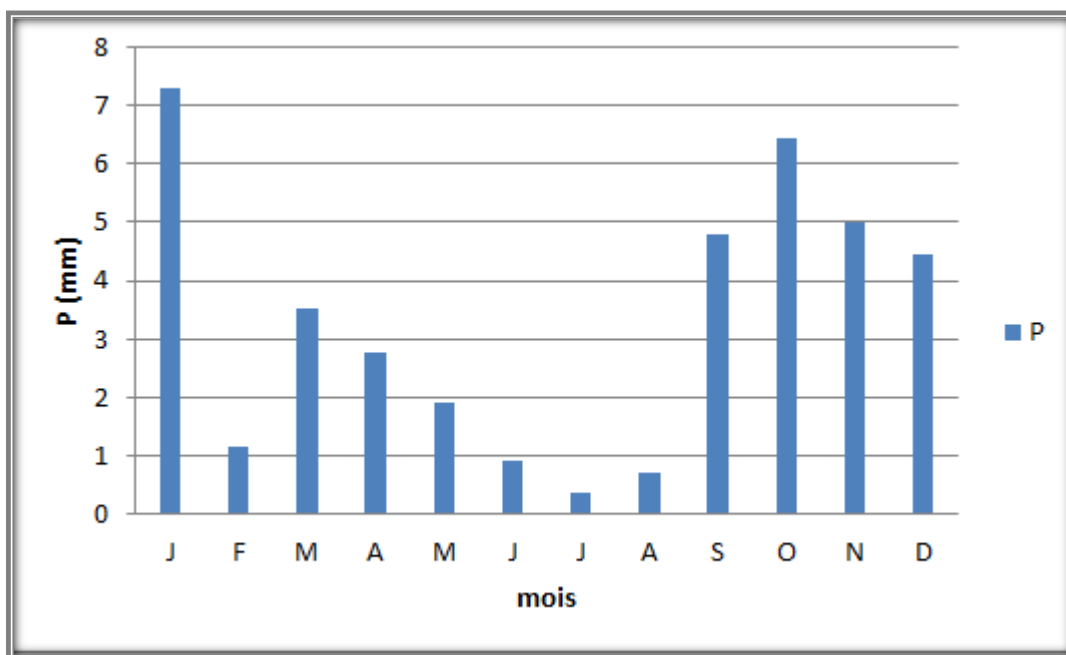


Figure I.8:précipitations moyennes mensuelles

Tel qu’il ressort des données issues de la station d’El Oued, les précipitations sont très faibles, étant donné qu’on est en présence d’une zone saharienne et se caractérisent par leur irrégularité.

I.4. 2.Températures

Les températures peuvent constituer un facteur limitant à la croissance végétale surtout lorsque les amplitudes thermiques sont accentuées.

Le tableau suivant résume les données de températures enregistrées au niveau de la station d'El Oued.

Tableau I.6: Répartition des températures minimales (m) et maximales (M) et

Moyenne (M+m)/2 par mois

Unité : °C

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Tm	5,3	6,8	10,7	14,2	19,1	23,7	26,5	26,4	22,9	17,5	10,6	6,6	15,85
TM	16,9	19,4	23,9	27,5	33,1	38,3	41,2	40,7	35,4	29,9	23,1	17,8	28,93
M+m/2	10,7	12,9	17,1	20,9	26,3	31,1	34,0	33,6	29,0	23,4	16,5	11,6	23

Source : Station El Oued O.N.M

Le tableau I.6, met en évidence que Les températures moyennes enregistrées au niveau de la station de référence (station El Oued) sont de 23°C. Les températures minimales atteignent 15,85°C et maximales sont de 28,93°C.

les températures baissent légèrement et progressivement à partir du mois de Septembre jusqu'au mois de janvier. Les mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds de l'année avec un maximum de 41,2°C ; et les mois les plus froids sont Janvier et Février.

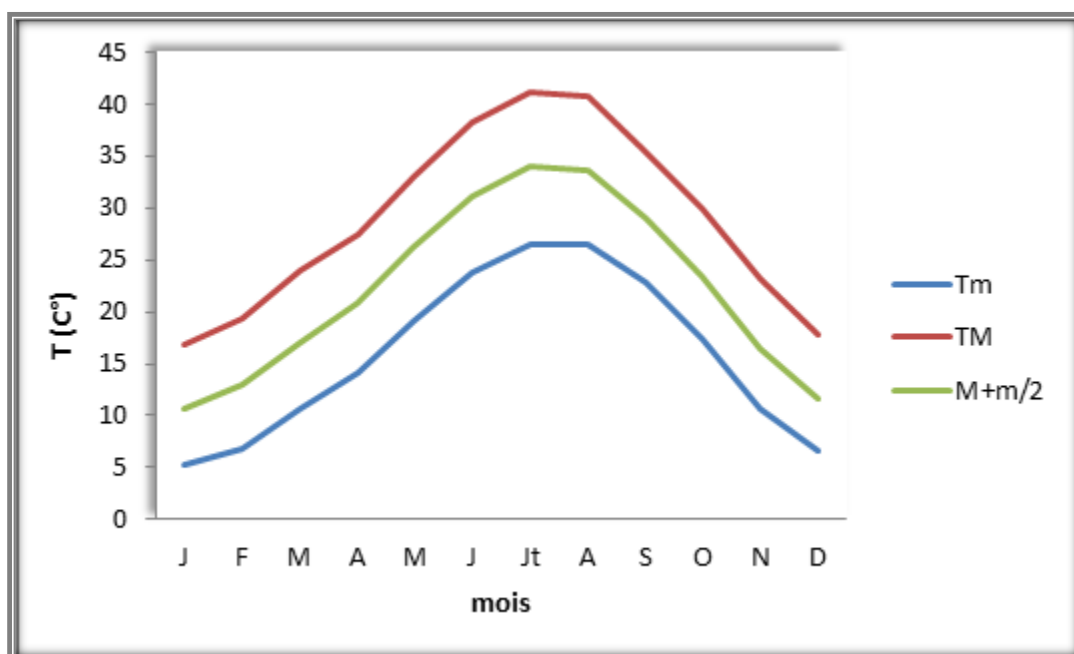


Figure I.9: Graphique de Variation mensuelle des températures Minimales, maximales et moyennes

Le graphe montre que, la température moyenne mensuelle augmente à partir du mois de Janvier jusqu'à Juillet (le mois le plus chaud) et rechute progressivement jusqu'au mois de Décembre.

Les cultures à introduire au niveau du périmètre s’adaptent aux conditions du milieu, elles tolèrent les températures élevées.

I.4. 3. Le vent

Le vent est un élément important dans l’étude climatique aussi bien sur le plan agronomique que sur le plan aménagement.

Tableau I.7: Vitesse moyenne des vents (Vt moy)

Vent maximal absolu (Vt max abs)

Unité : m/s

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Vt moy	2,3	2,7	3,5	4,1	4,3	4,1	3,5	3,1	3,0	2,4	2,4	2,4	3,2
Vt max abs	31	27	27	30	32	34	34	26	35	24	22	25	29

Source : Station El Oued O.N.M

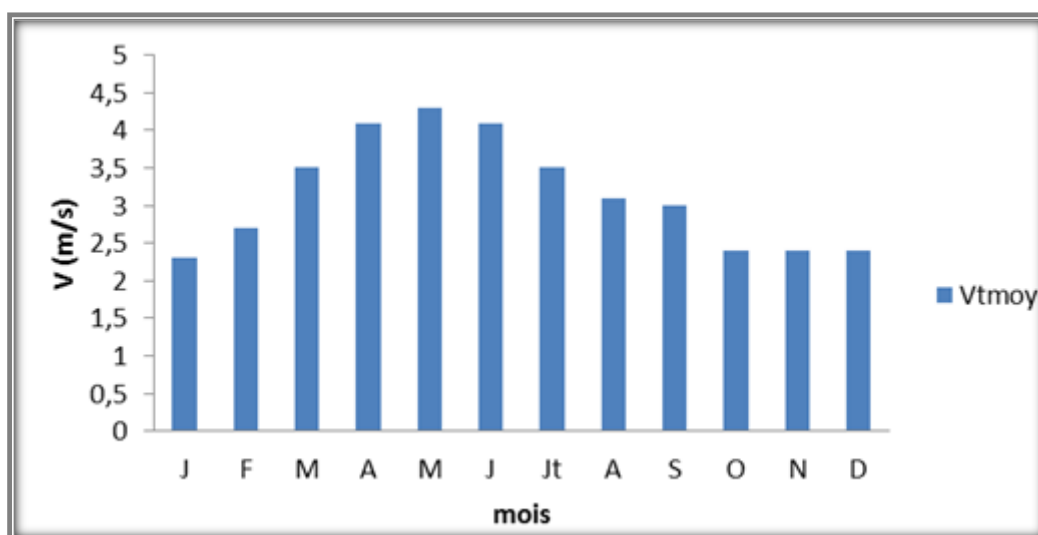


Figure I.10: Graphique des vitesses moyennes de vent

La vitesse moyenne des vents enregistrée au niveau de la station d’El Oued est modérée, elle est de 3,2 m/s.

Concernant la direction des vents, elle est dominante d’Est en Ouest, ce qui donne une humidité importante dans la région.

Du mois de Novembre à Mars, le vent est de direction Sud –Ouest tandis qu’il souffle du Nord vers l’Est durant la période Avril –Octobre.

Il est à noter, au niveau de la création des parcelles que l’établissement de brise vents est recommandé pour limiter effets dévastateurs du vent.

I.4.4.L’humidité relative de l’air

L'importance de ce paramètre dans l'étude climatique apparaît dans le fait que l'humidité conditionne les besoins en eau des cultures.

Tableau I.8 : Humidité relative de l'air

Unité : %

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Humidité (%)	65	54	48	41	36	32	30	33	44	51	59	66

Source : Station El Oued O.N.M

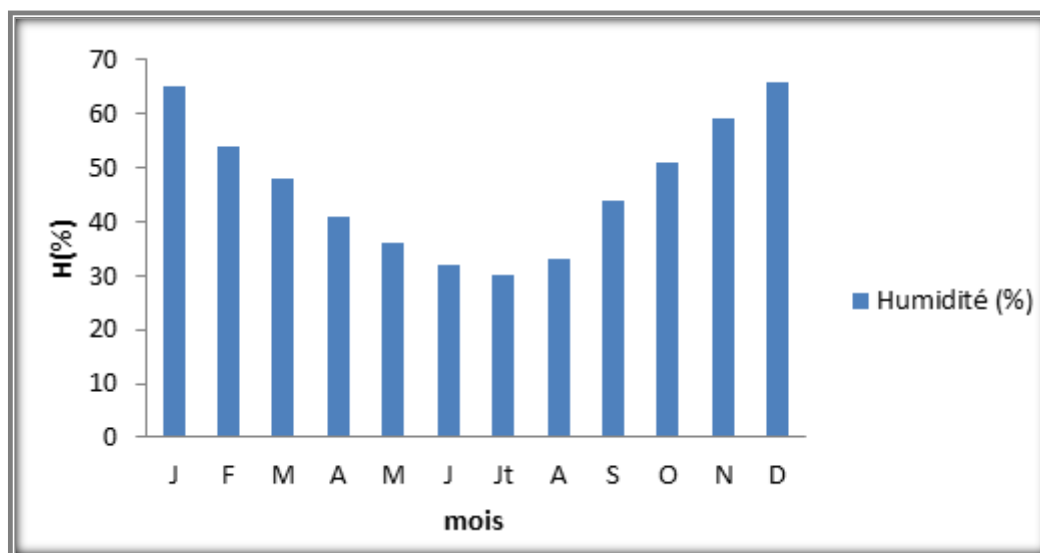


Figure I.11: Graphique de l'humidité relative de l'air

Le taux d'humidité est homogène durant toute l'année, il est relativement faible de l'ordre de 47%.

I.4.5.L'insolation

L'insolation est la durée d'ensoleillement mesurée en heures par jour, elle influe sur l'évapotranspiration et les besoins en eau des cultures.

Tableau I.9: Nombre moyen d'heures d'insolation par mois

Unité : heures/jours

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Insolation (heures/jours)	7,5	8,5	8,7	9,4	10	11,2	11,4	10,9	9	8,2	7,9	7,4	9,17

Source : Station El Oued O.N.M

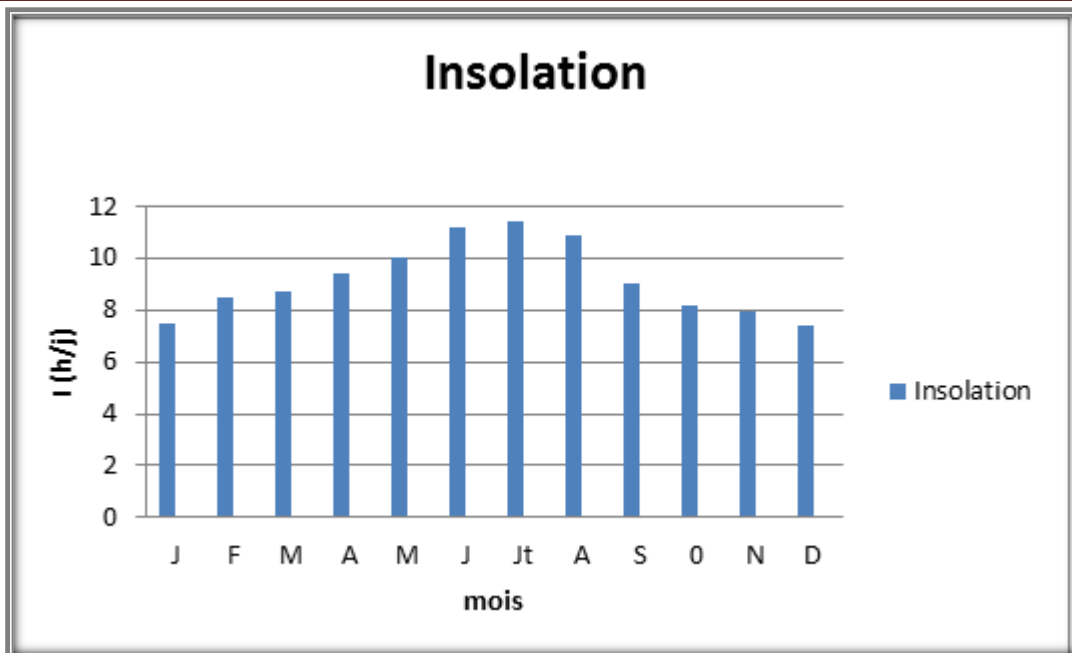


Figure I.12: Graphique de l'insolation

L'insolation est de 7 à 11 heures/jours ; elle est maximale au mois de Juillet avec 11,4 heures/jours et minimale en Décembre avec 7,4 heures par jours.

Le mois d'Août est le mois le plus exigeant en eau avec une évapotranspiration estimée à 216 mm. Durant l'année, l'évapotranspiration est de 2052.9 mm.

I.4.7. Classification du climat

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

I.4.7.1. Indice d'aridité De Martonne

Cet indice (I_a) est d'autant plus faible que le climat est aride. Il s'exprime par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle en °C.

D'où

$$I = \frac{39.34}{23+10} = 1.19$$

Tableau I.10 :Les limites de climat d’après l’indice d’aridité de Martonne

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Par fois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

$I = 1.192 \qquad I < 5$

Cet indice est faible, ce qui amène à dire que la zone est soumise à un climat aride chaud et sec ; par conséquent l’irrigation est nécessaire pour la mise en valeur agricole.

I.4.7.2. Diagramme ombro-thermique de Gaussen

Le diagramme ombro- thermique de Gaussen est une représentation graphique de la juxtaposition entre la courbe thermique et pluviométrique, selon la relation suivante :

$$P = 2T$$

Avec :

P= précipitation moyenne mensuelle en mm .

T= température mensuelle moyenne en °C).

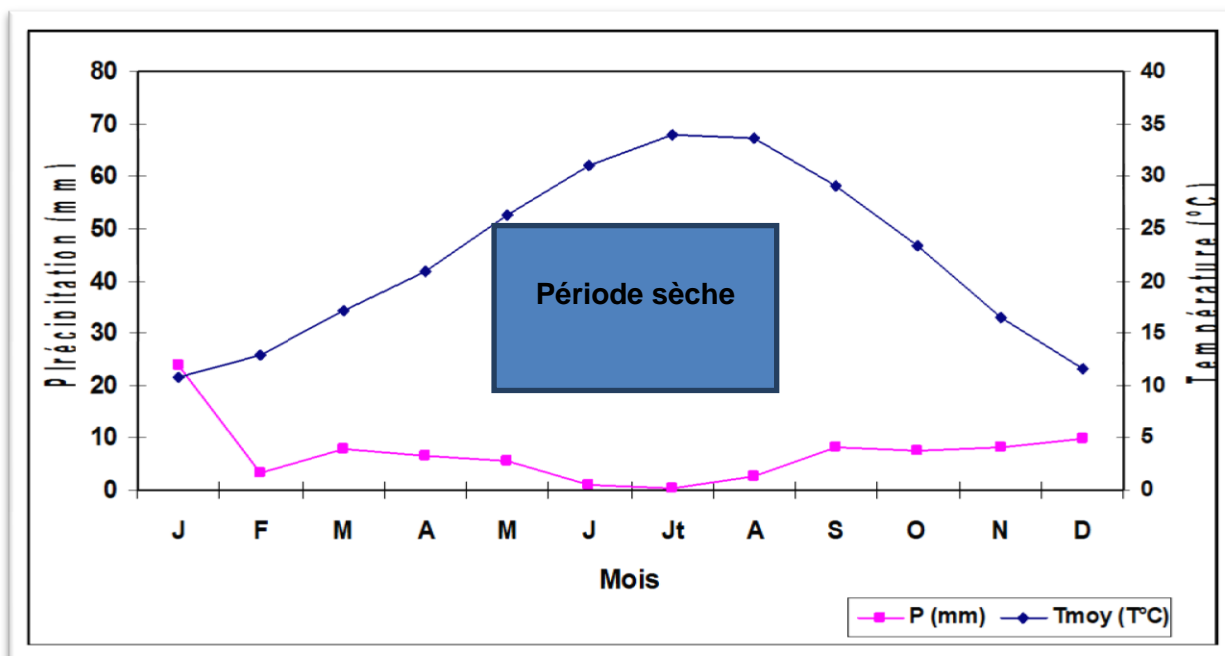


Figure I.13: Diagramme ombro-thermique de Gaussen

à 62 m d’altitude (Station d’El Oued)

Ce diagramme montre que la période de sécheresse est assez longue, et la période humide est négligeable. Il faut prévoir des irrigations permanentes pour les cultures en zone saharienne. La saison sèche s'étale sur plus de 10 mois.

I.4.7.3.Climagramme d'Emberger

Le bioclimat est défini à partir du quotient pluviométrique « Q » calculé à partir de la formule suivante :

$$Q = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en (Kelvin).

m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en (Kelvin).

P = 39.34 mm , M = 41.2°C = 314.2K, m = 5.3°C = 278.2K

$$Q = \frac{2000 \cdot 39.34}{314.2^2 - 278.2^2} = 3.38$$

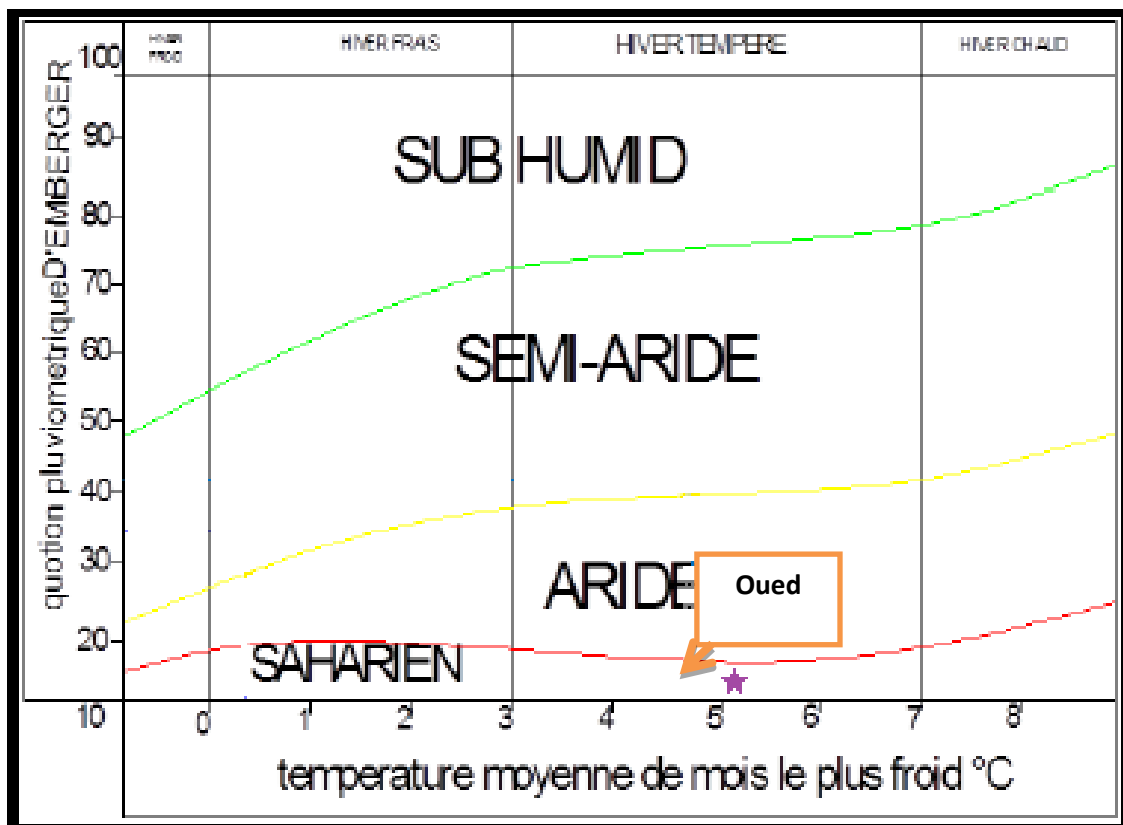


Figure I.14:Position de l'Oued dans le diagramme d'EMBERGE

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que la zone d'étude est située dans l'étage bioclimatique à dominance le climat de type saharien à hiver doux.

Conclusion

La zone d'étude appartient au domaine du bas Sahara, présente un climat désertique chaud de type saharien, ayant des températures excessives présentant des amplitudes journalières et annuelles fortes, des pluies faibles et irrégulières.

chapitre II

Ressources en sols et en eaux

Chapitre II : Ressources en sols et ressources en eaux**Introduction**

Dans ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude et de définir les sols destinés à l'irrigation et les caractéristiques hydrodynamiques des sols indispensables pour le calcul des doses d'arrosages et l'emplacement des réseaux d'irrigation.

II.1. Ressources en sols**II.1.1. Etude des sols**

L'étude des sols du périmètre Hamraïa a permis d'identifier deux (02) unités pédologiques homogènes, réparties dans les deux (02) classes suivantes :

- Classe des sols calcimagnésiques.
- Classe des sols peu évolués.

II.1.1.1. Classe des sols calcimagnésiques

Cette classe de sol est observée dans la partie Sud du périmètre sur 61% de la superficie totale du périmètre avec 122ha ; développée essentiellement sur les terrains plats (plateau) à très faibles pentes.

Elle se caractérise par :

- Un aspect de surface quasiment identique et une charge caillouteuse très faible à nulle.
- une bonne profondeur (plus de 80cm).
- Une texture sableuse.
- Et présence d'un horizon gypseux bien identifié et structuré.

Description d'un profil type (P1) :**a) Données générales**

- ✓ Géomorphologie : replat
- ✓ Lithologie : Quaternaire (alluvions)
- ✓ Pente : 0 – 3%
- ✓ Exposition : Sud -Est
- ✓ Aspect de surface : charge caillouteuse très faible à nulle
- ✓ Vegetation: *Arthrophytum schmittianum*, *Retama retam*, *Salsola tetrandra*,
Thymelaea microphylla, *Salsola sp...*
- ✓ Occupation du sol : Parcours saharien

✓ Coordonnées : Y= 34° 13' 58''N
X= 006° 00' 13''E

Altitude : - 14 m

b) Description morphologique du profil

H1 : 0 - 35cm : sec, couleur 10YR 7/4, texture sableuse, structure meuble avec présence de nombreuses racines, activité biologique non marquée, matière organique non décelable, poreux, effervescence à Hcl nulle, transition nette.

H2 : 35 - 70cm : sec, couleur 2,5YR 8/4, texture sableuse, structure polyédrique fine très friable, présence de gypse, quelque racines, activité biologique non marquée, matière organique nulle, effervescence à Hcl nulle, transition nette.

H3 : plus 70cm : sec, couleur 2,5YR 8/4, texture sableuse, structure polyédrique moyenne, peu compact, activité biologique nulle, pas de matière organique, porosité faible, effervescence à Hcl nulle.

c) Résultats analytiques

Ces sols profonds, renferment au sein de leur profil type les caractéristiques suivantes :

Tableau II.1 : Analyse pédologique du profil n°1

Numéro du profil		P1		
Code laboratoire numéro		3	4	5
Horizons		H1	H2	H3
Profondeur en cm		0-35	35-75	>75
	A	1,5	13,1	3,6
	LF	3,7	17,5	6,1
Granulométrie	LG	5,4	20,8	9,00
(en %)	SF	44,9	17,00	8,5
	SG	44,5	31,6	72,8
Caco ₃ Total (en %)		8,63	6,38	3,38
Caco ₃ Actif (en %)		-	-	-
Gypse %		14,5	22,89	28,58
CEC (en méq/100)		1,19	8,65	2,53
PH (au 1/5)		8,46	7,95	7,94
CE mmhos/cm		0.16	2,24	2,28
MO%		0,15	0,22	0,14

Source : Laboratoire d'analyses des sols et eaux (BNEDER)

d) Caractères analytiques et interprétations

Ces sols profonds, renferment au sein de leur profil type les caractéristiques suivantes :

- **La granulométrie :**

Une texture grossière avec presque autant de sables fins que de sables grossiers pour les deux horizons (H1 :35,3% et 41,1%, H1 : 47,2% et 32,9%) avec présence plus au moins d'une structure des agrégats en profondeur, défavorable.

- **Le calcaire actif :**

Des teneurs en calcaire actif non significatifs voire nulles, très favorable.

- **Le gypse :**

Des teneurs en gypse très faible (2,6% et 4,12%) indiquant que le sol est légèrement gypseux, favorable.

- **L'alcalinité :**

Des PH moyennement alcalins à travers tout le profil (7.87 et 7.84) favorable.

- **La salure :**

Des conductivités électriques variables entre 2.32 mnhos/cm en surface et 2.27 mnhos/cm en profondeur, ces valeurs indiquent une présence de salinité (sol salé), défavorable pour certaines cultures.

- **La matière organique :**

Des taux de matière organique non satisfaisants, ils ne dépassent pas 0,26%.

- **La fertilité chimique :**

Des capacités d'échange cationique très faibles ne dépassant pas 2,6mécq/100g, qui reflètent une fertilité chimique médiocre.

e) Contraintes et potentialités

L'analyse des résultats de l'étude du sol, montre que ce dernier, présente des potentialités très appréciables, du point de vue profondeur, alcalinité et calcaire actif, mais certaines contraintes sont marquées comme, celles relatives à :

- La texture grossière favorable au drainage naturel des eaux d'irrigation;
- La présence du gypse qui peut provoquer des problèmes de blocage de certains éléments nutritifs pour quelques spéculations;
- La salinité du sol, peu contraignante pour certaines cultures;
- La pauvreté du sol en matière organique et en éléments majeurs;
- L'absence d'une fertilité chimique.

II.1.1.2. Classe des sols peu évolués d'apport alluvial à caractère gypseux

Cette classe de sol est observé dans la partie Nord du périmètre sur une superficie de 78ha soit 39% de la surface totale de la zone d'étude. Elle se caractérise par :

- Un aspect de surface à charge caillouteuse moyenne (15 à 20%) de nature gréseuse de forme arrondie et de diamètre inférieur à 4cm ;
- Une bonne profondeur (plus de 80cm) ;
- Une texture sableuse.

Description d'un profil type (P2)

a) Données générales

- ✓ Géomorphologie : replat
- ✓ Pente : 0 – 3%
- ✓ Exposition : Nord -Est
- ✓ Aspect de surface : charge caillouteuse moyenne.
- ✓ Vegetation: *Arthrophytum schmittianum*, *Salsola* sp, *Thymelaea microphylla*
- ✓ Occupation du sol : Parcours saharien
- ✓ Coordonnées : Y= 34° 13' 58''N
X= 006° 59' 45''E Altitude : -16 m

b) Description morphologique du profil

(0-15cm voile sableux).

H1 : 15 - 50cm : sec, couleur 7,5YR 6/8, texture sableuse, structure meuble avec incorporation d'environ 2 à 5% de cailloux de grès avec un diamètre de 1 à 2cm, présence de racines, activité biologique non marquée, matière organique non décelable, poreux, effervescence à Hcl nulle, transition nette.

H2 : 50 - 90cm : sec, couleur 5YR 6/6, texture sableuse, structure polyédrique fine, très friable, quelque racine, activité biologique non marquée, matière organique nulle, effervescence à Hcl nulle.

c) Résultats analytiques

Ces sols profonds, renferment au sein de leur profil type les caractéristiques suivantes :

Tableau II.2 : Analyse pédologique du profil n°2

Numéro du profil			P2
Code laboratoire numéro		6	7
Horizons		H1	H2
Profondeur en cm		0-35	35-75
	A	1,5	13,1
	LF	3,7	17,5
Granulométrie	LG	5,4	20,8
(en %)	SF	44,9	17,00
	SG	44,5	31,6
Caco ₃ Total (en %)		8,63	6,38
Caco ₃ Actif (en %)		-	-
Gypse %		8,5	7,89
CEC (en méq/100)		1,19	8,65
PH (au 1/5)		8,46	7,95
CE mmhos/cm		0,16	2,24
MO%		0,15	0,22

Source : Laboratoire d'analyses des sols et eaux (BNEDER)

d) Caractères analytiques et interprétations

Ces sols profonds, renferment au sein de leur profil type les caractéristiques suivantes :

- **La granulométrie :**

Une texture grossière avec presque autant de sables fins que de sables grossiers pour les deux horizons (H1 :35,3% et 41,1%, H1 : 47,2% et 32,9%) avec présence plus au moins d'une structure des agrégats en profondeur, défavorable.

- **Le calcaire actif :**

Des teneurs en calcaire actif non significatifs voire nulles, très favorable.

- **Le gypse :**

Des teneurs en gypse très faible (2,6% et 4,12%) indiquant que le sol est légèrement gypseux, favorable.

- **L'alcalinité :**

Des PH moyennement alcalins à travers tout le profil (7.87 et 7.84) favorable.

- **La salure :**

Des conductivités électriques variables entre 2.32 mnhos/cm en surface et 2.27 mnhos/cm en profondeur, ces valeurs indiquent une présence de salinité (sol salé), défavorable pour certaines cultures.

- **La matière organique :**

Des taux de matière organique non satisfaisants, ils ne dépassent pas 0,26%.

- **La fertilité chimique :**

Des capacités d'échange cationique très faibles ne dépassant pas 2,6méq/100g, qui reflètent une fertilité chimique médiocre.

e) Contraintes et potentialités :

L'analyse des résultats de l'étude du sol, montre que ce dernier, présente des potentialités très appréciables, du point de vue profondeur, alcalinité, calcaire actif, et gypse, mais certaines contraintes se manifestent comme, celles relatives à :

- La texture grossière qui favorise le drainage naturel des eaux d'irrigation ;
- La salinité du sol, peu contraignante pour certaines cultures ;
- La pauvreté du sol en matière organique et en éléments majeurs ;
- La fertilité chimique médiocre.

II.1.2. Erosion

Lors de la prospection sur le terrain, il a été constaté que le phénomène d'érosion se manifeste à très faible intensité à cause de la présence d'une végétation pérenne qui s'adapte aux conditions écologiques de la zone.

La présence d'une végétation fixatrice du sol aux alentours du périmètre diminue le processus d'érosion éolienne qui caractérise la zone.

On note que, les aménagements projetés au niveau de la zone d'étude vont jouer un rôle efficace contre le phénomène d'ensablement.

II.1.3. Occupation actuelle des sols et le sol agricole en particulier

L'analyse de l'occupation actuelle des sols et la sole agricole en particulier de la

commune de Hamraïa a été faite sur la base de données des statistiques agricoles disponibles auprès de la Direction des Services Agricoles d'El Oued (DSA) pour la campagne 2009/2010.

La surface agricole totale (SAT) est de 56 998 ha répartis comme suit :

- La superficie agricole utile (SAU) est de 1015 ha soit 1,8% de la SAT, est dominée par le patrimoine phénicicole,
- Les pacages et parcours représentent l'occupation la plus dominante et couvrent 95,4% de la superficie totale avec 54 390 ha,
- Les terres improductives n'occupent que 1 593 ha soit 2,8 % de la surface totale.

II.1.4.Traditions agricoles de la zone d'étude

Le système de production au niveau de la commune qui était centré essentiellement sur la pratique de l'élevage (ovins, caprins, camelins) mené de façon extensive a connu une évolution avec le développement du palmier dattier comme culture principale, bien adaptée à la région.

Les éléments déclencheurs de cette évolution se situent à eux niveaux :

- La création de la commune de Hamraïa qui a permis la fixation de populations qui s'est traduite par la régression de l'élevage au profit de la culture du palmier dattier,
- La mise en œuvre de programmes de mise en valeur de nouvelles terres (APFA, FNRDA, concession).

A la faveur de ces programmes, le palmier dattier qui était déjà pratiqué sur de petites superficies (cas de l'ancienne palmeraie de Bordj El Hamraïa) a connu une extension assez remarquable puisqu'il occupe actuellement plus de 80% de la SAU de la commune.

Outre le palmier dattier constitué à 80% de Deglet nour qui caractérise la culture dominante avec des productions appréciables (en moyenne 80 à 100 Kg/palmier), on rencontre le mélange d'autres variétés comme le Ghars et Degla beida sur 20% (60 Kg/Palmier).

On note également la présence de certaines cultures maraîchères (oignons, carottes, melons – pastèques, piment) et arboricoles (vigne, grenadier, abricotier, poirier), cultivés en intercalaire avec le palmier dattier et destinés à l'autoconsommation.

On note également comme spéculation d'introduction récente l'olivier développé dans le cadre du programme mise en valeur par la concession et le FNRDA.

Le développement de l'olivier (olives de table et olive de l'huile) qui occupe actuellement une superficie de 67 hectares (statistiques DSA, campagne 2009/2010) se heurte au manque de maîtrise par les agriculteurs, des itinéraires techniques. Les variétés préconisées sont la sigoise et la chemllal dont les rendements restent faibles.

On relève néanmoins, compte tenu des observations relevées sur le terrain et des avis des populations locales que les traditions restent marquées par la pratique ancienne de la phoeniculture et de l'élevage qui dispose d'un potentiel en parcours relativement important (95% de la superficie totale de la commune) et c'est dans ce sens que s'oriente l'investissement au niveau des exploitations de la zone.

Quelques photos illustrant les traditions agricoles de la zone d'étude.



**figure II.1 : La Palmeraie (culture principale), ancienne tradition (Variété Degla Béda),
belle oasis irrigué à partir de forage avec système de seguia.**



figure II.2 : Grenadier, culture intercalaire avec le palmier



Figure II.3 : Vigne en intercalaire avec le palmier dattier également

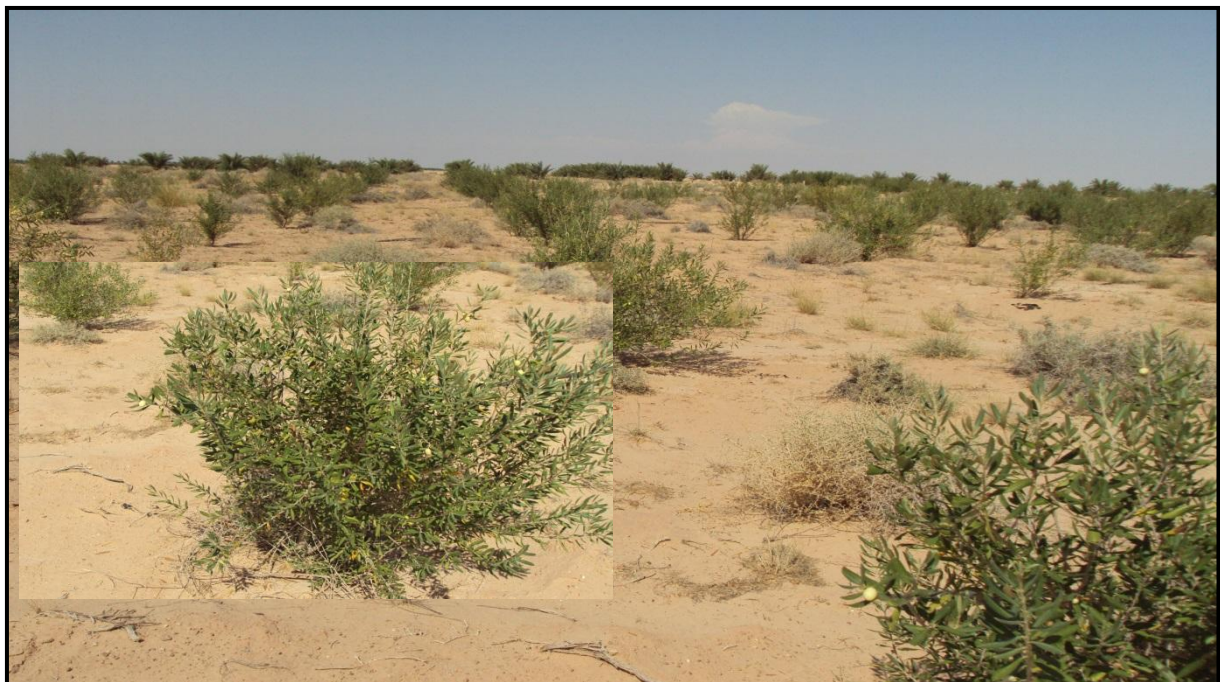


Figure II.4 : Tradition nouvelle, plantation d'olivier dans le cadre de la concession

II.2. Ressources en eaux

La ressource hydrique constitue un facteur limitant dans tout projet de mise en valeur agricole conduite en irrigué. Concernant le périmètre étudié et malgré qu'il est situé dans une zone saharienne caractérisée par des précipitations très faibles et irrégulières et par la rareté de ses ressources superficielles; il recèle des potentialités en eaux souterraines considérables qui peuvent être exploitées par la réalisation de forages.

II.2.1. Les eaux souterraines

Les ressources en eau souterraine dans la zone du projet sont exploitées à partir de la nappe captive du « complexe terminal » qui du point de vue hydrogéologique est constitué essentiellement de formations perméables gréseuses :

- de la nappe du Mio-pliocène qui est exploitée par des forages artésiens de profondeurs allant de 80 jusqu'à 153 m avec un seul forage qui débite 0,2 l/s; la plupart de ces forages sont bouchés.

- de la nappe du Pontien qui est exploitée par des forages également artésiens dont les profondeurs peuvent atteindre 520 m avec des débits allant jusqu'à 90 l/s, il est à signaler que cette même nappe peut fournir des débits dérisoires qui varient entre 0.5 et 6l/s.

Tableau II.3: Caractéristiques des forages

Nappe	Nombre de forages	Profondeur (m)	Débit (l/s)	Usage	Etat
Miopliocène	05	80-153	0.2	IRR	- 4 bouchés - 1 en bon état
Pontien	11	430-570	0.5-90	AEP- IRR	Bon à moyen

II.2.2. Alimentation en eau du périmètre

Pour la mobilisation des eaux destinées à l'irrigation, et en considérant les données hydrogéologiques disponibles, Le périmètre de **HAMRAIA** sera alimenté entièrement par 02 forages.

II.2.3. Estimation de la qualité de l'eau

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

II.2.3.1. Analyses physico- chimiques des eaux souterraines de la région d'étude

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux utilisées à l'irrigation de périmètres étudiés sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau II.4 : Résultats d'Analyses physico- chimiques des eaux souterraines de la région d'étude

Analyses	Unité	F1
PH		7.25
Conductivité	Mmho /cm	5.39
Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	367.2
Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	220.32
sodium Na ⁺	mg/l	455
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	305
Carbonate (CO ₃ ⁻⁻)	mg/l	-
Chlorure (Cl ⁻)	mg/	844.9
Résidu sec	g/l	4.33

Source : Laboratoire d'analyses des sols et eaux (BNEDER)

D'après ces résultats du tableau :

Cette eau présente l'avantage d'avoir un PH neutre de 7,25 ; ce qui signifie que cet élément ne constitue aucun risque d'acidité ou d'alcalinité sur le sol.

Une salinité très élevée (5.39Mmhos/cm). Il est conseillé de prendre des mesures quant à son utilisation pour l'irrigation vu les effets néfastes liés à la dégradation des plants de cultures et la structure et la texture du sol.

Un résidu sec de 4.33 g/l. Selon les normes et la classification de la FAO, le degré de restriction à l'usage de cette eau est sévère.

II.2.3.2. Les limites admissibles

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique en laboratoire. Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

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

II.2.3.3.1. La conductivité électrique

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

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

Tableau II.5. Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

Classe	CE (mmhos/cm)	Qualité des eaux
C ₁	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C ₂	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C ₃	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C ₄	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

Avec :

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

L'eau des forages prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique moyenne CE= 5.39 mmhos/cm, ce qui présente un risque très élevé.

II.2.3.3.2. Le coefficient d’adsorption du sodium S.A.R

Si l’eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculation, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na+ et celle en ion Ca++ et Mg++, par la mesure du SAR :

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

Avec : Na+, Ca++, et Mg++ sont en meq/l.

Quatre classes de danger d’alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin :

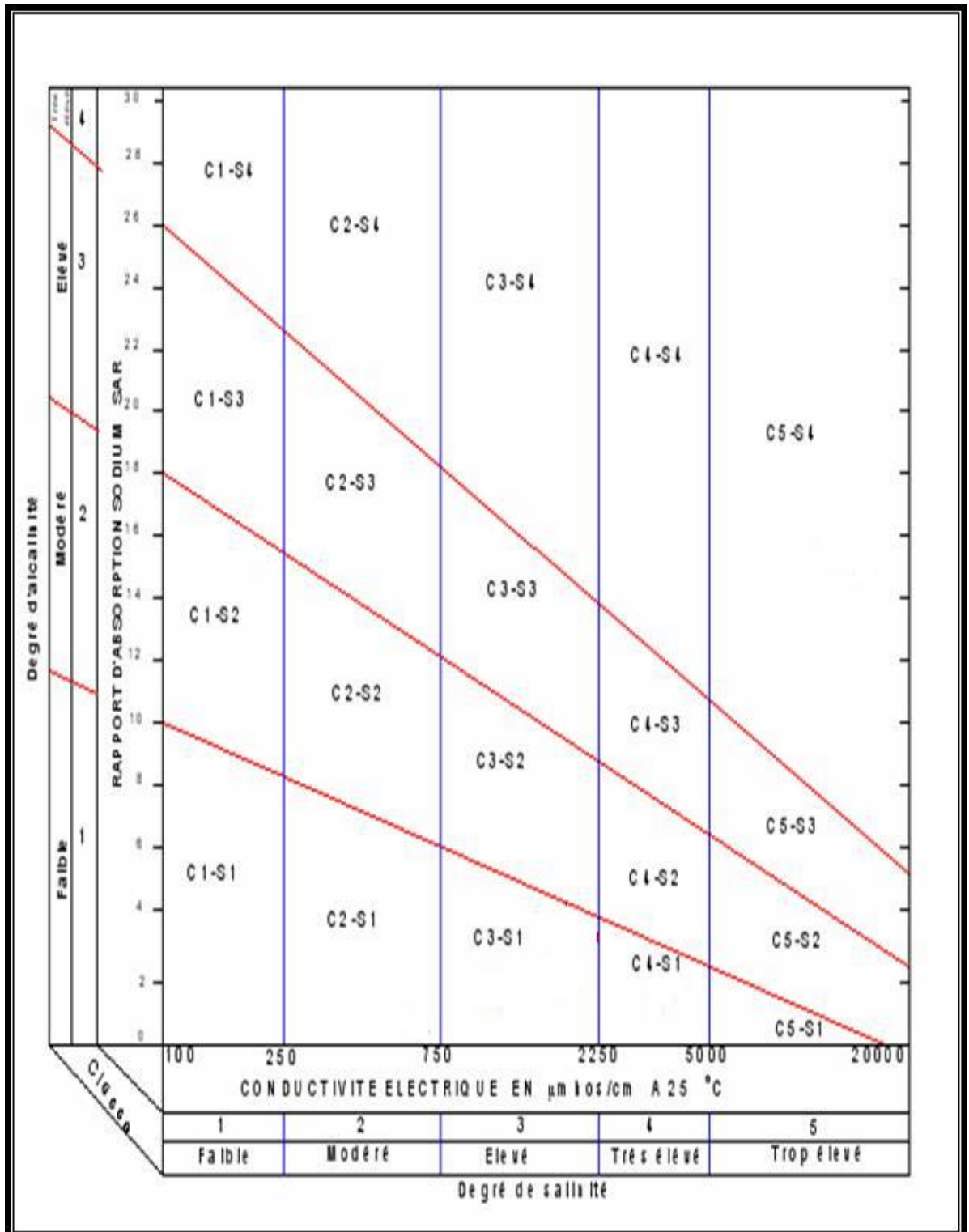
Tableau III.6: Classification des eaux en fonction du S.A.R

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

On a: **SAR=4.61**

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d’irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité très élevé avec un degré d’alcalinité faible (**C4, S1**)

Tableau II.7 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation



Conclusion

Du point de vue pédologique, le périmètre comprend deux types de sol :

- La classe des sols calcimagnésiques occupant la partie Sud du périmètre sur une superficie de 122 hectares, constituée de sols profonds (plus de 80 cm), de texture sableuse, non calcaires, gypseux, fortement à moyennement alcalins, salés en profondeur et faiblement pourvus en matière organique et en éléments majeurs.

Ces sols ont une bonne aptitude pour le palmier dattier et une aptitude moyenne pour l'olivier, le grenadier, le figuier et les cultures maraîchères.

- La classe des sols peu évolués qui occupe la partie Nord du périmètre sur une superficie de 78 hectares, formée de sols profonds (plus de 80 cm), de texture également sableuse et présentant une charge caillouteuse moyenne en surface.

Ces sols sont non calcaires, à PH moyennement alcalin, salés et faiblement pourvus en matière organique et éléments majeurs.

Cette classe présente de bonnes aptitudes pour le palmier dattier et les principales cultures maraîchères (tomate, pomme de terre, ail, oignon,.....).

L'analyse de l' eau montre que son utilisation pour l'irrigation présente des effets néfastes sur le sol et les plants de cultures, raison pour laquelle le choix de cultures doit tenir compte l'aspect de la résistance et la tolérance des plantes aux sels.



chapitre III

Etude hydrologique

Chapitre III : Etude hydrologique

Introduction :

Avant tout projet d'irrigation l'étude hydrologique est nécessaire il permet de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetées dans le périmètre, ainsi que : le dimensionnement de réseau de distribution.

III.1.Présentation de la station météorologique

Vu l'absence des données propres à la zone d'étude, la caractérisation du climat s'appuie sur des données provenant de la station météorologique ONM- El Oued s'étalant sur une période de 22ans (1990-2012) dont les coordonnées sont :

Tableau III.1 : Caractéristiques de la station météorologique ONM- El Oued.

Nom de la station	Code	Coordonnées		Altitude(m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
O.N.M ELOued	130414	Longitude	Latitude	62	1990 /2012	22
		06°46'57"	33°30'47"			

Source: Station El Oued O.N.M

La série des précipitations de la station d'Oued est donnée au tableau ci-dessous :

Tableau III.2 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles

année	Précipitations (mm)												Total
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	
90-91	0	0	5,2	1,2	22,3	0	0	20	19	0	0	0	67.7
91-92	0	4	10.6	5	0	0.2	4.9	0	0	10	3	0	37.7
92-93	0	0	2.5	25.1	7.7	0	7.8	7	0	0	0	0	50.1
93-94	0	0	6.6	7.6	0	6.7	0.9	0	0	0	0	0	21.8
94-95	0	0.4	13.3	2	3.8	0	9.5	2.2	0	0	0	0	31.2
95-96	19.8	16.4	2.8	1.5	0.7	0	14.4	0	0	0	0	0	55.6
96-97	13.7	16.5	3.7	4.5	27.5	5.6	9.6	2.8	0.6	0.2	0	0	84.7
97-98	5.7	0	0	0.7	0	2	0	8	0.2	0	0	0	16.6
98-99	17.5	10.1	0	10.8	0	0.8	2.9	5.8	0	2.8	0	0	50.7
99-00	6.4	0	0	0	19.8	0.4	0	0	0	0	0	0	26.6
00-01	1	1.3	16.3	6.4	0	0	3.2	0	13.2	0	0	0	41.4
01-02	0	20.7	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	21
02-03	2.5	2.4	1.6	5	0.1	0	0	0	7.2	0	0	1.5	20.3
03-04	0.1	6.4	2.5	0	12.5	5.5	8.9	0	0	0	0	1.4	37.3
04-05	3.9	3.8	1	0.6	11.6	0	0.6	5.4	0	1.2	0	8.5	36.6
05-06	0	15.7	18.5	10.9	0	0.2	0	0	0	0	0	0	45.3
06-07	9.1	3.3	16.5	1.9	9.9	0.6	0.8	4.7	0	0	0	2.5	49.3
07-08	5.4	10.6	0	1.9	0.1	0.5	0.1	3.7	1.2	0	0	1.6	25.1
08-09	0	0.8	0	3.6	7.6	2.3	0.2	0	0	0	0	0	14.5
09-10	14.4	26.8	0	0	27	1.1	12	0.8	0	1.5	0	0	83.6
10-11	5.3	0	0	0	6.7	0	0.2	0	0.3	0	5	0.2	17.7
11-12	0.51	2.04	9.14	9.39	3.05	0	2.03	0	0	4.57	0	0	30.73
Pmoy	4.79	6.42	5.01	4.46	7.29	1.17	3.54	2.76	1.90	0.92	0.36	0.72	39.34

Source: Station El Oued O.N.M

D'après les résultats du tableau pendant la période 1990-2012, on a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour le mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

III.2. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéisation des données est une analyse statistique se base sur l'exploitation des données , présentées souvent sous forme de séries statistiques qui nécessite la vérification avant l'utilisation.

Plusieurs méthodes statistiques permettent de tester l'homogénéité des séries pluviométriques Parmi elles, on a le test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant:

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que :
 - X étant la série de base, et Y étant la série étudiée.
 - N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries Y et X

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 croissant, on attribue a 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 :

$$W_y = \sum_{i=1}^n rang$$

Wy : somme des rangs de sous séries

$$W_{min} = \left[\left(\frac{(N1+N2+1) \times N1 - 1}{2} \right) - 1.96 \sqrt{\left(\frac{N1 \times N2 \times (N1+N2+1)}{12} \right)} \right] \dots \dots \dots (III.1)$$

$$W_{max} = [(N1 + N2 + 1) \times N1 - W_{min}] \dots \dots \dots (III.2)$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III.3 : Test de Wilcoxon

Rang	Série d'origine p (mm)	Série X	Série Y	TRI (mm)	X U Y
1	67.7	67.7		84.7	X
2	37.7	37.7		83.6	Y
3	50.1	50.1		67.7	X
4	21.8	21.8		55.6	X
5	31.2	31.2		50.7	X
6	55.6	55.6		50.1	X
7	84.7	84.7		49.3	Y
8	16.6	16.6		45.3	Y
9	50.7	50.7		41.4	X
10	26.6	26.6		37.7	X
11	41.4	41.4		37.3	Y
12	21	21		36.6	Y
13	20.3		20.3	31.2	X
14	37.3		37.3	30.73	Y
15	36.6		36.6	26.6	X
16	45.3		45.3	25.1	Y
17	49.3		49.3	21.8	X
18	25.1		25.1	21	X
19	14.5		14.5	20.3	Y
20	83.6		83.6	17.7	Y
21	17.7		17.7	16.6	X
22	30.73		30.73	14.5	Y

- $W_y=130$.
- $W_{\min}= 84,76$.
- $w_{\max}= 145,24$.

$$84,76 < W_y < 145,24$$

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

III.3. Etude de l'échantillon et choix de la loi d'ajustement

III.3.1. 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.3.1.1. Ajustement à la loi normale (gauss)

L'ajustement des séries selon la loi normale (loi de Gauss) s'adapte parfaitement pour parvenir à des résultats précis des pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition s'effectue sous la forme suivante:

La fonction de répartition de la loi de Gauss s'écrit :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots\dots\dots(III.3)$$

$$u = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x} \dots\dots\dots(III.4)$$

$F(u)$: Fréquence au non dépassement.

u : Variable réduite de GAUSS.

La transformation $x = \bar{x} + \sigma_x u$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité Gaussienne.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'Oued sont regroupés dans le tableau ci-dessous avec présentation graphique sur le papier Gauss en utilisant HYFRAN.

Tableau III.4 : Les résultats d'ajustement à la loi normale(Gauss)

Ajustement Normal				
Station : station de d'Oued ONM				
Résultats de l'ajustement Normale (Maximum de vraisemblance)				
Nombre d'observations: 22				
Paramètre :				
mu : 39.3265				
sigma : 19.769				
Quantiles :				
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	112.85	11.826	89.667 - 136.03
2000.0	0.9995	104.38	10.638	83.526 - 125.24
1000.0	0.9990	100.42	10.091	80.641 - 120.21
200.0	0.9950	90.256	8.7145	73.172 - 107.34
100.0	0.9900	85.325	8.0671	69.510 - 101.14
50.0	0.9800	79.936	7.3805	65.467 - 94.404
20.0	0.9500	71.851	6.4057	59.293 - 84.408
10.0	0.9000	64.665	5.6199	53.648 - 75.682
5.0	0.8000	55.961	4.8250	46.502 - 65.420
3.0	0.6667	47.833	4.3170	39.370 - 56.296
2.0	0.5000	39.327	4.1221	31.246 - 47.407
1.4286	0.3000	28.968	4.4080	20.326 - 37.609
1.2500	0.2000	22.692	4.8250	13.233 - 32.151
1.1111	0.1000	13.988	5.6199	2.9708 - 25.005
1.0526	0.0500	6.8024	6.4057	-5.7553 - 19.360
1.0204	0.0200	-1.2827	7.3805	-15.751 - 13.186
1.0101	0.0100	-6.6716	8.0671	-22.486 - 9.1432
1.0050	0.0050	-11.603	8.7145	-28.687 - 5.4808
1.0010	0.0010	-21.770	10.091	-41.552 --1.9876
1.0005	0.0005	-25.728	10.638	-46.584 --4.8728
1.0001	0.0001	-34.197	11.826	-57.380 --11.014

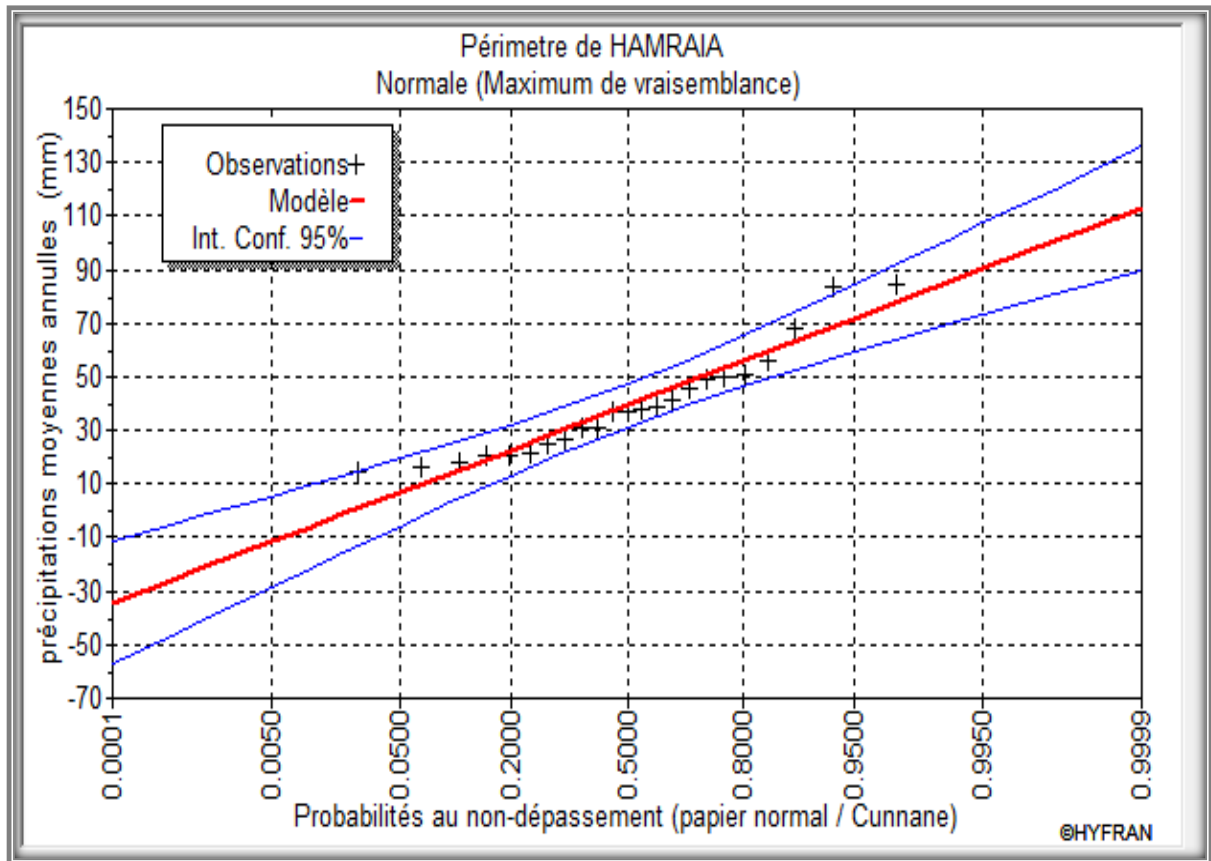


Figure III.1: L’allure des points sur le papier probabilité à la loi normale

III.3.1.2. Ajustement à la loi log-normale (Galton)

Une variable aléatoire X a une distribution log normale lorsque Y= ln X est normale. La loi Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1u^2}{2}} du \dots\dots\dots(III.5)$$

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d’El Oued sont regroupés dans le tableau ci-dessous avec présentation graphique en utilisant HYFRAN.

Tableau III.5 : Les résultats d'ajustement au log Normale

Ajustement log Normale				
Station : station d'Oued ONM				
Résultats de l'ajustement log Normale (Maximum de vraisemblance)				
Nombre d'observations: 22				
Paramètre :				
mu : 3.545				
sigma : 0.50783				
Quantiles :				
q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T = 1/ (1-q)				
T	q	Xt	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	223.94	66.891	92.806 - 355.07
2000.0	0.9995	180.81	48.587	85.564 - 276.06
1000.0	0.9990	163.61	41.702	81.858 - 245.36
200.0	0.9950	126.56	27.857	71.945 - 181.17
100.0	0.9900	111.73	22.768	67.101 - 156.37
50.0	0.9800	97.515	18.179	61.877 - 133.15
20.0	0.9500	79.502	12.863	54.285 - 104.72
10.0	0.9000	66.306	9.4123	47.855 - 84.758
5.0	0.8000	53.220	6.4862	40.505 - 65.936
3.0	0.6667	43.342	4.7261	34.077 - 52.607
2.0	0.5000	34.962	3.6402	27.826 - 42.099
1.4286	0.3000	26.913	2.9965	21.039 - 32.788
1.2500	0.2000	22.968	2.7992	17.480 - 28.455
1.1111	0.1000	18.435	2.6169	13.305 - 23.565
1.0526	0.0500	15.375	2.4877	10.498 - 20.252
1.0204	0.0200	12.535	2.3368	7.9541 - 17.116
1.0101	0.0100	10.940	2.2292	6.5699 - 15.310
1.0050	0.0050	9.6587	2.1260	5.4908 - 13.827
1.0010	0.0010	7.4712	1.9043	3.7380 - 11.204
1.0005	0.0005	6.7603	1.8166	3.1991 - 10.322
1.0001	0.0001	5.4585	1.6305	2.2621 - 8.6549

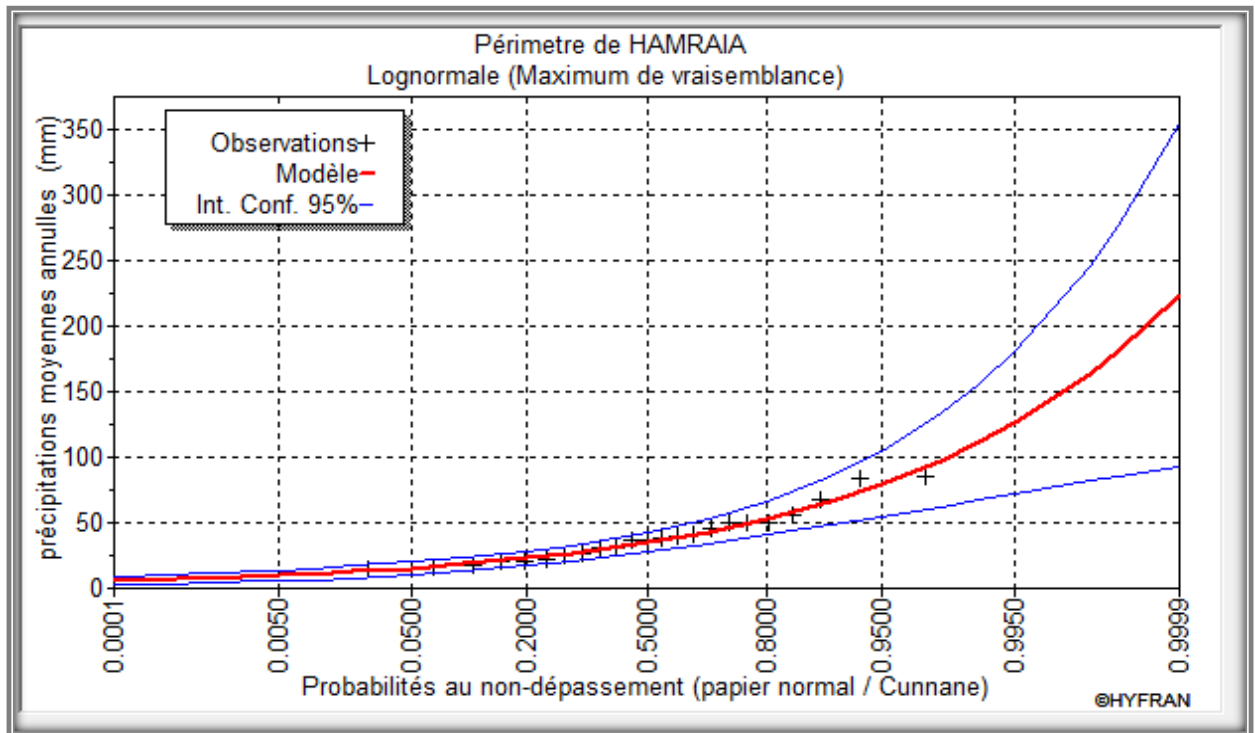


Figure III.2 :L’allure des points sur le papier probabilité à la loi log normale.

III.3.2. Test d’adéquation

La loi choisie pour ajuster la distribution, ne represent qu’ approximativement l’ echantillon étudié, l’erreur d’adéquation. IL convient par conséquent de comparer l’adéquation de ses lois afin d’adopter le meilleur ajustement .l’un des tests le plus employé, est le test du **KHI carrée** χ^2

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

Avec:

K:nombre de classes.

m: nombre de paramètres de la loi.

$$\chi^2 \text{ calculée} = \sum_{i=1}^k \frac{(ni - \mu_i)}{\mu_i} \dots\dots\dots(III.6)$$

III.3.2.1. Test de validité de l’ajustement à la loi Normale

Le test de validité de **Khi carrée** pour l’ajustement à la loi Normale est fait à l’aide du logiciel HYFRAN.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Khi carré = 2.00= χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,5724

Degrés de liberté : $\gamma=3$

Nombre des classes k= 6

III.3.2.2. Test de validité de l'ajustement à la loi Log- Normale

Le test de validité de *Khi carrée* pour l'ajustement à la loi log Normale est fait à l'aide du logiciel HYFRAN.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Khi carré = 2.00= χ^2 calculée

Probabilité p (χ^2 calculée) = 0,5724

Degrés de liberté : $\gamma=3$

Nombre des classes k= 6

Le test de *Khi* carré montre que les deux lois présentent une même adéquation Sur la table de *Pearson* χ^2 théorique = 7.815 ; pour : $\alpha = 0.05$ et $\gamma=5$.

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

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

Suivant le graphique, **la loi log-normale** est la plus précise.

III.3.3. Détermination de l'année de calcul

A partir des résultats obtenus (Loi Log-normale) nous retenons que les estimations de la pluviométrie moyenne annuelle dans la région de HAMRAIA sont comprises entre 75% et 90%.

De cette condition, la probabilité à garantir une irrigation est arrêtée selon une fréquence de 80% des pluies.

$$P_{i\ 80\%} = P_{i\ moy} \times \frac{P_{80\%}(annuelle)}{P_{50\%}(annuelle)} \dots\dots\dots(III.7)$$

D’après le tableau de l’Ajustement à la loi log normale, nous avons obtenus :

$$P_{80\%} = 53.220 \quad P_{50\%} = 34.962 \quad \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.522$$

On remarque que $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} > 1$ donc l’année de calcul est obtenue selon la loi suivante :

$$P_{i\ 80\%} = P_{i\ moy} \times \frac{P_{20\%}(annuelle)}{P_{50\%}(annuelle)} \dots\dots\dots(III.8)$$

Les valeurs retirées du tableau de l’Ajustement à la loi log normale, donne ce qui suit :

$$P_{20\%} = 22.968 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 34.962 \text{ mm} \quad \frac{P_{20\%}}{P_{50\%}} = 0.6569$$

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

Tableau III.6 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

Mois	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	P _{annuel}
P _{moy} (mm)	4.79	6.42	5.01	4.46	7.27	1.17	3.54	2.76	1.90	0.92	0.36	0.72	39.34
P _{sec} (mm)	3.12	4.17	3.26	2.90	4.74	0.76	2.31	1.79	1.24	0.60	0.24	1.49	25.57

Conclusion

D’après l’analyse statistique des données hydrologiques, L’ajustement des pluies moyennes annuelles est fait à l’aide du Hyfran pour la loi normale et la loi log normale. Ainsi, le test de validité de l’ajustement (χ^2) a montré que la série s’ajuste mieux avec la loi log normale. qui permet de déterminer l’année de calcul dont on conclut que la région d’étude est caractérisée par une pluie moyenne annuelle est de **25.57mm**, la pluie de P20% est de l’ordre **22mm**, la pluie de P50% est de l’ordre **33,9mm**.

chapitre IV

Etude des besoins en eau des cultures

Chapitre IV : Etude des besoins en eau des cultures

Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet d'irrigation tels que : les conditions climatiques, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

IV.1. Les besoins en eau d'irrigation

Le besoin d'irrigation, est défini comme étant le volume d'eau qui devra être apporté à la culture par irrigation en complément à d'autres ressources naturelles tel que : la pluviométrie, la remontée capillaire et la réserve initiale du sol afin de mettre à celle-ci les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal. [4](Bulletin DE FAO N° 24).

IV.2.L'évapotranspiration

IV.2.1.L'évapotranspiration potentielle (ET₀)

L'évapotranspiration potentielle (ET₀) est définie comme étant l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, à son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau. [3](Bulletin N°30 FAO).

Dans ces conditions, l'évaporation de référence dépend essentiellement de facteurs climatiques, d'où la désignation parfois adoptée d'évaporation climatique.

De nombreuses formules de calcul de l'évapotranspiration de référence dont les principales sont :

➤ **Formule de Blaney-Criddle :**

$$ET_0 = (8.13 + 0.46t) p \dots\dots(IV.1)$$

Avec :

ET₀ : évapotranspiration de référence, en mm/mois.

t : température moyenne mensuelle, en °C.

p : pourcentage d'éclairement, f (latitude).

➤ **Formule de Turc :**

$$ET_0 = 0.4(R_s + 50)(t/t + 15) \dots\dots(IV.2)$$

Avec :

R_s : radiation globale, en cal/cm² j ;

Si R_s n'est pas connu: $R_s = R_a(0.18 + 0.62(n/N))$.

R_a : rayonnement extra-terrestre, en cal/cm² j.

N : durée astronomique possible d'insolation (h/mois).

n : durée d'insolation effective (h/mois).

R_a et N : fonction de la latitude du lieu uniquement.

➤ **Formule de Penman :**

$$ET_0 = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) + \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta + \gamma}\right) (e_s - e_a) f(U_2) \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec :

ET_0 : évapotranspiration de référence (mm.j-1).

Δ : pente de la courbe de pression de vapeur, à la température moyenne de l'air (mbar.oC-1).

R_n : rayonnement net, exprimé en évaporation équivalente (mm.j-1).

G : flux de chaleur dans le sol (mm.j-1); souvent négligé.

γ : constante psychrométrique (0.66 mbar.oC-1).

e_s : pression de vapeur saturante à la température moyenne de l'air (mbar).

e_a : pression de vapeur dans l'air, à 2 m de hauteur (mbar).

Pour une zone cultivée, dans nos régions:

$$f(U_2) = 0.26 (1 + 0.54 U_2) \dots \dots \dots (IV.4)$$

U_2 : vitesse moyenne du vent à 2 m de hauteur (m.s-1).

IV.2. 2.Évapotranspiration maximale ou de culture (ETM)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. [4] (Bulletin DE FAO N° 24) Elle est donnée par l'expression ci-dessous :

$$ETM = K_c \cdot ET_0 \dots \dots \dots (IV.5)$$

Avec K_c : Le coefficient cultural ;

ET0: Évapotranspiration potentielle de référence.

IV.2.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ET0)

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET0)

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sunshine hours	Radiation MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	5.3	16.9	65	2.3	7.5	22.5	3.76
February	6.8	19.4	54	2.7	8.5	22.5	4.40
March	10.7	23.9	48	3.5	8.7	20.1	5.23
April	14.2	27.5	41	4.1	9.4	17.2	5.90
May	19.1	33.1	36	4.3	10.0	14.4	6.67
June	23.7	38.3	32	4.1	11.2	13.7	7.19
July	26.5	41.2	30	3.5	11.4	14.6	7.16
August	26.4	40.7	33	3.1	10.9	17.1	7.20
September	22.9	35.4	44	3.0	9.0	18.9	6.62
October	17.5	29.9	51	2.4	8.2	21.0	5.62
November	10.6	23.1	59	2.4	7.9	22.6	4.77
December	6.6	17.8	66	2.4	7.4	22.6	3.91
Average	15.9	28.9	47	3.1	9.2	18.9	5.70

D'après le Tableau, on remarque que l'évapotranspiration de référence ET0 est élevée dans la période d'été et atteint 7.20 (216 mm/mois) pour le mois de Aout, c'est-à-dire le besoin en eau des cultures augmentent dans cette période.

IV.3. Choix des cultures à mettre en place :

Le choix des cultures à introduire sera fait en fonction des caractéristiques suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique

Tableau IV.2 : Aptitudes culturales des sols

Type de sol	Type de culture	Classe d'aptitude		
		Bon	Moyen	A exclure
Sol calcimanésique sous classe de sol gypseux	Arboricultures Fruitières	Palmier dattier (culture principale)	Olivier, grenadier, figuier	/
	Cultures maraîchères	/	pomme de terre, tomate, poivron, piment, oignon, ail,...etc	/
Sol peu évolué d'apport alluvial à caractère gypseux	Arboricultures Fruitières	Palmier dattier (culture dominante)	Olivier, grenadier, figuier	/
	Cultures maraîchères	pomme de terre, tomate, poivron, piment, oignon, ail,...etc	/	/

Compte tenu des spécificités, du savoir-faire et des traditions de la zone ainsi que la nature pédologie des sols et leurs aptitudes culturales, on a proposé l'installation :

- Du Palmier dattier.
- De l'Olivier.
- Les cultures maraichères en irriguées selon un assolement biennal.

IV.3.1. Mise en place du palmier dattier

Création d'une palmeraie sur 100 ha soit 50% de la superficie totale du périmètre, qui sera la principale source de revenu à moyen et long termes.

Outre son adaptation à la vocation de la région et aux conditions climatiques et exigences édaphiques ; et sa rentabilité économique, cette espèce est efficace pour la lutte contre l'érosion.

Le palmier dattier est l'arbre fruitier des régions chaudes et sèches ; c'est l'arbre type des zones sahariennes, il assure la pérennité de la vie pour les populations du Sud. Ses fruits sont un excellent aliment, très riche en sucre et en éléments minéraux, se consommant frais ou conservés.

La mise en place d'une palmeraie devrait obéir à certaines précautions en matière :

- De préparation du sol (amélioration foncière et techniques de plantation).

- De choix des Djebbars (forme, poids, âge) et de leurs conditions de mise en place (mise en jauge, coupe des palmes vertes...).
- De plantation qui doit être réalisée en respectant les prescriptions techniques .
- De soins d'entretien notamment en ce qui concerne l'irrigation, la fumure, la taille et la protection sanitaire.

IV.3.2.Mise en place de l'olivier

Les sols de ce périmètre semblent présenter une bonne aptitude pour l'arboriculture fruitière, notamment l'olivier. Les plantations arboricoles d'olivier en irriguée vont concerner la superficie 50 ha soit 25% de la superficie totale du périmètre, répartie sur les futurs bénéficiaires.

L'olivier s'adapte à une grande variété de sols. Il présente une bonne tolérance au calcaire et peut supporter de basses températures.

IV.3.3.Mise en place de cultures maraichères

L'exploitation des cultures maraichères à la fois, très bénéfiques, très rentables et sont très intéressantes pour les concessionnaires et ce, à travers les multiples avantages qu'elles offrent

- Des rendements souvent élevés.
- Une importante source de revenus étalés sur toute l'année.
- Une utilisation quasi permanente de la main d'œuvre.
- Une tolérance aux sels, certaines espèces tolèrent jusqu'à 4 g/l sans qu'il y ait d'incidences sur les rendements.

Les possibilités de les pratiquer toute l'année au niveau de la zone sont importantes, grâce à leur cycle court ne dépassant pas 4 mois, et aux températures favorables sur une période assez longue de l'année.

Les cultures maraichères retenue est : pomme de terre ; tomate ; choux-fleur.

IV.4.Occupation des sols

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes d'ordre climatique, sociale et agro pédologique. L'occupation des sols retenue pour le projet est donnée dans le tableau suivant :

Tableau IV.3 : Répartition des cultures dans le périmètre

Cultures	Surface en %	Surface en Ha
Palmier dattier	50	100
Olivier	25	50
Pomme de terre	12.5	25
Choux-fleur	5	10
Tomate	7.5	15
Somme	100	200

IV.5. Assolement-rotation

Le respect de certaines conditions de succession des cultures dans l'espace et dans le temps est impératif, permettant d'atteindre les objectifs suivants :

- Le maintien de l'équilibre nutritif des sols qui doit être en soin permanent.
- L'utilisation des fumures organiques selon les exigences spécifiques de chaque espèce.
- La lutte contre les parasites et maladies cryptogamiques, dont les effets néfastes sont accentués par la succession d'une même espèce ou des espèces de la même famille sur la même sole ;
- La lutte contre les mauvaises herbes, surtout dans les conditions de cultures irriguées qui favorisent leur prolifération.

Ainsi, il est conseillé de pratiquer un modèle d'assolement-rotation basé sur une succession intra annuelle et inter annuelle de plusieurs familles. Par souci de produire une gamme assez large d'espèces durant l'année et avec respect d'une alternance des cultures, on préconise un modèle d'assolement -rotation biennal. [4] (Bulletin DE FAO N° 24)

IV.6. Répartition des surfaces en fonction de l'assolement proposé

Nous avons pris en considération un assolement biennal, nous avons tenu compte :

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

Tableau IV.4: L'assolement biennal et la rotation des cultures en irriguées

Surface (ha)	Assolement 1	Assolement 2
100	Palmier dattier	
50	olivier	
25	Pomme de terre	Tomate
10	Tomate	choux-fleur
15	choux-fleur	Pomme de terre

IV.7. Détermination des Besoins en eau des cultures

Le besoin en eau d'irrigation, B, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûr qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (percolation profonde, inégalité de répartition...etc.). [4](Bulletin DE FAO N° 24)

$$B = ETM - (Pe_{eff} + RFU) \dots\dots\dots (IV.6)$$

Avec:

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

ETM: évapotranspiration maximal de la culture (mm).

Pe_{eff} : pluie efficace (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

L'irrigation est faite lorsque B > 0.

IV.7.1.Calcul de la pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur, ... Autrement dit la pluie efficace c'est la quantité de la pluie retenue dans la zone racinaire. [3] (Bul let in N°30 FAO).

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

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

Avec : A : coefficient estimé à 0,8.

Les valeurs de précipitations de probabilité de 80% et la pluie efficace (Pe_{eff}) sont groupées dans le tableau ci-après :

Tableau IV.5: Les précipitations efficaces dans la zone de projet

Mois	Jan	Fev	Mars	Avrl	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Pmoy(mm)	4.74	0.76	2.31	1.79	1.24	0.60	0.24	1.49	3.12	4.17	3.26	2.90
Pe_{eff} (mm)	3.79	0.60	1.84	1.43	0.99	0.48	0.19	1.19	2.49	3.33	2.68	2.32

Il est à noter que dans le cas où la pluie efficace est inférieure à 5 mm, elle est automatiquement remise à zéro (**P_{eff}=0**).

IV.7.2. 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 s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU). La quantité d'eau égale à 1/3 ou 2/3 de la RU. [3] (Bul let in N°30 FAO).

La valeur du RFU est donnée par l'expression suivante :

$$\text{RFU} = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots \dots \dots \text{(IV.7)}$$

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

Y : degré de tarissement (généralement 2/3 et 1/3 pour les cultures sensibles).

D_a : densité apparente (1.2) ;

Z : profondeur d'enracinement mm .

$$\text{RFU}_{\text{réel}} = 0 \text{ car } \text{ETM} \gg \text{P}_{\text{eff}}$$

IV.7.3. Efficience de l'irrigation

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La différence entre les deux volumes indique les pertes. [3] (Bul let in N°30 FAO)

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u \dots \dots \dots \text{(IV.8)}$$

Avec:

E_i: Efficience d'irrigation en (%).

E_c: Efficience de transport (%).

E_d: Efficacité de type de distribution en (%).

E_u: Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent. On considère une efficience globale, produit entre les trois efficiences décrites ci-dessus égale à 0,9.

A-Estimation des besoins en eau des cultures arboricoles

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

Tableau IV.6: Calcul des besoins en eau du Palmier

Palmier dattier						
Mois	Pe_{eff}(mm)	ET_o (mm/mois)	RFU réel	K_c	ETM (mm/mois)	B_{net}
Janvier	0	112.8	0	0.7	78.96	78.96
Février	0	132	0	0.8	105.6	105.6
Mars	0	156.9	0	0.8	125.52	125.52
Avril	0	177	0	0.8	141.6	141.6
Mai	0	200.1	0	0.8	160.08	160.8
Juin	0	215.7	0	0.9	194.13	194.13
Juillet	0	214.8	0	0.9	193.32	193.32
Août	0	216	0	0.9	194.4	194.4
Septembre	0	198.6	0	0.9	178.74	178.74
Octobre	0	168.6	0	0.9	151.74	151.74
Novembre	0	143.1	0	0.7	100.17	100.17
Décembre	0	117.3	0	0.7	82.11	82.11

Tableau IV.7: Calcul des besoins en eau d' Olivier

L'olivier						
Mois	Pe_{eff}(mm)	ET_o(mm/mois)	RFU réel	K_c	ETM(mm/mois)	B_{net}
Janvier	0	112.8	0	0.65	73.32	73.32
Février	0	132	0	0.65	85.8	85.8
Mars	0	156.9	0	0.65	101.98	101.98
Avril	0	177	0	0.65	115.05	115.05
Mai	0	200.1	0	0.75	150.07	150.07
Juin	0	215.7	0	0.75	161.77	161.77
Juillet	0	214.8	0	0.75	161.1	161.1
Août	0	216	0	0.75	162	162
Septembre	0	198.6	0	0.7	139.02	139.02
Octobre	0	168.6	0	0.65	109.59	109.59
Novembre	0	143.1	0	0.65	93.01	93.01
Décembre	0	117.3	0	0.65	76.24	76.24

B-Estimation des besoins en eau des cultures maraichères :

Tableau IV.8: Calcul des besoins en eau de pomme de terre

Pomme de terre						
<i>Mois</i>	<i>Peff(mm)</i>	<i>ETo(mm/mois)</i>	<i>RFUréél</i>	<i>Kc</i>	<i>ETM(mm/mois)</i>	<i>Bnet</i>
Janvier	0	112.8	0	-	-	-
Février	0	132	0	0.6	79.2	79.2
Mars	0	156.9	0	1.25	196.125	196.125
Avril	0	177	0	1.38	244.26	244.26
Mai	0	200.1	0	1.25	250.125	250.125
Juin	0	215.7	0	-	-	-
Juillet	0	214.8	0	-	-	-
Août	0	216	0	-	-	-
Septembre	0	198.6	0	0.6	119.16	119.16
Octobre	0	168.6	0	1.25	210.75	210.75
Novembre	0	143.1	0	1.38	197.47	197.47
Décembre	0	117.3	0	1.25	146.62	146.62

Tableau IV.9: Calcul des besoins en eau de choux-fleur

choux-fleur.						
<i>Mois</i>	<i>Peff(mm)</i>	<i>ETo(mm/mois)</i>	<i>RFUréél</i>	<i>Kc</i>	<i>ETM(mm/mois)</i>	<i>Bnet</i>
Janvier	0	112.8	0	-	-	-
Février	0	132	0	-	-	-
Mars	0	156.9	0	-	-	-
Avril	0	177	0	-	-	-
Mai	0	200.1	0	-	-	-
Juin	0	215.7	0	-	-	-
Juillet	0	214.8	0	-	-	-
Août	0	216	0	-	-	-
Septembre	0	198.6	0	0.75	148.95	148.95
Octobre	0	168.6	0	1.05	177.03	177.03
Novembre	0	143.1	0	1.05	105.25	105.25
Décembre	0	117.3	0	0.9	105.57	105.57

Tableau IV.10: Calcul des besoins en eau de Tomate

Tomate.						
Mois	Peff(mm)	ETo(mm/mois)	RFUréél	Kc	ETM(mm/mois)	Bnet
Janvier	0	112.8	0	0.7	78.96	78.96
Février	0	132	0	0.95	125.4	125.4
Mars	0	156.9	0	1.05	164.74	164.74
Avril	0	177	0	0.8	141.6	141.6
Mai	0	200.1	0	0.7	140.07	140.07
Juin	0	215.7	0	-	-	-
Juillet	0	214.8	0	-	-	-
Août	0	216	0	-	-	-
Septembre	0	198.6	0	-	-	-
Octobre	0	168.6	0	-	-	-
Novembre	0	143.1	0	-	-	-
Décembre	0	117.3	0	-	-	-

Tableau IV.11 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures (mm/mois)

Cultures Mois	Palmier	Olivier	Pomme de terre	choux-fleur	Tomate	Total
Janvier	78.96	73.32	0	0	78.96	231.24
Février	105.6	85.8	79.2	0	125.4	396
Mars	125.52	101.85	196.12	0	164.74	588.24
Avril	141.6	115.05	244.26	0	141.6	642.51
Mai	160.08	150.07	250.125	0	140.07	700.34
Juin	194.13	161.77	0	0	0	335.9
Juillet	193.32	161.1	0	0	0	324.42
Août	194.4	162	0	0	0	356.4
Septembre	178.74	139.02	119.16	148.95	0	585.87
Octobre	151.74	109.59	210.75	177.03	0	649.11
Novembre	100.17	93.01	197.47	105.25	0	495.9
Décembre	82.11	76.24	146.62	105.57	0	410.54

Tableau IV.12 : Récapitulatif des besoins en eau des cultures (m³/mois)

Cultures Mois	Palmier	Olivier	Pomme de terre	choux-fleur	Tomate	Total
Janvier	789.6	733.2	0	0	789.6	2312.4
Février	1056	858	792	0	1254	3960
Mars	1255.2	1018.5	1961.2	0	1647.4	5882.4
Avril	1416	1150.5	2442.6	0	1416	6425.1
Mai	1600.8	1500.7	2501.25	0	1400.7	7003.4
Juin	1941.3	1617.7	0	0	0	3359
Juillet	1933.2	1611	0	0	0	3244.2
Août	1944	1620	0	0	0	3564
Septembre	1787.4	1390.2	1191.6	1489.5	0	5858.7
Octobre	1517.4	1095.9	2107.5	1770.3	0	6491.1
Novembre	1001.7	930.1	1974.7	1052.5	0	4959
Décembre	821.1	762.4	1466.2	1055.7	0	4105.4

IV.8.Calcul du débit :

IV.8.1.Calcul du débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis d’après les besoins en eau de chaque culture, à partir de la répartition culturale. La dose d’arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 20 heures sur 24 afin d’assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$qs = \frac{Bnet \cdot 10 \cdot 1000}{Nj \cdot Ni \cdot 3600 \cdot Ei} \text{ l/s/ha} \dots \dots \dots \text{ (IV.9)}$$

Avec :

- Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.
- Ni : nombre des heures d’irrigation=20h.
- Nj : nombre de jours du mois d’irrigation =30 jours .
- Ei : Efficience d’irrigation =0.9.

D’où :

Les besoins max mensuel= 700.34mm/mois,

Le débit spécifique est de : $3.60 \text{ (l/s/ha)} > 1.5 \text{ (l/s/ha)}$

Il ya un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

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

La prise en compte du débit de la culture la plus exigeante risque d'aboutir a un Surdimensionnement inutile. Pour y remédier, on prend le débit spécifique moyen des cultures : Le débit spécifique moyen est de : **0.97 l/s/ha**. Ce débit est largement inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

Donc le débit spécifique pour le périmètre du HAMRAIA est de **0.97l/s/ha**.

Tableau IV.13. : Le débit spécifique moyen des cultures

culture	Palmier dattier	Olivier	Pomme de terre	choux-fleur	Tomate	moyenne
qs (l/s/ha)	1	0.83	1.28	0.91	0.84	0.97

IV.8.2. Calcul du débit caractéristique

C'est le débit maximum en rapport à la pression de service dans le réseau d'irrigation. Déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots \dots \dots \text{(IV.10)}$$

Avec :

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

S : la superficie totales à irriguer = 200 ha

D'où : $Q_{car} = q_s \cdot S = 0.97 \cdot 200 = \mathbf{194.4 \text{ l/s}}$

Conclusion

Cette étude a permis d'estimer les besoins en eau des cultures choisies pour le mois de pointe et dans l'ensemble de l'année en s'appuyant sur la méthode de **Panman-Monteith**. Ces cultures sont l'olivier, le palmier dattier, et trois cultures maraichères (tomate, pomme de terre et choux Fleur). Les besoins en eau des cultures irriguées sont les suivants : $qs = 0.97 \text{ l/s/ha}$ et $Q_{car} = 194.4 \text{ l/s}$. Ce qui nous amène à conclure que l'irrigation est plus qu'indispensable pour mener à bien toute mise en valeur dans la région, qui soit rentable et durable.

chapitre V

dimensionnement du réseau d'irrigation

Chapitre V : Dimensionnement du reseau de distribution**Introduction :**

La conception d'un réseau de distribution dans un périmètre d'irrigation doit être faite en tenant compte de plusieurs contraintes : topographique, hydraulique, Organisationnelles, technico-économique

V.1. Schéma d'aménagement

Le périmètre de HAMRAIA sera desservi à partir de 02 forages avec des débits oscillants autour de 120 l/s et la profondeur est en moyenne de 520 ml. Les eaux des forages seront acheminées vers les réservoirs de stockage et régulation.

V.2. réseau de distribution

Le réseaux de distribution destinés à l'irrigation sont généralement ramifiés. par conduit sous pression, dessert les différentes parcelles à irriguer par l'intermédiaire des bornes d'arrosage .Chaque ilot irrigant dispose d'un l'eau individuelle de matérielle mobile .Plan des plantations des bornes c'est incompreme entre l'entré des l'utilisateur qui cherche avoir chaqu'un une borne et la limitation du nombre borne de manière à limite les coûts.

V.3. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation

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

Le découpage des îlots devrait être effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des îlots suivant les limites de parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Une limite d'un îlot ne doit pas diviser une exploitation ou propriété d'un seul tenant à moins que la taille de celle –ci dépasse la superficie maximum admise pour un îlot.
- Dans le cas où une grande exploitation privée doit – être divisée en deux îlots ou plus, ces îlots sont la mesure du possible de la même taille.

V.4. Rôle et fonction de la borne d'irrigation

La borne d'irrigation constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande, et cumulant les fonctions suivantes :

- Desserte de l'eau à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle.

- Régulation de la pression avale, de manière à assurer au matériel mobile d'irrigation des conditions de fonctionnement stable, quelque soit l'état de la demande sur le reste du réseau.
- Limitation du débit prélevé, et comptage des volumes débités par chaque prise

Choix de tracé :

Pour le choix du tracé de reseau de distribution, il i 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, oued..).

V.5. Calcul des débits des ilots

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 à été évalué dans (Chapitre 4) à :

$$q_s = 0.97 \text{ l/s/ha.}$$

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

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots$$

Q_b : Débit de chaque ilot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S : Superficie de l'ilot (ha)

VI.6. Choix du diamètre de la borne

Le périmètre d'irrigation sera aménagé en ilot, chaque ilot desservi par une borne d'irrigation et à partir de cette dernière les exploitants peuvent raccorder pour irriguer. Les bornes seront alimentées par un réseau de conduites secondaire et principales à partir du réservoir existant.

Tableau V.1: Choix du diamètre de la borne

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 11.11$ l/s	D= 65mm
11.11 l/s $< Q < 22.22$ l/s	D= 100mm
22.22 l/s $< Q < 33.33$ l/s	D= 150mm
$Q > 33,33$ l/s	D= 200mm

Les résultats du calcul du débit de du chaque ilot d'irrigation sont présentés dans le tableau V.2.

Tableau V.2 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre de la borne

N° de la borne	N° des ilots	Surface d'ilots (ha)	Débit des prises l/s	Débit brut de la borne l/s	Diamètre de la borne(mm)
B1	1	20	19.4	19.4	100
B2	2	25	24.25	24.25	100
B3	3	30	29.1	29.1	250
B4	4	30	29.1	29.1	250
B5	5	30	29.1	29.1	250
B6	6	22	21.34	21.34	100
B7	7	18	17.46	17.46	100
B8	8	15	14.55	14.55	100
B9	9	15	14.55	14.55	100

V.7. Dimensionnement du réseau de distribution

V.7.1. Caractéristiques des conduites du réseau de distribution

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite de refoulement ainsi le choix de la pompe, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire du bassin d'accumulation vers les bornes.

V.7.2. Vitesses admissibles

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

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

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2 m/s comme vitesse maximale.

V.7.3.Choix du matériau des conduites :

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

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

V.7.4.Caractéristiques des canalisations**a) Conduites en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- coût relativement important

b) Conduite en acier :

- Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

c) Conduite en PEHD :

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est

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

V.7.5. 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

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

Avec : Q : débit, exprimé en m³/s ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

V.7.6. Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

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

Avec : h_{Pu} : Pertes 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 :

$$J = L \times Q^M / D^N$$

Tableau V.3 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte/PEHD, on a les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente $K=0.1$ mm, donc $L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$

Au début, on va fixer la vitesse en **1.2m/s**, dans ce cas on a déterminé le calcul du diamètre. Il faut normalise les résultats en fonction de la dimension commerciale des conduites, puis on vérifie la nouvelle vitesse

Tableau V.4: Calculs hydrauliques du réseau de distribution

Les point	N° du trnçon	Longueur du trnçon L(m)	Surface (ha)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diametre calculé	Diam_Nor malise	Vitesse réelle(m /s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote peiezometrique (m)	Pression au point P(m)
N1	R1-N1	277.61	105	133,35	0,13	368,55	400	1,06	2,41	-2,6	9,49	12,09
B1	N1-B1	229.91	20	25,40	0,03	160,85	315	0,33	0,35	-2,7	11,45	14,15
N2	N1-N2	473.97	85	107,95	0,11	331,60	400	0,86	1,61	-6,25	6,64	12,89
B2	N2-B2	251.11	25	31,75	0,03	179,83	315	0,41	0,53	-5,25	8,72	13,97
N3	N2-N3	579.17	60	76,20	0,08	278,60	400	0,61	0,84	-9	4,66	13,66
B3	N3-B3	320.08	30	38,10	0,04	197,00	315	0,49	0,75	-9,25	4,50	13,75
N4	N3-B4	533.79	30	38,10	0,04	197,00	315	0,49	0,75	-12	1,75	13,75
B4	N3-N4	356.25	30	38,10	0,04	197,00	315	0,49	0,75	-12,25	1,50	13,75
N5	R2-N5	184.89	95	120,65	0,12	350,56	400	0,96	1,99	-3,75	8,76	12,51
N6	N5-N6	208.05	30	38,10	0,04	197,00	315	0,49	0,75	-4,75	9,00	13,75
B8	N6-B8	138.36	15	19,05	0,02	139,30	250	0,39	0,64	-6	7,86	13,86
B9	N6-B9	284.62	15	19,05	0,02	139,30	250	0,39	0,64	-7,75	6,11	13,86
N7	N5-N7	764.33	65	82,55	0,08	289,97	400	0,66	0,97	-8,5	5,03	13,53
B7	N7-B7	238.64	18	22,86	0,02	152,59	315	0,29	0,28	-12,25	1,97	14,22
N8	N7-N8	475.89	47	59,69	0,06	246,58	400	0,47	0,53	-12	1,97	13,97
B6	N8-B6	302.50	22	27,94	0,03	168,70	315	0,36	0,42	-6	8,08	14,08
N9	N8-N9	371.97	25	31,75	0,03	179,83	315	0,41	0,53	-13,73	0,24	13,97
B5	N9-B5	383.06	25	31,75	0,03	179,83	315	0,41	0,53	-16	-2,03	13,97

V.8. Dimensionnement du Bassin ou réservoir de stockage

Pour assurer une irrigation en continue chaque partie de périmètre sera munie d'un réservoir de stockage et régulation, ce dernier sera équipé d'une pompe submergée horizontale pour assurer un bon refoulement de l'eau vers les parcelles d'exploitation à travers le réseau d'irrigation et avoir une pression convenable pour l'irrigation par goutte à goutte ou par aspersion (on suppose que la pompe va garantir une pression de 4.5 bars ce qui est satisfaisant et permet l'implantation des deux systèmes d'irrigation).

Pour le dimensionnement de ce réservoir, on a les données suivantes :

Le volume du réservoir est calculé comme suit :

$$V = Q \cdot T_f$$

Avec : **Q** : est le besoin maximum journalier = 101 l/s=28.29 m³/h

D'où : **Q=qs.S** (qs=0.97l/s ; S=105 ha)

T_f : l'intervalle de temps, il correspond au temps de non fonctionnement de la pompe, puisqu'on a le temps de pompage est de 20h/j, donc T_f=4h

$$V = 113.16\text{m}^3$$

Le réservoir projeté est prévu carré en béton armé avec une capacité de 700 m³

Les dimensions du réservoir sont comme suit :

Tableau V.5: Dimensions du réservoir de stockage projeté

réservoir de stockage	
Volume (m ³)	140
Hauteur (m)	4
Longueur (m)	5
Largeur (m)	5
Cote du radier du réservoir (m)	-2
Cote trop plein du réservoir (m)	2

Conclusion

Dans ce chapitre on aboutit a une dimensionnement du reseau de distribution du périmètre de HAMRAIA .W.OUED qui est découpé en 7 ilots d'irrigation. , avec une superficie totale de 200 ha. Munie de 02 réservoirs de stockage de volume 140 m³ projeté vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en PEHD.

Et aussi on aboutit a s'assurer les pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permettra une intensification de l'irrigation dans ce périmètre par les méthodes modernes telles que le système goutte à goutte.

chapitre VI

Technique d'irrigation

Chapitre VI : Techniques d'irrigation

Introduction

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

VI.1. Les techniques d'irrigation

VI.1.1. Irrigation de surface

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

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

- Les irrigations par submersion consistent à introduire rapidement l'eau dans des bassins convenablement délimités par de petites digues arasées à l'horizontale, puis à laisser cette eau s'infiltrer dans le sol.
- les irrigations par ruissellement, l'eau ruisselle en nappe mince sur toute la surface à irriguer et s'infiltrer progressivement.
- Les irrigations par rigoles, où les eaux sont répandues sur le sol par débordement de petites rigoles, correspondent à des aménagements sommaires, courants en pays de montagne. On utilise des rigoles de niveau ou des rases (rigoles en oblique) selon la pente du terrain.

Dans les irrigations par rigoles d'infiltration, l'eau ne ruisselle que sur une partie du sol, dans des sillons préalablement aménagés, et s'infiltrer latéralement et verticalement. L'irrigation à la raie est particulièrement adaptée aux cultures en ligne. L'irrigation par corrugations (microsillons) en constitue une variante adaptée aux cultures couvrantes.

VI.1.1.1. Irrigation par bassin

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

L'eau est amenée aux bassins par un canal arroseur situé entre deux séries de bassins adjacents. Le débit disponible est déversé successivement dans les différents bassins par des vannages disposés de part et d'autre du canal. La culture du riz qui nécessite des volumes d'eau importants est un des exemples de ce type d'irrigation.

VI.1.1.2. Irrigation à la planche

L'irrigation à la planche, s'effectue par le ruissellement d'une lame d'eau sur une planche (terrain en pente parfaitement nivelée) délimitée par deux diguettes longitudinales ou levées. L'eau est déversée à la partie supérieure de la planche constituant le petit côté d'un rectangle. Le ruissellement en nappe uniforme implique un nivellement assurant une pente transversale nulle (écart toléré : 2 à 3 cm).

VI.1.1.3. Irrigation à la raie

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

L'irrigation par ruissellement et infiltration présentent plusieurs inconvénients :

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

A cause de ces inconvénients et avec la disponibilité de matériel de l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée, les surfaces irriguées par l'aspersion et l'irrigation localisée connaissent une augmentation chaque année dans en Algérie.

VI.1.2. Irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression (**Clément & Galland, 1979**).

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

VI.1.2.1. Avantages de l'irrigation par aspersion

- ❖ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- ❖ Elle peut être employée quelle que soit la nature du sol arrosé.
- ❖ elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- ❖ elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ; elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- ❖ Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.

VI.1.2.2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion

- ❖ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- ❖ Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- ❖ Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- ❖ Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- ❖ L'eau donnée en pluie passe le sol et provoque la formation d'une croûte superficielle.

VI.1.2.3. Contraintes de l'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion sera à écarter dans les régions très régulièrement ventées: pour des vents supérieurs à 04 ou 05 m/s, l'homogénéité de l'arrosage est considérablement dégradée.

Avec des eaux salées sur des plantes à feuillage sensible au sel (risque de brûlure). Une atmosphère très sèche jointe à un rayonnement solaire intense aggrave ce risque.

VI.1.2.4. Eléments d'installation de l'irrigation par aspersion

L'installation de l'irrigation par aspersion comporte trois éléments :

- 1) Un appareil de pompage qui fournit l'eau nécessaire à l'arrosage avec la pression utile, cet appareil n'est pas nécessaire dans le cas où existe un réseau collectif de distribution d'eau sous pression.
- 2) Des conduites sous pression qui distribuent l'eau en tous points utiles de la surface à arroser et qui alimentent les appareils qui projettent et répartissent l'eau sur le sol.
- 3) Ces installations sont fixes, mobiles ou mixtes.

VI.1.2.5. Les différents types d'installation par aspersion**A) Les équipements classiques**

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

Il y a deux types d'équipements classiques :

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

B) Les équipements avec canons ou arroseurs géants à poste fixe

Les canons d'arrosage ou arroseurs géants fonctionnant à haute pression (04 à 06 bras) et peuvent être implantés à des écartements variant de 36 m à plus de 100m.

C) Les équipements avec arroseurs automoteurs

Avec les appareils automatiques, l'équipement de la parcelle à irriguer se réduit à une conduite fixe ou semi- fixe. Cette conduite sera équipée de piquages avec vannes d'arrêt, aux points d'alimentation de différentes bandes à arroser.

VI.1.2.6. Choix d'une installation

L'examen précédent des divers types d'arroseurs et des différents types d'équipements possible met en évidence l'extrême diversité des choix possibles. Cependant, une série de contraintes vient restreindre le champ des solutions réalisables.

A) contraintes techniques

La pression disponible, dans le cadre d'un réseau collectif de distribution, limite la gamme des installations possibles sans supprimeurs.

Le vent s'il est important avec un rythme soutenu, peut conduire, de même à limiter l'écartement envisagé.

La vitesse d'une filtration limitée du sol constitue la limite supérieure de la pluviométrie d'arrosage admissible.

B) Contraintes économiques

Une contrainte d'ordre économique peut être enfin envisagée pour fixer un plafond aux investissements que l'exploitant pourra consentir. Cette contrainte pourra limiter le degré de couverture de la parcelle en matériel.

VI.1.2.7. Différentes installations à la parcelle

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées :

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

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

-Couverture totale (quadrillage total)

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

-Couverture intégrale

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique. Le débit d'installation qui est généralement élevé reste une contrainte à l'application de ce type de couverture.

VI.1.3. Irrigation localisée

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

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

Aujourd'hui, grâce à la distribution sous pression, on a pu concevoir des systèmes qui peuvent être conduits facilement, qui s'automatisent aisément, et dont les pertes en eau sont négligeables.

VI.1.3.1. Avantages de l'irrigation localisée

A) Efficience de l'eau

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

Il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines ; les doses peuvent être mesurées avec précision, ce qui évite les pertes par percolation dans le sol. La répartition de l'eau n'est pas affectée par le vent, les irrégularités du terrain ne gênent pas.

B) Avantages agronomiques

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

C) Avantages cultureaux

- Les activités culturales ne sont pas gênées par les arrosages
- Cette technique est compatible avec les cultures faites sous paille ou sous paillage plastique, les rampes se trouvent sous la couverture.

D) Avantages économiques

Le prix de revient est très influencé par l'espacement des lignes : s'il s'agit des cultures à grands espacements, tels les vergers, le prix de revient est nettement moins élevé que celui

d'autres réseaux fixes, comme l'aspersion. Lorsque la distance entre les lignes descend en dessous de 3m, le coût s'élève beaucoup et l'étude économique comparative est indispensable. En ce qui concerne le coût d'exploitation, il est peu élevé, de plus la faible pression.

La méthode se prête en effet à une grande automatisation éliminant une grande partie de main-d'œuvre.

VI.1.3.2. Inconvénient de l'irrigation localisée

VI.1.3.2.1. L'obstruction des goutteurs

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont les plus souvent rencontrés et favorisent l'obstruction des orifices des goutteurs. Or, cela provoque une mauvaise répartition de l'eau, très nuisible aux cultures s'il n'y est pas porté remède.

Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux. Le meilleur moyen de prévenir ces obstructions est un procédé par de filtration soignée de l'eau.

VI.1.3.2.2. Accumulation de sels

Pendant la période d'irrigation les sels sont peu refoulés à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol. Une pluie légère risque alors de les entraîner vers les racines, ce qui est très dommageable.

VI.1.3.3. Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée

Il y a beaucoup d'analogies avec le schéma d'un réseau d'arrosage par aspersion. De l'amont vers l'aval on trouve :

VI.1.3.3.1. Un point d'eau

Qui sera, suivant les cas, soit une borne d'un réseau collectif sous pression, soit une station de pompage et de mise en pression, l'eau étant prise soit dans un cours d'eau, ou dans bassin constituant réserve, ou encore dans un puits.

VI.1.3.3.2. Une installation de tête

Destinée à conditionner le débit d'eau sous différents aspects grâce aux appareils suivants :

- Une vanne d'arrêt,
- Un régulateur de pression,
- Un limiteur de débit,

- Un compteur d'eau,
- Un injecteur d'engrais (ou une pompe doseuse d'engrais liquide),
- Un unité de filtration (équipée de un ou plusieurs filtres).

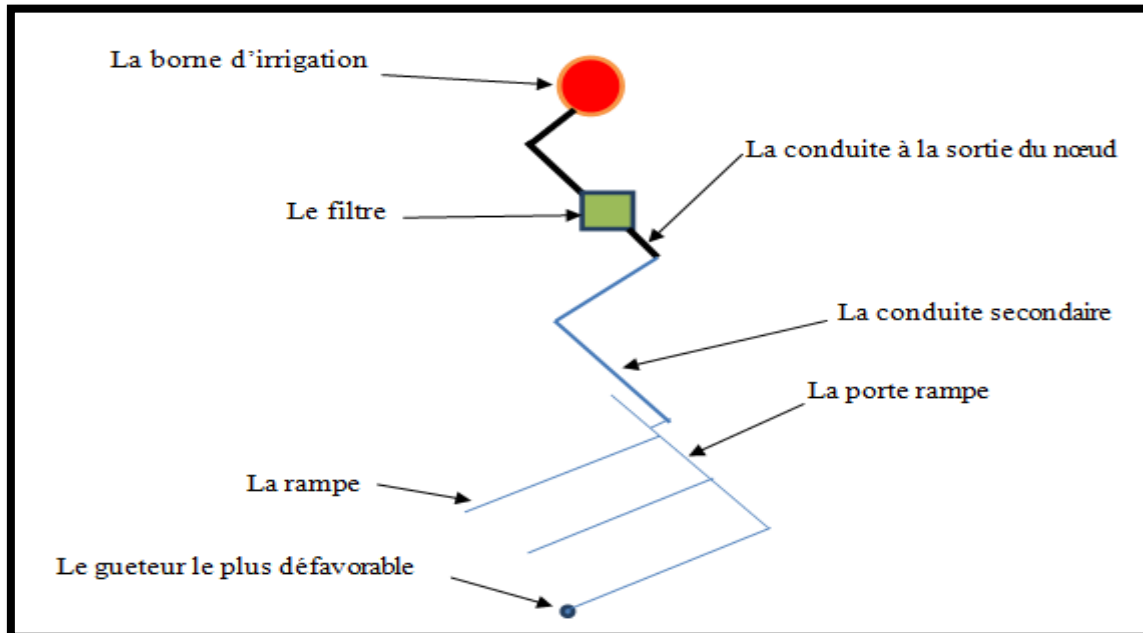


Fig. I.2 : Exemple d'une installation goutte à goutte

VI.1.3.3.3. Une canalisation principale

Une canalisation principale qui par l'intermédiaire de dérivation munies chacune d'une vanne de répartition, alimente un certain nombre de postes, un seul pouvant en principe être alimenté à la fois (un poste peut être divisé en plusieurs sous postes).

VI.1.3.3.4. Les portes rampes

Autant de porte-rampes qu'il y a de postes à l'aval de chaque vanne de répartition.

VI.1.3.3.5. Les rampe

Qui sont alimentées par les porte-rampes et qui sont disposées, soit d'un seul coté de ces derniers, soit des deux cotés.

VI.1.3.4. Nécessité d'une filtration

Pour une filtration très soignée on trouvera en série :

- Un cyclone (ou vortex) constituant le dessableur ; il n'enlève que les particules plus denses que l'eau. Il n'assure donc qu'une fonction de dégrossissage et doit être suivi à d'au moins un autre filtre.

- Un filtre à sable constitué d'un certain nombre de couches de matériaux, de granulométrie bien définie et régulière, en général sable ou gravier. Ce filtre volumineux, est efficace en particulier pour arrêter les algues. Il doit être périodiquement nettoyé par un contre-courant.
- On doit obligatoirement terminer par un filtre à tamis constitué d'une toile métallique à maille régulière.

VI.1.3.5.L'entretien du réseau

Pour maintenir une distribution de l'eau aussi homogène que possible, il faut bien entretenir le réseau :

- En veillant au bon fonctionnement des filtres et en les nettoyants,
- En contrôlant régulièrement le réseau de distribution,
- En le purgeant.

VI.2.Conclusion

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

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

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

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

chapitre VII

Dimensionnement d' un réseau d'irrigation goutte a goutte

Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

Introduction

L'irrigation à la parcelle présente des phases de calculs prenant en considération plusieurs facteurs : pédologiques agronomiques et hydrauliques. Dans ce chapitre, on va faire le point sur les démarches préalables pour le calcul des installations d'irrigation à la parcelle pour l'irrigation localisée et les calculs vont être portés sur une parcelle type.

VI.1. Réseau d'irrigation goutte à goutte

VI.1.1. Types de cultures adaptées au goutte à goutte

Les cultures jugées convenables pour ce système sont :

- ✓ Les arbres fruitiers.
- ✓ Les cultures légumières de plein champ.
- ✓ Les cultures maraîchères et florales sous serres.
- ✓ La vigne, la canne à sucre, le coton, les fraises.

VI.1.2. Choix du système goutte à goutte

Cette technique d'irrigation est utilisée pour résoudre le problème des pertes d'eau par infiltration ou par ruissellement, de répondre aux sols peu retentifs. Elle maintient l'humidité du sol à un taux correspondant à son optimum, ce qui permet à la fois :

- ✓ La parfaite alimentation en eau des racines suivant les besoins.
- ✓ Aération normale du sol en évitant tout risque d'asphyxie.

VI.1.3. Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte

• Avantage

Cette technique présente de nombreux avantages :

a) Economie et efficacité de l'eau

Peu de perte d'eau par évaporation car les gouttes tombent très près du sol où à même le sol, le feuillage n'est pas humidifié, une partie du sol reste sèche limitant la croissance des mauvaises herbes concurrentes pour la consommation d'eau, les pertes par percolation sont limitées.

b) Uniformité d'arrosage

La précision et l'uniformité des arrosages sont assurés en ce sens que les doses sont mesurées (débits des goutteurs) et la répartition de l'eau n'est pas affectée par le vent ou par les irrégularités de terrain.

c) Economie d'énergie et de main d'oeuvre

L'irrigation goutte à goutte fonctionne sous faibles pression, n'imposant pas de gros moteurs aux stations de pompages.

La main d'oeuvre est réduite puisque le réseau d'irrigation est fixe et ne demande pas de déplacement de matériel.

d) Facilité d'exécution des travaux culturaux

Les interlignes restent secs et les travaux culturaux ne sont pas gênés par les arrosages, la technique du paillage plastique est facilitée.

e) Réduction des maladies

L'air ambiant reste sec, cette sécheresse relative entrave la prolifération des insectes et la propagation des maladies cryptogamiques.

f) Facilité de conduite d'une irrigation fertilisante

La fertilisation est réalisée par l'incorporation des engrais dans l'eau d'arrosage, en outre, la répartition des éléments fertilisants pour chaque plante est améliorée.

• Inconvénients ou contraintes**a) En premier lieu, l'obstruction des goutteurs**

Des particules fines de sable, de limon ou d'argile, des précipitations chimiques de sol (calcaire), le développement de micro-organismes, les algues sont causes de bouchage des petits orifices des goutteurs. Pour prévenir les risques d'obstruction, il faut assurer une filtration très soignée de l'eau à l'amont du réseau et procéder parfois, à une injection dans les rampes.

b) Une accumulation de sels qui se concentrent

Cette concentration peut être néfaste pour les racines.

c) Les coûts d'investissements :

Des dépenses importantes sont nécessaires pour l'installation d'un réseau d'irrigation goutte à goutte. On peut dire que le coût d'un réseau fixe d'irrigation localisée sera beaucoup moins élevé que celui d'un réseau fixe d'aspersion.

VI.1.5. Concept et composantes du système d'irrigation au goutte à goutte

Cette méthode d'irrigation consiste en une application lente, locale et uniforme de l'eau avec une humectation d'une seule partie du sol, zone exploitée par les racines, généralement en employant des fréquences d'arrosages élevées pour maintenir un niveau constant de l'humidité du sol.

Ce système d'irrigation tient compte des aspects agrobio-climatologiques : l'évaporation, la transpiration, le système racinaire, la texture du sol,...etc. Ce système d'irrigation est caractérisé par :

- ✓ Utilise des faibles débits et de faibles pressions.
- ✓ Met en oeuvre des équipements fixes et légers.
- ✓ Ne mouille pas les feuilles.
- ✓ Convient bien à l'irrigation fertilisante.
- ✓ Il est totalement indépendant vis-à-vis des autres interventions sur la culture.
- ✓ Se prête à l'automatisation en vue d'assurer des apports fréquents et fractionnés.
- ✓ Pose moins de problèmes de salinité.

Le réseau goutte à goutte proprement dit comprend :

- ❖ L'ensemble des canalisations et tubes : primaires et secondaires qui véhiculent l'eau jusqu'aux tertiaires et qui alimentent par la suite les rampes d'arrosages ou les rampes portes goutteurs.
- ❖ Les distributeurs ou émissaires.
- ❖ Les dispositifs de contrôle et manipulation : manomètre, ventouse, vannes et autres accessoires d'automatisme le cas échéant.
- ❖ Le système pour estimer les besoins en eau : tensiomètre, sonde à neutron, etc.
- ❖ Le système d'irrigation localisée assure un gain sensible en eau par rapport aux autres systèmes d'irrigation mais sa gestion doit être rigoureuse.

Donc on peut dire que les unités de base de ce système d'irrigation sont :

- ✓ La ressource en eau.
- ✓ La station de tête.
- ✓ Les postes d'irrigation.
- ✓ Les goutteurs.

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

Le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en oeuvre de cette technique.

VI.2.1. Les besoins en eau de la parcelle d'Olivier**VI.2.1.1. Données générales****➤ Choix de la culture**

Étant donné les cultures mises en places et très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation de l'olivier par goutte à goutte :

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe mm pour le mois de Aout

➤ **Choix de la parcelle :**

La parcelle choisie pour l'arrosage est P24. D'une superficie de 5.6824 ha, qui dispose d'une pression aux bornes de 1.39bars.

➤ **Caractéristique du goutteur**

- Débit nominal : 4 l/h
- Pression nominale : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2
- Rayon d'action de chaque goutteur est égal 0,5m

VI.2.1.2. Les besoins journaliers

Les besoins journaliers sont calculés par la formule suivante :

$$B = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{nombre de jours}}$$

Avec :

B : besoin journalier

$$\text{D'où : } B = \frac{162}{31}$$

$$B = 5.23\text{mm/j}$$

VI.2.1.3. Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction

Par la formule de Decroix (CTGREF) on a :

$$K_r = 0.1 + C_s$$

Avec :

K_r : coefficient de réduction.

C_s : taux de couverture du sol en (%).

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

$$K_r = 0.1 + 0.6 = 0.7$$

D'où les besoins seront:

$$B_{\text{nette ;j}} = 5.23 \times 0,7$$

$$B_{nette\ j} = 3.65\text{mm/j}$$

VI.2.1.4. Calcul des besoins bruts

$$B_{brut} = \frac{B_{net}}{R_p}$$

Avec :

0,85 est l'efficacité du système d'irrigation localisé.

$$B_{brut} = 4.30\text{mm/j}$$

VI.2.1.5. Pourcentage du sol humidifié

Il est calculé comme suit :

$$P(\%) = \frac{n \times spd \times sh}{sa \times sr}$$

Avec :

P (%) : Pourcentage du sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre égale à 2.

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).

Donc :

$$P(\%) = 25\%$$

VI.2.1.6. La dose d'irrigation nette pratique

La dose nette pratique qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

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

Avec :

H_{cc} : humidité a la capacité au champ(8%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement(3%)

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

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

Da : densité apparente du sol (1,20).

P : Pourcentage du sol humidifié 25%.

D'où :

$$D_p = 12 \text{ mm}$$

VI.2.1.7. Fréquence des arrosages

La fréquence d'arrosage ou l'espacement des arrosages est l'intervalle en jours qui s'écoule entre deux arrosages. Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_j}$$

D'où : $Fr = 2.79$

$$Fr = 3 \text{ jours}$$

On recalcule la nouvelle dose réelle : $Dr = 3 \times 4.30 = 12.9 \text{ mm}$

Et la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{Dr}{C_u \times Eff}$$

Avec :

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

Eff : efficacité du réseau d'irrigation $Eff = 85\%$

D'où :

$$D_{brute} = 16.86 \text{ mm}$$

VI.2.1.8. Durée d'arrosage par mois

Elle est donnée par la formule suivante :

$$t = \frac{D_{brute} \times Sa \times Sr}{N_g \times Q_g}$$

Avec :

N_g : nombre de goutteur par arbre (2).

Q_g : débit nominal du goutteur 4l/h.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

S_a : espacement des arbres sur les rangs (4m).

$$t = \frac{16.86 \times 4 \times 4}{2 \times 4} = 33.72h/mois$$

$$t = 33.72h/mois$$

VI.2.1.9. Durée d'arrosage journalier

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Dj = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr}$$

D'où :

$$Dj = 11.24h/mois$$

VI.2.1.10. Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

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

$$N=1.77$$

$$N=2 \text{ postes}$$

VI.2.1.11. Surface de poste

La surface de poste est définie comme suit :

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

$$Sp = \frac{5.68}{2} = 2.84ha$$

$$Sp = 2.84ha$$

VI .2.2. Calcul hydraulique

VI .2.2.1. Condition hydraulique

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

Christiansen :

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

b) La variation maximale de la pression

$$q = K.H_x$$

Avec :

$x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

$q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$: pression nominal ($H_n = 10$ mce).

On a $0.1=0.5 \times \Delta H / 10$

Alors $\Delta H = 1/0.5 = 2$ m c e.

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression
alors : $P_{dc\text{sing}}=10\% \Delta H$

$$P_{dc\text{ sing}}=0.2 \text{ mce}$$

La valeur de perte de charge linéaire est : $P_{dc\text{ lin}}= \Delta H - 0,10 \Delta H$

$$P_{dc\text{ lin}}=1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

- 1/3 sur les porte- rampes $P_{dc}(\text{pr}) = 1.8 \times 1/3 = 0,6$ mce
- 2/3 sur les rampes $P_{dc}(r) = 1.8 \times 2/3 = 1,2$ mce

VI .2.2.2.Le débit

$$Q_r=Q_g. N_r$$

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

Avec:

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit du goutteur

N_r : Nombre des rampes

N_g/r : Nombre des goutteurs par rampe

Q_{pr} : Débit de porte rampe

On a :

Longueur du terrain = 322.28 m

Largeur du terrain = 170.87 m

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

La longueur de la rampe : 85.43 m

La longueur de la porte rampe : 322.28 m

La longueur de la conduite secondaire : 133.06 m

VI .2.2.3. Le nombre d'arbre par rampe

$N_{arbres} = L_r / E_r = 85.43 / 4 = 21$ arbres par rampe

VI .2.2.4. Nombre de goutteurs par rampe

$N_g = N_{arbres} \times n = 21 \times 2 = 42$ goutteurs

VI .2.2.5. Nombre de rampes

$N_r = L_{pr} / E_r = 322.28 / 4 = 81$ rampes

VI .2.2.6. Débit de la rampe

$Q_r = N_g \times Q_g$

$Q_r = 42 \times 4 = 168$ l/h

VI .2.2.7. Débit de la porte rampe

$Q_{pr} = Q_r \times N_r = 168 \times 81 = 6720$ l/h

$Q_{pr} = 13608$ l/h

VI .2.2.8. Nombre de porte rampe

$N_{pr} = 1$

VI .2.2.9. Débit de la conduite secondaire

$Q_{csl} = Q_{pr} \times N_{pr}$

$Q_{csl} = 13608 \times 1 = 13608$ l/h

$Q_{csl} = 13608$ l/h

VI.2.3. Dimensionnement des canalisations du réseau**VI.2.3.1. Calcul du diamètre de et la vitesse la rampe**

Le diamètre des rampes est calculé d'après la formule suivante :

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

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

$\varnothing r(\text{cal})$: le diamètre de la rampe

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 168^{1.75} \times 85} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$\varnothing r(\text{cal}) = 11.21 \text{ mm}$$

Alors on prend $\varnothing r(\text{normalisé}) = 12 \text{ mm}$

On recalcule les pertes de charge :

$$j = \frac{0.478 \times D^{-4.75} \times Q(r)^{1.75} \times L(r)}{2.75}$$

$$j = \frac{0.478 \times 12^{-4.75} \times 168^{1.75} \times 85}{2.75}$$

$$j_{\text{cal}} = 0.68 \text{ m} < j_r = 1.2 \text{ m} \quad \text{la condition est vérifiée}$$

La vitesse des rampes est calculée d'après la formule suivante :

$$V_r = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D^2}$$

$$V_r = 0.41 \text{ m/s}$$

VI2.3.2. Calcul du diamètre et de la vitesse de porte rampe

Le diamètre des portes rampes est calculé d'après la formule suivante :

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

Avec :

Pdc(pr) : la perte de charge dans la rampe

Q(pr) : le débit de la rampe en l/h

L(pr) : la longueur de la rampe en m

$\varnothing pr(\text{cal})$: le diamètre de la porte rampe

$$\varnothing_{pr(cal)} = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 13608^{1.75} \times 322} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing_{pr(cal)} = 86.67\text{mm}$ Alors on prend $\varnothing_{pr(normalisé)} = 90\text{ mm}$

On recalcule les pertes de charge :

$$j = \frac{0.478 \times D^{-4.75} \times Q(r)^{1.75} \times L(r)}{2.75}$$

$$j = \frac{0.478 \times 90^{-4.75} \times 13608^{1.75} \times 322}{2.75}$$

$j = 0.50\text{mm} < j = 0.6\text{mm}$ la condition est vérifiée

La vitesse des rampes est calculée d'après la formule suivante :

$$V_r = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D^2}$$

$$V_r = 0.59\text{m/s}$$

VI.2.3.3. Calcul de caractéristique de conduites tertiaire

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

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

avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s).

Tableau VII.1: Calcul de diamètre de la conduite tertiaire

Surface (ha)	L(m)	Q (m ³ /s)	V sup (m/s)	Dcal(mm)	Dn(mm)	Vcal(m/s)	Hcal(m)
5.68	133.06	3.78.10 ⁻³	1.05	67.3	90	0.53	0.206

VI.2.3.4. La pression d'eau à la borne de distribution

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

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

Tableau VII.2. Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges

	La rampe	Porte rampe	Conduite tertiaire
Longueur(m)	85	322	133
Diamètre(m)	12	90	90
Débit (m ³ /s)	4.66×10^{-5}	3.78×10^{-3}	$3.78.10^{-3}$
Pertes de charge(m)	0.68	0.50	0.20

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

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

$$\Delta h = 10 + 0.63 + 0.59 + 0.20 = 11.42 \text{ m} = 1.14 \text{ bar}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation à la parcelle, effectué par le système goutte à goutte, qui est fait pour l'olivier, est un système le plus efficient. En irrigation localisé, non seulement nous avons une efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures élevés. Le dimensionnement prend en considération des facteurs agronomiques et hydrauliques.

chapitre VIII

Calcul technico-économique

Chapitre VIII : Calcul technico-économique.**Introduction :**

Le but de ce chapitre c'est l'estimation économique du coût d'aménagement des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions, pour notre projet d'irrigation on a les travaux du réseau de distribution et le réseau d'irrigation (goutte à goutte).

VIII.1. Différents travaux à entreprendre**VIII.1.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution**

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

VIII.1.1.1. 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.

VIII.1.1.2 Pose du lit de sable

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

VIII.1.1.3 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

VIII.1.1.4 .Epreuve de joint et de la canalisation

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

VIII.1.1.5 .Remblayage des tranchées

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

VIII.1.1.6. Nivellement et compactage

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

VIII.2. Calcul des volumes des travaux de distribution**VIII.2.1. Calcul du volume de terrassement****❖ Largeur du fond de la tranchée**

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

$$B = d + 2a$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

a : distance entre la conduite et le fruit de talus.

DN ≤ 200 >>> largeur de la tranchée = DN + 2 x 20 cm

DN > 200 >>> largeur de la tranchée = DN + 2 x 30 cm.

❖ Profondeur de la tranchée

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

$$H = e + d + h$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur du lit de pose (m) = 0.1 m

d : diamètre de la conduite (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite = 0.8 m

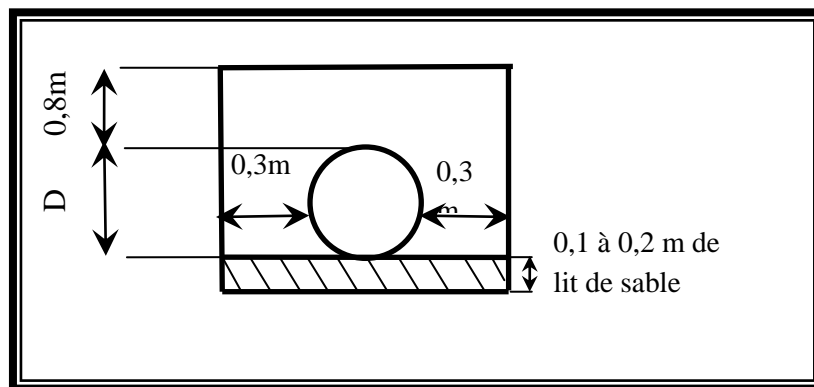


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

VIII.2.2 .Calcul du volume de déblai

$$Vd = L .b. H$$

Avec:

Vd : Volume des déblais de la tranchée en (m³)

L : Longueur de la tranchée en (m)

H : profondeur de la tranchée (m).

Les résultats obtenus sont représentés dans le **Tableau VIII**

Tableau VIII.1: Calcul du volume de déblai pour les canalisations du réseau

D (mm)	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	V déblai (m3)
250	1.15	422.98	0.85	413.46
315	1.215	3195.36	0.915	3532.83
400	1.3	2755.86	1	3582 .61

Donc le volume total du déblai est : **$V_d=7528.91 m^3$**

VIII.2.3. Calcul du volume de lit de sable

Ce lit correspond à une couche de sable de 10cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante :

$$V_s = e.b.L$$

Avec : V_s : volume du sable en (m3)

e : épaisseur du sable, $e = 10$ cm

Tableau VIII.2: Calcul du volume de sable pour les canalisations du réseau

D (mm)	Longueur (m)	Largeur (m)	V de sable (m3)
250	422.98	0.85	35.95
315	3195.36	0.915	290.77
400	2755.86	1	275.58

Donc le volume total du sable est : **$V_s= 602.3m^3$** .

VIII.2.4. Calcul du volume de remblai

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent 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)

Tableau VIII.3: Calcul du volume de remblai pour les canalisations de distribution

D (mm)	V déblai (m^3)	V sable (m^3)	V conduite (m^3)	V remblai (m^3)
250	413.46	35.95	83.05	294.46
315	3532.83	290.77	996.07	2245.99
400	3582.61	275.58	1385.24	1921.79

Donc le volume total du remblai est : $V_r=4462.24 m^3$

VIII.3.Estimation de cout total de projet

VIII.3.1 .Estimation de cout de pose de canalisation du réseau

Tableau VIII.4:Estimation du cout de pose de canalisation du réseau.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire TTC (DA/m)	Montant TTC DA
Déblai en terrain	m3	7528.91	400	3011564
Lit de sable	m3	602.3	1000	602300
Remblaiement de la	m3	4462.24	450	2008008
			TOTAL	5621872 DA

Tableau VIII.5: Estimation du cout des conduites du réseau

Pièces		Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire TTC (DA/m)	Montant (DA)
TubeØ250	PEHD	m/l	83.05	3183.04	270717.552
TubeØ315	PEBD	m/l	996.07	4114.29	4098120.84
TubeØ400	PEBD	m/l	1385.24	6504.89	9010833.824
				TOTAL	13379672.22

VIII.3.2. Estimation du cout des vannes

Tableau VIII.6: Estimation du cout des vannes

Vannes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Vanne D=160mm	U	2	14000	28000
Vanne D=200mm	U	3	18000	54000
Vanne D=315mm	U	9	24000	216000
TOTAL				298000

VIII. 3.3. Estimation du cout des bornes et des pompes

Tableau VIII.7: Estimation du cout des bornes et pompes

Bornes et pompes				
Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total (DA)
Borne type A	U	9	16000	144000
pompe submergée horizontale	U	2	288376	576752
pompe immergée	U	2	500000	1000000
TOTAL				1720752DA

VIII. 3.4. devis du réseau d'irrigation localisée

Il s'agit des équipements à l'aval de la borne d'irrigation qui fait partie du réseau de distribution collectif ou individuelle. Ce sont des équipements individuels, propriété de chaque exploitant.

L'équipement à la parcelle d'un réseau localisée comprend les accessoires suivants :

Tableau VIII.8: Equipement interne des parcelles d'irrigation localisée

Caractéristique d'appareil	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Total DA
Goutteurs débit 4 l/h	u	6720	31	208320
Porte rampe	ml	34	363	48642
Rampe porte goutteurs	ml	1680	31	52080
Poste de filtration, Filtre	u	2	50,237	100.47
Poste de filtration, Filtre	u	2	24,952	49.9
			TOTAL	309192.37DA

Donc le devis total du projet est estimé à : **21329488.59DA**.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons calculé le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'irrigation pour le périmètre de HAMRAIA, avec un coût total d'environ : **21329488.59DA** (-vingt-un millions trois cent vingt-neuf mille quatre-cent quatre-vingt-huit DA). Ce coût prend en considération les équipements qui sont relativement onéreux. Cependant, l'aménagement du périmètre est très rentable à long terme.

CONCLUSION GENERALE

L'irrigation revêt une importance capitale pour le développement de l'agriculture dans les zones sahariennes. L'extension et l'intensification des cultures dans cette zone fait croître sans cesse la demande en eau, malgré les prix de mobilisation de la ressource souvent très coûteuse.

Les ressources hydriques de la zone d'OUED y compris la région de **HAMRAIA** sont représentées essentiellement par les eaux souterraines contenues dans la nappe du Complexe Terminal qui alimente en eau toutes les oasis à travers les forages, les nouveaux périmètres agricoles et les nouvelles villes de la zone

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat saharien avec une précipitation moyenne annuelle de **39.34 mm** et une température moyenne annuelle de **23 °C**.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une salinité très élevée avec un risque d'alcalinité faible.

Suivant les facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques. L'aptitude aux cultures arboricoles est limitée par le climat, surtout si elles ne sont pas cultivées sous palmiers.

Nous avons opté pour le système d'irrigation goutte à goutte. C'est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation, très économique en eau et en main d'oeuvre, il demande par contre une très grande technicité de la part de ses utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important.

références
bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L.S.BAHBOUH, 2003 : Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3^{ème} Année
ENSH, Blida ;
- [2] B. TOUAIBIA . (2004). (Cours d'Hydrologie 3^{ème} Année et Régularisation des débits
4^{ème} année).
- [3] Bul let in N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [4] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C* E F)
- [5] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie
des arrosage, Paris. 500P.
- [6] Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).
- [7] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation)

Annexes

ANNEXES

ANNEXE 1 : Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

ANNEXE 2 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

ANNEXE 3 : Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifiée (P)

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe, rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S ₁ en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, S _d en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
	Pourcentage en sol humidifié p %														
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE 4 : CARACTERISTIQUES DES TUBES PEHD

Désignation	Diamètre (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Prix TTC (DA/m)
Tube	160	130.8	1718.86
Tube	200	163.6	2595.38
Tube	250	204.6	3183.04
Tube	315	257.8	4114.29
Tube	400	327.4	6504.89

