



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre de
Ouarizane (100ha) à partir des eaux épurées de la
station d'épuration de Mazouna, (W.Relizane)

Présenté par :

HASSANI CHAIMAA

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
KAHLERRAS Djillali	M. C. A	Président
BENKACI ALI Tarek	M. C. B	Membre
BOUZIANE Omar	M. A. A	Membre
MEDDI Mohamed	Professeur	Promoteur

Session septembre 2024

REMERCIEMENT

Je remercie avant tout Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé le courage et la patience nécessaires pour mener ce travail à bien.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à mon encadrant, **Monsieur MEDDI Mohamed** pour son soutien indéfectible et ses conseils avisés tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Ses orientations et son expertise dans le domaine ont largement contribué à la qualité de ce travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers tous les membres du jury, ainsi qu'au président et aux examinateurs, pour leur lecture attentive de ce document et leurs critiques constructives, qui contribueront à enrichir la qualité de ce travail.

Toute ma gratitude à nos professeurs et enseignants de l'ENSH qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur. Je souhaite aussi remercier l'équipe pédagogique et administrative de l'ENSH pour leurs efforts dans le but de nous offrir une excellente formation.

Je suis également profondément reconnaissant envers toutes les personnes, nombreuses au point de ne pouvoir les citer individuellement, qui ont contribué, de près ou de loin, directement ou indirectement, à l'achèvement de ce mémoire.

Dédicace

Je m'adresse à vous tous,

À ceux qui ont soutenu mes pas hésitants, à ceux qui ont cru en ma réussite, à ceux qui m'ont enseigné et accompagné à chaque étape, **à ma mère et mon père**, que Dieu vous bénisse et vous récompense.

À ceux qui ont partagé avec moi les moments de la vie et avec qui j'ai passé les plus beaux moments, à mon cher frère **Laid** et mes chères sœurs **Hadjer** et **Isra**.

À toute ma famille, à mon oncle Ibrahim et ma tante Zahira, je ne pourrai jamais vous rendre justice, peu importe ce que je dis. À mes chers Fatima Zahra, Jawad, Akrem et Nerdjis, je suis reconnaissante de vous avoir dans ma vie.

À celle qui me connaît mieux que quiconque et qui apaise mon cœur, ma chère amie **Selma**, merci pour tout.

À mes amies d'études universitaires. **Assia, Mejda. Salima et ahlem.**

À mes amis des moments partagés, à ceux qui occupent une place dans mon cœur et ma mémoire, même si je ne peux pas tous les mentionner.

Merci à vous.

ملخص

تم إجراء دراسة لمشروع السقي المحيط بمنطقة واريان ولاية غليزان ، حيث تغطي الأرض مساحة 100 هكتار، بهدف حماية البيئة والصحة العامة من جهة، وتعزيز التنمية الزراعية في المنطقة من جهة أخرى.

شملت الدراسة عدة معايير، منها: تحليل نوعية المياه وفقًا لنتائج برنامج "محطة معالجة المياه المستعملة مازونة" وفقًا للمعايير المعتمدة، والظروف المناخية، والإمكانات الزراعية للمنطقة.

وكجزء من الدراسة، تم اختيار تقنيتين للسقي: السقي بالتنقيط و السقي بالرش.

الكلمات المفتاحية: السقي، واريان، مازونة، محطة

Résumé

Une étude a été réalisée pour un projet d'irrigation autour de la région de Ouarizane, dans la wilaya de Relizane, couvrant une superficie de 100 hectares, dans le but de protéger l'environnement et la santé publique d'une part, et de renforcer le développement agricole de la région d'autre part. L'étude a pris en compte plusieurs critères, tels que l'analyse de la qualité de l'eau selon les résultats du programme de la "station de traitement des eaux usées de Mazouna" conformément aux normes en vigueur, ainsi que les conditions climatiques et les potentialités agricoles de la région. Dans le cadre de cette étude, deux techniques d'irrigation ont été sélectionnées : l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion.

Mots clés : Irrigation, Ouarizane, Mazouna, station.

Abstract

A study was conducted for an irrigation project surrounding the Ouarizane area in the Relizane province, covering a land area of 100 hectares. The project aims to protect the environment and public health on the one hand, and to promote agricultural development in the region on the other. The study included several criteria, such as analyzing water quality according to the results of the "Mazouna Wastewater Treatment Plant" program in accordance with approved standards, as well as the climatic conditions and agricultural potential of the area. As part of the study, two irrigation techniques were selected: drip irrigation and sprinkler irrigation.

Key words : Irrigation, Ouarizane, Mazouna, station.

Tables des matières

Résumé

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1	Introduction.....	1
I.2	Situation géographique du site	1
I.2.1	Présentation de la zone d'étude	1
I.2.2	Présentation du périmètre.....	2
I.3	Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone	3
I. 3.1	Relief.....	4
I. 3.2	Géologie	4
I. 3.2	hydrographie.....	4
I.4	Caractéristiques climatologiques.....	4
I.4.1	Pluviométrie.....	5
I.4.2	Température.....	6
I.4.3	Humidité relative	7
I.4.4	Vitesse du vent.....	9
I.4.5	L'évaporation	10
I.4.6	l'ensoleillement... ..	10
I.5	Sismicité.....	11
I.6	Classification du climat... ..	11
I.6.1	Classification du climat selon l'indice de MARTON.....	11
I.6.2	Classification du climat selon diagramme d'EMBERGER	12
I.6.3	Classification du climat selon Gaussen	12
	Conclusion.....	14

ChapitreII : Ressource en eau et en sol

II.1	Introduction.....	17
II.2	Ressource en sol	17
	II.2.1 Description des sols.....	17
	II.2.1.1 Le matériau parental :texture	17
	II.2.1.2 Structure	18
	II.2.1.3 Le calcaire total et actif.....	18
	II.2.2 Le profil pédologique	18
	II.2.2.1 Choix des aptitudes culturales	18
	II.2.3 Travaux d'aménagement des sols peu évolués vertique.....	19
II.3	Ressource en eau	20
	II.3.1 Localisation de la step	20
	II.3.2 L'origine des effluents a traiter.....	21
	II.3.2.1 Capacité du traitement... ..	21
	II.3.2.2 Qualité des eaux de la station d'épuration de Mazouna... ..	22
	II.3.2.3 Caractéristiques de la step.....	23
	II.3.2.4 Qualité des eaux d'irrigation.....	24
	Conclusion.....	27

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

III.1	Introduction	29
III.2	Besoin en eau des cultures.....	29
	III.2.1 Evaluation des besoins en eau d'une culture.....	29
III.3	Etude hydrologique	29
	III.3.1 Choix de la station pluviométrique	30
	III.3.2 Etude des pluies moyennes annuelles.....	30
	III.3.3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	31
	III.3.1 L'ajustement par le logiciel HYFRAN	33

III.3.4	Choix de la loi d'ajustement	33
III.3.4.1	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gauss	33
III.3.4.2	Test de validité d'un ajustement... ..	37
III.3.4.4	Détermination de l'année de calcul	38
III.4	Calcul de l'évapotranspiration	39
III.4.1	Comment obtenir L'ET0.....	39
III.4.2	Les données climatiques entrées dans le CROPWAT	41
III.4.3	Calcul de la pluie efficace.....	42
III.5	Calcul la réserve en eau du sol	43
III.6	Choix des cultures.....	44
III.6.1	Occupation des sols.....	44
III.6.2	Cultures proposées	44
III.7	Calcul des besoins en eau d'irrigation	46
III.8	Estimation des besoins en eau des cultures choisies	47
III.8.1	Estimation des besoins en eau des céréales	47
III.8.2	Estimation des besoins en eau des maraichères	48
III.8.3	Estimation des besoins en eau des arboricultures	50
III.9	Calcul en eau pour l'assolement.....	52
III.9.1	Calcul du débit spécifiques	53
III.9.2	Evaluation du débit caractéristiques	54
Conclusion		54

Chapitre IV : Choix de systèmes d'irrigation

IV.1	Introduction.....	56
IV.2	Choix des techniques d'irrigation	56
IV.3	Classification des techniques d'irrigation.....	56
IV.3.1	Irrigation gravitaire.....	56
IV.3.1.1	Irrigation par ruissellement... ..	56

IV.3.1.2 Irrigation à la raie.....	57
IV.3.1.3 Irrigation par submersion.....	57
IV.3.2 Irrigation par aspersion	58
IV.3.3 Irrigation localisée	59
IV.3.4 Différentes installation à la parcelle.....	61
IV.4 Choix de la techniques d'arrosage	62
Conclusion.....	63

Chapitre V : Etude du système d'adduction et de distribution

V.1 Introduction	65
V.2 Schéma d'adduction et distribution.....	65
V.2.1 Schéma directeur de l'irrigation	65
V.2.2 Présentation du réseau d'adduction	65
V.2.3 Présentation du réseau de distribution.....	66
V.3 Organisation et structure du périmètre	67
V.3.1 Calcul hydraulique des bornes.....	68
V.3.2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation	68
V.3.3 Choix du diamètre de la borne	68
V.3.4 Position des prises.....	69
V.3.4.1 Choix de la borne.....	69
V.3.4.2 Plan des bornes	70
V.4 Choix du matériau.....	70
V.4.1 Caractéristiques des conduites du réseau de distribution	75

V. 9. Dimensionnement du réservoir de stockage.....	78
V. 10 Dimensionnementdu réseau de distribution	78
V. 10.1 Vitesse admissible	78
V. 10.2 Calcul des diamètres.....	79
V. 10.3 Calcul des pressions.....	79
V. 10.4 Estimation des pertes de charges	79
Conclusion	83

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

VI.1 Introduction.....	85
VI.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte.....	85
VI. 2.1 Données générale.....	85
VI.2.1 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	85
VI. 2.2 Dose nette pratique.....	85
VI.2.2 Fréquence et intervalle des arrosage.....	87
VI.2.3 Calcul de la dose réelle	87
VI.2.4 Calcul de la dose brute	87
VI.2.5 Durée de fonctionnement par d'arrosage	87

VI.3	Calcul hydraulique	87
VI.3.1	Le débit de rampe st de porte rampe	88
VI.3.2	Calcul des diamètres des rampes et la porte rampe.....	88
VI.4	Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion	89
VI.4.1	Choix de la culture	90
VI.4.2	Choix de parcelle.....	90
VI.4.3	Calcul de la dose pratique RFU	90
VI.4.4	Dimensionnement de l'asperseur	90
VI.4.4.1	Choix du diamètre de la buse.....	90
VI.4.4.2	Calcul de la portée du jet.....	90
VI.4.4.3	Ecartement entre les rampes et arroseurs	91
VI.4.4.4	Vérification de la pluviométrie de la buse	91
VI.4.4.5	Détermination des paramètres d'arrosage	91
VI.4.5	Calculs hydrauliques	92
VI.4.5.1	Dimensionnement hydrauliques des rampes	92
VI.4.5.2	Dimensionnement de la porte rampe	93
VI.4.5.3	Calcul des pertes de charge.....	93
Conclusion.....		94

Chapitre VII : Calcul technico-économique

VII.1	Introduction	97
VII.2	Différents type des traveaux à entreprendre	97
VII.2.1	Traveaux concernant l'adduction et le réseau de distribution.....	97
VII.2.2.1	Calcul du volume du déblai.....	99
VII.2.2.2	Volume occupé par les conduites	100
VII.2.2.3	Volume du lit de pose	100
VII.2.2.4	Volume du remblai.....	101
VII.3	Estimation du coût total du projet.....	102

VII.3.1	Estimation du coût de pose de canalisation	102
VII.3.2	Estimation du coût des conduites du réseau	103
VII.3.3	Estimation du coût des bornes d'irrigation	103
VII.3.4	Devis du réseau d'irrigation localisée.....	104
VII.4	Le réservoir de stockage	106
VII.5	Devis estimatif du projet.....	107
Conclusion.....		108

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.01 : Caractéristiques de la station pluviométrique de Relizane.....	5
Tableau I .02 :Pluviométrie moyenne mensuelle en mm	5
Tableau I.03 :Les valeurs de température °C... ..	6
Tableau I.04 : Les valeurs de l'humidité relative de l'aire.....	7
Tableau I.05 : Les valeurs mensuelle moyennes des vitesses du vent	8
Tableau I.06 :Répartition mensuelle de l'évaporation	9
Tableau I.07 : Moyenne mensuelle de l'insolation	10
Tableau I.08 : Classification de climat selon Martonne	11

Chapitre II : Ressource en eau et en sol

Tableau II.01 : Capacité de traitement	21
Tableau II.02 : Les normes d'OMS pour les eaux épurées	22
Tableau II.03 : Les résultats des analyses physico- chimiques à la sortie de la step.....	22
Tableau II.04 : Caractéristiques chimiques des eaux d'irrigation... ..	24
Tableau II.05 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	25
Tableau II.06 : Classification des eaux en fonction de SAR.....	25

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Tableau III.1 : Les relevés des précipitations de la station de Relizane.....	30
Tableau III.2 : Tableau présentant le test de Wilcoxon.....	32
Tableau III.3 :Lapluie en fonction de la période de retour.....	38
Tableau III.4 : Calcul de P80%.	39
Tableau III.5 : Les données entrées dans le CROPWAT	41
Tableau III 6 : Calcul de L'ETP entrées dans la Cropwat.....	42
Tableau III.7 : Précipitation efficaces de la zone d'étude	43
Tableau III.8 : Occupation du sol.....	44

Tableau III.9: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (Extrait de Journal Officiel n°41 de décret exécutif n°07-149, publiés en Juillet 2012).....	44
Tableau III.10 : système de culturesproposées.....	45
Tableau III.11 : Profondeur utile (Z) pour les cultures existant en mètre	45
Tableau III.12 :coefficients culturaux des cultures (KC)... ..	46
TableauIII.13: Calcul des besoins en eau pour le Blé	47
Tableau III.14 : Calcul des besoins en eau pour l'orgegrain... ..	47
Tableau III.15 : Calcul des besoins en eau Pomme de terre de saison... ..	48
Tableau III.16 : Calcul des besoins en eau de la tomate	49
Tableau III.17 : Calcul des besoins en eau pour la courgette.....	49
Tableau III.18 : Calcul des besoins en eau pour les vignes.....	50
Tableau III.19 : Calcul des besoins en eau pour les agrumes.....	51
Tableau III.20 : Calcul des besoins en eau pour l'olivier.....	51
Tableau III.21 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement1	52
Tableau III.22 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement2... ..	53

Chapitre IV : Choix de système d'irrigation

Tableau IV.1 :Avantages et inconvénients dz l'irrigation gravitaire.....	58
Tableau IV.2 :Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	59
Tableau IV.3 : Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte	60
Tableau IV.4 :Analyse multicritère de choix de technique d'arrosage	62

Chapitre V :Etude du système d'adduction et de distribution

Tableau V.1 :Choix du diamètre de la borne.....	68
Tableau V.2 :Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.....	69
Tableau V.3 : Résultats du calcul de la HMT pour les différents diamètres.....	74
Tableau V.4 : Calcul de frais d'investissement.....	75
Tableau V.5 : Calcul des frais d'exploitation.....	76
Tableau V.6 : Bilan total des diamètres choisis	76

Tableau V.7 : Résultats de choix de pompe	77
Tableau V.8 : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution... ..	81

Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

Tableau VI.1 :Récapitulatif du réseau d'irrigation goutte à goutte	89
Tableau VI.2 :Récapitulatif du réseau d'irrigation par aspersion.....	94

Chapitre VII : Calcul technico-économique

Tableau VII.1 :Calcul du volume du déblai pour les canalisations du réseau.	100
Tableau VII.2 :Calcul du volume du sable pour les canalisations du réseau.....	101
Tableau VII.3 :Calcul du volume du remblai pour les canalisations de distribution	102
Tableau VII.4 :Estimation du coût de pose de canalisations du réseau.....	102
Tableau VII.5 :Estimation du coût des conduites du réseau.....	103
Tableau VII.6 : Estimation du coût des bornes d'irrigation	104
Tableau VII.7 :Estimation du coût des goutteurs	105
Tableau VII.8 :Estimation du coût des portes rampes.....	105
Tableau VII.9 :Estimation du coût de la station de pompage.....	106
Tableau VII.10 :Estimation du coût du réservoir de stockage	106
Tableau VII.11 :Devis estimatif total	107

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 :La station géographique de la commune d'Ouarizane	1
Figure I.2 : de la Zone d'étude	2
Figure I.3 :la zone étudiée extrait de la carte géologique d'Algérie	4
Figure I.4 :Situation des stations pluviographique et climatologique	5
Figure I.5 :Répartition mensuelle moyenne des précipitation	6
Figure I.6 :Répartition de la température mensuelle moyenne	7
Figure I.7 :Evolution mensuelle de l'Humidité relative de l'air de la station	8
Figure I.8 :Evolution mensuelle du vent de la station	9
Figure I.9 :Evolution mensuelle de l'insolation moyenne de la station.....	11
Figure I.10 :Diagramme Ombrothermique de Gaussen	13
Figure I.11 :Diagrammebioclimatique d'EMBERGER	13

Chapitre II :Ressource en eau et sol

FigureII.1 :Localisation de la STEP de Mazouna	21
Figure II.2 : Diagramme de la classification des eaux d'irrigation de l'USSL(1954)	26

Chapitre III : Besoins en eau des cultures

Figure III.1 : Statistiques descriptives obtenue par le logiciel hyfran	34
Figure III.2 : Période de retour et intervalle de confiance obtenus par Hyfran	35
Figure III.3 : Courbe d'ajustement des pluies au loi normale par HYFRAN.....	36
Figure III.4: Test de Khi deux par logiciel Hyfran	39

Chapitre IV : Choix de systèmed'irrigation

Figure IV.1 : Irrigation à la raie	59
Figure IV.2 :Irrigation par aspersion.....	61
Figure IV.3: Irrigation goutte à goutte.....	62

Figure IV.4 : Irrigation par pivot	64
---	-----------

Chapitre VII :Calcul technico-économique

Figure VII.1 :Schéma d'une tranchée	101
--	------------

Liste des annexes

Annexe I : Classification du climat selon l'indice de Gaussen.

Annexe II:Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

Annexe III : Nouvelle gamme des asperseur de type Perrot.

Annexe IV : Tableau de calcul de Khi carré théorique.

Annexe V : Paramètres physico-chimiques des eaux épurées destinés à l'irrigation.

LISTE DES ABREVIATION

DRE: Direction des Ressources en Eau .

DSA: Direction des Services Agricoles

ANRH : Agence National des Ressources Hydrauliques.

ONM : Office National de la Météorologie.

PEHD: Polyéthylène haute densité .

DBO : Demande biochimique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

ET0 : Evapotranspiration de référence (évapotranspiration potentielle).

ETM : Evapotranspiration maximale.

ETP : Evapotranspiration Potentielle.

ETR : Evapotranspiration Réelle.

hcc : humidité à la capacité au champ.

hpf : humidité au point de flétrissement.

MES : Matière en suspension.

OMS :Organisation mondiale de la santé.

ONID :Office national de l'irrigation et du drainage.

RFU :La réserve facilement utilisable .

SAR :Sodium adsorption ration .

STEP :Station d'épuration .

Liste des planches

Planche N°01 : Plan de situation de la zone d'étude .

Planche N°02: Plan de distribution du réseau goutte à goutte.

Planche N°03 : Plan d'adduction et de distribution .

Planche N°04: Profil en long .

Introduction générale

L'eau est un bien économique, social et environnemental. Il est donc nécessaire et important d'en garantir la disponibilité dans le temps au moyen de formes d'exploitation durables qui permettent de faire face aux exigences actuelles sans menacer l'équilibre environnemental. Il est donc urgent d'instaurer une politique de réduction de la consommation et de préservation de la ressource en eau, à travers une gestion efficace de tout le cycle d'utilisation de l'eau. Une attention particulière devra être dorénavant réservée à cette ressource vitale à partir d'une gestion optimale des réservoirs ou des autres sources d'approvisionnement (puits, sources) .à la réhabilitation des réseaux d'adduction, de distribution et de collecte des égouts en passant par la gestion efficace des installations de traitement (potabilisation et épuration).

Les meilleures techniques disponibles devraient être identifiées et utilisées pour associer l'utilisation rationnelle des ressources en eau naturelles à toutes les autres sources d'approvisionnement en eaux non conventionnelles, notamment les eaux usées traitées.

Une irrigation de cultures ou d'espaces verts qui met en œuvre des eaux usées n'est pas une irrigation banale. En effet, ces eaux véhiculent des pollutions qui posent des problèmes de santé publique, de conservation des sols et de protection de l'environnement, qui ne doivent être ni exagérés ni sous-estimés. Les exemples dans de nombreux pays du pourtour méditerranéen, les exemples de périmètres arrosés depuis des décades avec des eaux usées brutes montrent que, sauf concentration importante en effluents industriels et sauf forte salinité des eaux naturelles, les rendements agricoles sont très satisfaisants. En revanche, on y observe des problèmes sanitaires et des pollutions de nappes phréatiques à éviter en les prenant en considération.

Aussi, chaque projet de réutilisation d'eaux usées est une opportunité de ressources en eau durable qui mérite une étude particulière qui doit tenir compte aussi bien de la qualité de l'eau à utiliser que du contexte de sa réutilisation. C'est dans ce contexte que le présent dossier entre dans le cadre de l'étude pour la réalisation des conduites pour l'irrigation des terres agricoles à Ouarizane par les eaux traitées de la station d'épuration de Mazouna. Les eaux usées après épuration seront donc utilisées pour des usages agricoles au lieu d'être rejetées.

Bien que la réutilisation des eaux usées épurées soit encore peu pratiquée en Algérie, cette étude montre pourtant que les risques sanitaires associés à la réutilisation des eaux usées épurées sont faibles et maîtrisables par une gestion appropriée.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

I . Présentation de la zone d'étude

I.1 Introduction

La présentation de la zone d'étude est une étape crucial pour tout projet hydraulique .Dans ce chapitre on va présenter les diverses conditions géographiques ,démographiques, géologiques et climatologiques de la zone d'étude « le périmètre d'OUARIZANE », située au niveau de la wilaya de RELIZANE .

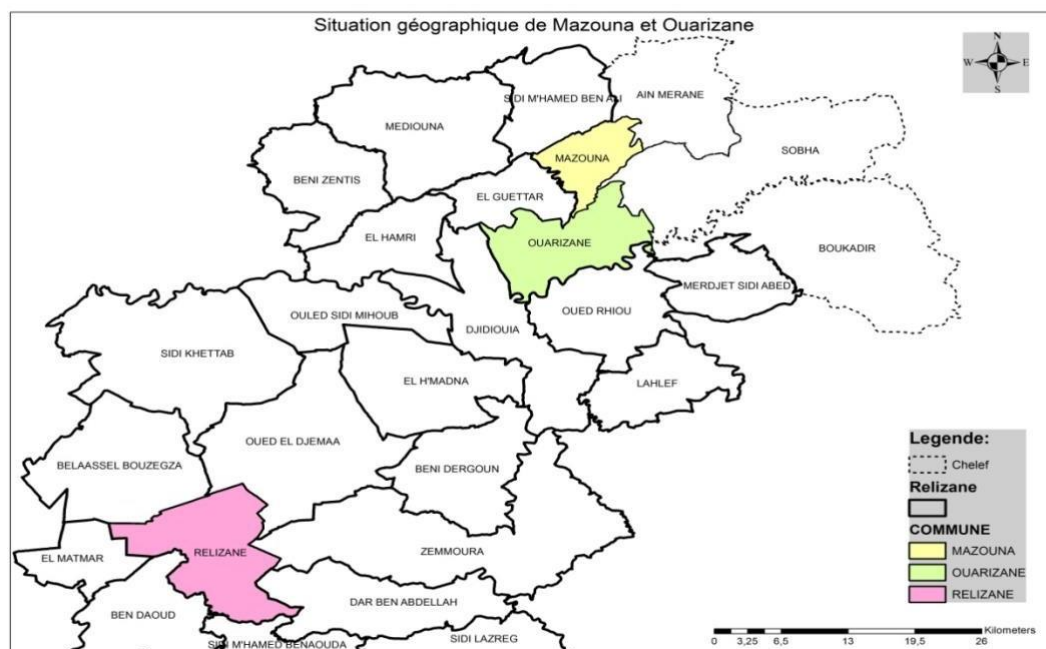
I.2 Situation géographique du site

I.2.1 Présentation de la zone d'étude :

La commune d'Ouarizane est située au Nord Est de la Wilaya de Relizane, sur la rive gauche de la route nationale N°9 reliant Mazouna-Oued Rhiau-Ammi Moussa , elle s'étend sur une superficie de 8815 ha.dont 4 000ha sont exploitée en agriculture., les coordonnées géographiques pour Ouarizane sont 36,04 54 nord de latitude, 0,899° de longitude 36° 2' 43" Nord, 0° 53' 57" Est et 158 m d'altitude.

La commune d'**Ouarizane**est élimitée par :

- Au nord par : Commune de Mazouna et commune El Guettar.
- Au sud par : Commune d' OuedRhiau.
- A l'Est par :ChlefBoukadir et Sobha .
- A l'Ouest par : Commune de Djidiouia .



Source : <https://fr.wikipedia>

Figure I.1 : La situation géographique de la commune d'Ouarizane**Figure I .2** : Situation géographique de la zone d'étude (MAPS).

I .2.2 Présentation du périmètre

Le périmètre est inséré entre le Sud Est de la commune de Mazouna, le long du Oued Ouarizane, et la zone Nord Est de l'agglomération d'Ouarizane (la plaine d'Ouarizane). Cette zone destinée à l'irrigation à partir de la STEP de Mazouna rassemble plusieurs terrains agricoles, situé dans les deux rives droite et gauche d'oued Ouarizane, dont la superficie varier entre 0.5 ha à 11 ha par parcelle. Par contre au Nord Est de l'agglomération d'Ouarizane, il existe des terres agricoles en un seul tenant qui dépasse les 400 ha, et qui peuvent être irrigué a partir de la dite STEP.

NB : la superficie à irriguer a partir de la STEP de Mazouna est délimité 100 ha.

I.3 Caractéristiques topographiques et pédologiques de la zone

I.3.1 Relief :

La région d'Ouarizane appartient à la région du Dahra ,elle se caractérise par trois types de relief :

1- Relief des terrains accidentés (Monticules et Djebels) :

Ou La topographie Sud présente une déclivité importante avec des pentes de 20% à 23%, orientés dans le sens Sud-Nord.

2- Relief des terrains non accidentés (Terrasses alluvionnaires) :

la zone d'étude est traversée par l'ancien chemin de wilaya reliant Mazouna à Ouarizane.Elle est situé le long d'Oued Ouarizane , cette dernière est actuellement envalée ,et détériorer par les affaissement des terres

3- Relief des terrains plats :

Ces terres sont situées au sud de la STEP, après la traversée de l'Oued avec la route. Caractérisées par un relief plat d'une faible pente,

I.3.2 Géologie :

La région d'étude se caractérise par un substratum marneux imperméable (Miocène supérieure et Pliocène inférieure qui constitue le Mur de la nappe surmonté par des Grés a passée sableuse ou argilo- sableuse (Calabrien) qui contiennent l'aquifère principal .

Le toute recouvert par des sables , et localement par une croûte calcaro-gréseuse .

La texture du sol des périmètres concernés, qui sont des textures argileux sableux, limoneux argileux. Dans un certains endroits sont à dominance des textures sableuses due à l'accumulation des sables en surface surtout dans la région Ouledkheira par contre dans la région nord Est d'Ouarizane les sols sont de textures argileuses limoneuses, sableuses, et qui favorise l'adaptation d'une large gamme de cultures.

Les sols de la zone d'étude sont développés sur des roches mères à savoir :

- Les sols calcaires sont développés sur le calcaire dolomitique du villafranchien
- Les halomorphe et vertiques ont développés sur les marnes grisâtre riche en gypse
- Les sols peu évolués d'apport alluviales et colluviales riche en sédiment transportés par les crues en formant des terrassesalluvionnaires .

Le long d'oued Ouarizane et sur les terrasses alluviales (Lit majeurs). Ces zones sont caractérisées par la présence des sols peu évolués d'apports alluviales modaux et des sols peu évolués d'apport collu-alluviales.

I.3.3.Hydrographie

La Quantité et la qualité des eaux sont des critères fondamentaux pour la mise en place d'une culture. Actuellement les périmètres de la zone sont dépourvus de forages. Mise à part 03 forages dans le Nord

Est d'Ouarizane, et qui ne répond pas au besoins des périmètres de cette zone.

Le déficit hydrique pour l'irrigation dans cette zone, peut être comblé par la réutilisation des eaux épurées de la STEP de Mazouna .

I.4 Caractéristiques climatiques

Le climat est la moyenne, sur un certain nombre d'années, des variations quotidiennes de la température, des précipitations, des vents et d'autres conditions atmosphériques qui caractérisent un point quelconque de la surface de la terre. Mais le climat étant un phénomène plus ou moins périodique, il est indispensable de définir la durée durant laquelle on étudie les éléments atmosphériques.

Les précipitations, avec sa distribution dans le temps et dans l'espace, intervenant par hauteur totale annuelle, répartition mensuelle et saisonnière et total journalier.

- ✓ L'humidité.
- ✓ La température.
- ✓ Le vent qui a une influence sur l'évaporation et la transpiration.

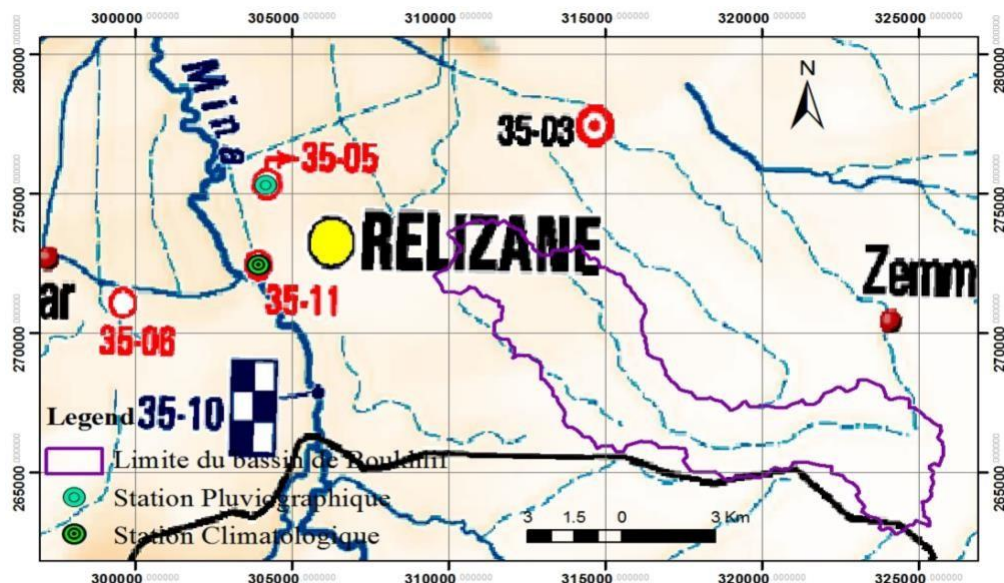
Les données météorologiques utilisées dans cette étude ont été fournis par L'ANRH .

Les caractéristiques géographiques de la station sont présent ci-dessous :

Tableau I.01 : Caractéristiques de la station pluviographique de Relizane.

Station de RELIZANE	Code de la station	Source	Coordonnées			Années d'observation	N
			X(km)	Y(km)	Z(m)		
	01 35 05	A.N.R.H	304.3	272.2	61	1980 – 2011	32

Source ANRH Relizane



Source ANRH Relizane

Figure I .4 : Situation des stations pluviographique et climatologique.

I.4.1 Pluviométrie

La station pluviométrique de Relizane se situe à proximité de la zone d'étude et possède une série d'observations pluviométriques qui semble largement représentative par sa durée et à sa composante pluviométrique. La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant.

Tableau I .02 : pluviométrie moyenne mensuelle en mm

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
P (mm)	14	48	52	62	47	55	42	41	34	12	3	7	417

Source: ANRH Relizane

Interprétation

Ouarizane connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles.

La période pluvieuse de l'année dure 8,9 mois, du 7 septembre au 4 juin, avec une chute de pluie d'au moins 12 millimètres sur une période glissante de 31 jours.

Le mois le plus pluvieux à Mazouna est décembre, avec une chute de pluie moyenne de 62 millimètres.

La période sèche de l'année dure 3,1 mois, du 4 juin au 7 septembre. Le mois le moins pluvieux à Ouarizane est juillet, avec une chute de pluie moyenne de 3 millimètres.

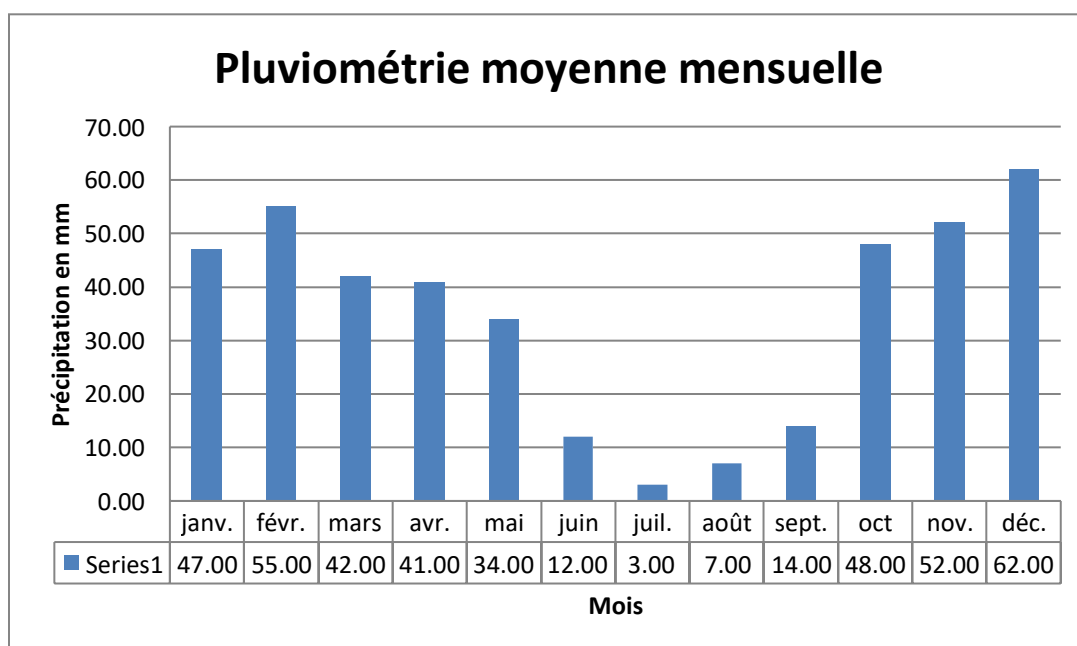


Figure I .5 : Répartition mensuelle moyenne des précipitations .

I.4.2 Température

Dans notre zone . La température est caractérisée par une température sèche et chaude du mois de mai à septembre et par une température relativement humide du mois d'octobre à avril. On a utilisé les relevés climatiques de stations de Relizane gérées par l'ANRH .

Tableau I .03 : Les valeurs de température °C

Moyenne	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	août
température max en C°	29	24	18	14	14	15	17	20	24	29	33	33
Température moy en C°	23	19	13	10	9	10	12	14	18	23	27	27
température min en C°	18	14	9	6	5	6	7	9	13	18	21	21

Source : ANRH Relizane

La moyenne des températures atteinte 27° au mois de juillet et d'Août comme maximum et 9° au mois de janvier, Le maximum absolu est par ailleurs enregistré au mois d'Août avec 33° et le minimum est de 5° au mois de janvier.

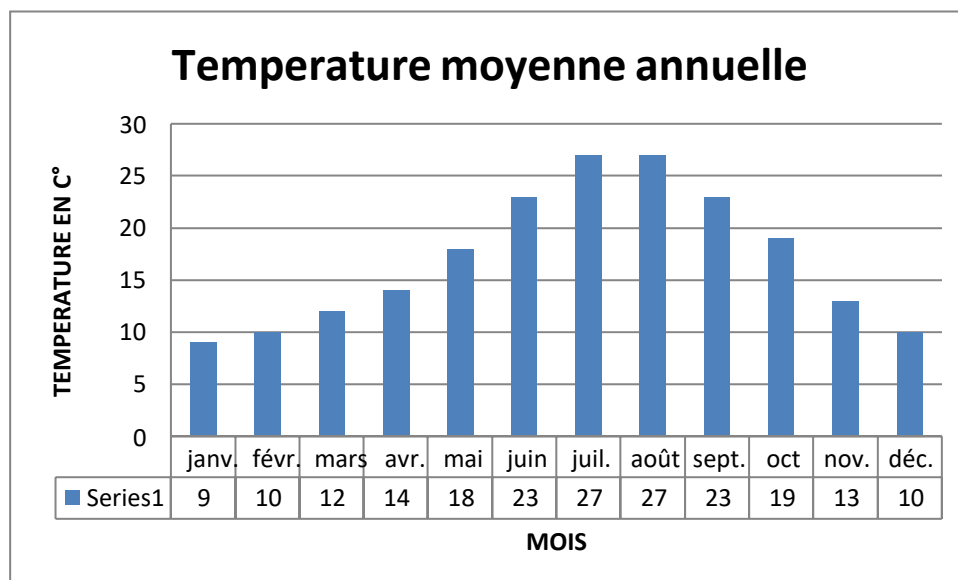


Figure I .6 :: Répartition de la température mensuelle moyenne.

- D'après la figure .nous distinguons deux périodes dans l'année . Les températures sont basses en hiver (décembre, janvier, février) et augmentent d'une façon régulière jusqu'au maximum atteint en juillet et août.

I.4.3 Humidité relative

On enregistre au niveau de cette zone ,une humidité moyenne mensuelle qui se situe aux environs 66,77% . Les données d'humidité relatives de la station de Relizane qui est la plus proche du site sont mentionnées dans le tableau ci –dessous .

Tableau I .04 : Les valeurs de l'humidité relative de l'air.

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JU	AO	moyenne annuel
Humidité Relatif En %	67,2	68,7	69,9	70,7	70,2	68,7	67,7	66,8	66,9	64,2	62,1	64,4	67,3

Source : ANRH Relizane

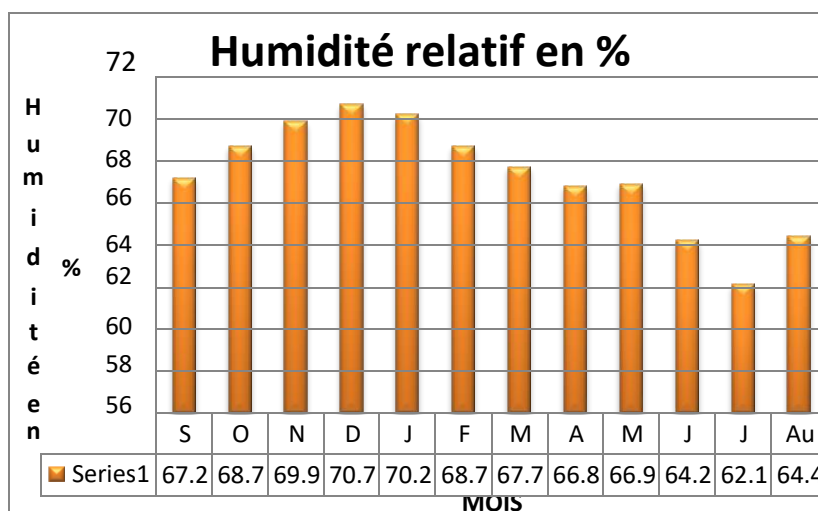


Figure I .7 : Evolution mensuelle de l'Humidité relative de l'air de la station

D'après la figure :

Ouarizane connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue.

La période la plus lourde de l'année dure 3,5 mois, du 21 juin au 5 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 5 % du temps. Le mois ayant le plus grand nombre de jours lourds à Ouarizane est Août, avec 6,2 jours lourds ou plus accablants.

En saison estivale, il y'a moins d' humidité, mais plus humide en saisons pluvieuses en raison des masses d'air très chargées en vapeur d'eau venant précipiter leur tribut de pluie directement sur le relief en montagne. L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée respectivement à environ 67 %. On lit sur l'histogramme que l'humidité relative dans cette zone ne s'abaisse jamais, en toutes saisons, en dessous de 50%.

I. 4.4 Vitesse du Vent

Les vents dominant sont de l'Ouest en hiver et Nord-Est en été. Le vent de sud est toujours sec et chaud .il souffle sur la région du mois de Mai au mois de Septembre. Les valeurs concernant la vitesse du vent sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I .05 : Les valeurs mensuelles moyennes des vitesses du vent.

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JU	AO	moyenne annuel
Km/h	8,3	8,6	8,6	8,6	8,3	10,4	10,1	10,4	10,1	10,4	10,1	9,7	9,5

Source : ANRH Relizane

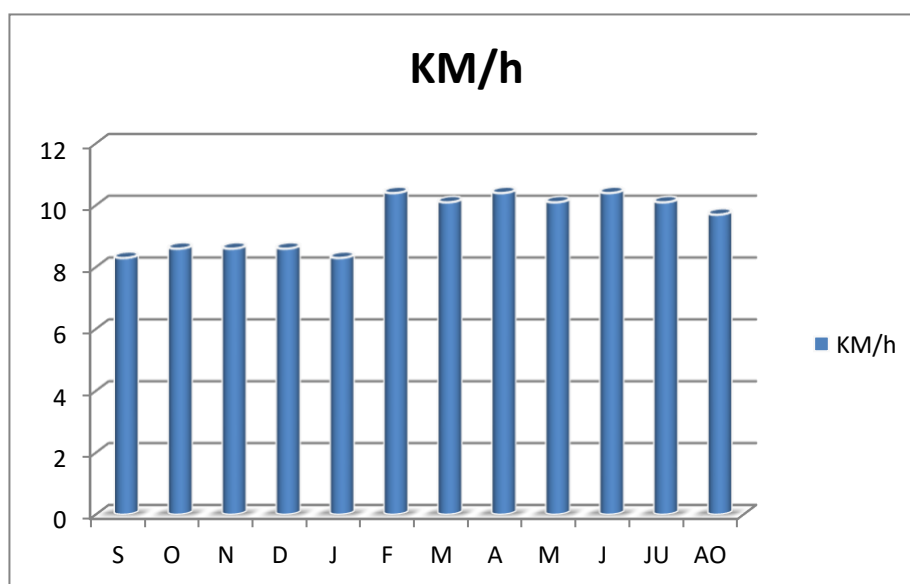


Figure I.8 : Evolution mensuelle du vent de la station

Interprétation

La période la plus venteuse de l'année dure 6 mois, du Février au juillet, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 9.5 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Ouarizane est février, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 10.4 kilomètres par heure. Les vents dominants d'hiver sont les vents d'ouest et nord-est, ils apportent la pluie,

Les vents du Sud Soufflent en été venant de la vallée du Chélif, ils sont très importants en juillet 10.4km/h et sont généralement très chauds. Les vents du Nord-Est sont également fréquents. Leur fréquence maximums est entre avril et juillet.

I.4.5 L'évaporation

Les valeurs d'évaporation mensuelle de cette zone sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau I.06 : Répartition mensuelle de l'évaporation

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Juil	A	An.
ETP mm	150.76	106.95	63.92	47.06	49.22	63.95	97.48	122.75	164.69	196.38	223.91	207.01	1494.09
ETP(%)	10.09	7.16	4.28	3.15	3.29	4.28	6.52	8.22	11.02	13.14	14.99	13.86	

Source : ANRH Relizane

Interprétation

En saison chaude (avril à octobre), les valeurs de l'évaporation mensuelles dépassent fortement celles des précipitations. En saison froide, l'évaporation décroît progressivement mais elle reste importante et ses valeurs dépassent toujours celles des précipitations.

A partir de ces résultats, on peut dire que la zone d'étude est nettement marquée par un déficit en pluie au cours de l'année.

I.4.6 L'ensoleillement

L'analyse de tableau ci-dessous met en valeur l'importance de l'insolation dans la commune d'Ouarizane.

Les valeurs d'ensoleillement sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I .07 : Moyenne mensuelle de l'insolation

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy An
Ensoleillement (heure)	274	236	204	165	168	201	256	270	304	307	332	318	252,8

Source : ONM2018

La quantité d'heures d'insolation dans la région est très élevée .La valeur la plus élevée est celle du mois de juillet (307 heure /jour) .

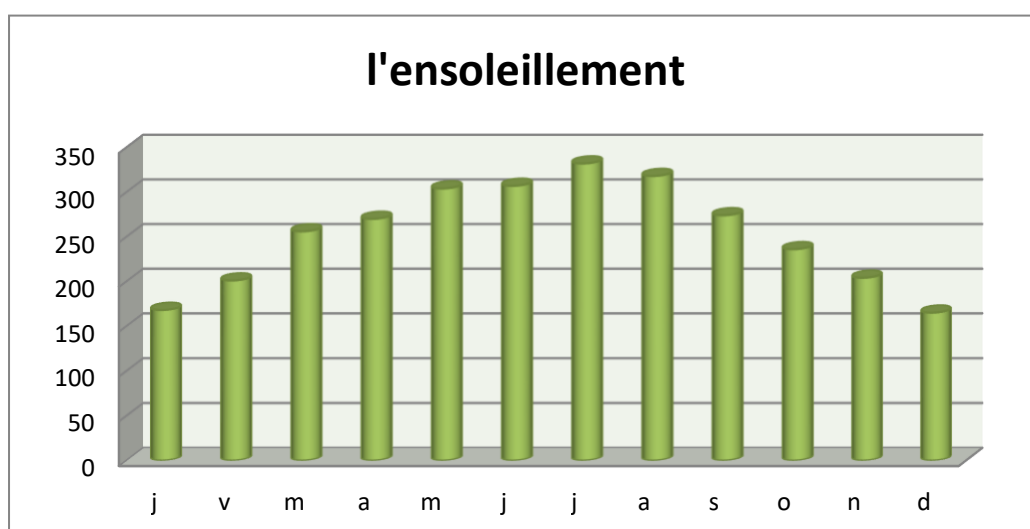


Figure I .9 : Evolution mensuelle de l'insolation moyenne de la station

I.5 Sismicité de la région

La région d'Ouarizane fait partie de la zone sismogène des hauts plateaux. Cette région ayant une activité sismique élevée « Zone IIb » ainsi toute construction est assujettie aux respects des règles parasismiques.

I.6 Classification du climat

I.6.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTON :

En 1925, Emmanuel De Martonne a proposé une formule climatologique permettant le calcul d'un indice dit Indice d'Aridité (I_a). Cet indice est en fonction de la température ($^{\circ}\text{C}$), et des précipitations (mm) et permet de déterminer le type de climat qui caractérise la zone d'étude. Ce paramètre se calcule selon la formule suivante :

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

Avec :

I_a : indice d'aridité.

P : précipitations moyennes annuelles [mm].

T : températures moyennes annuelles [$^{\circ}\text{C}$].

Les valeurs de l'indice permettent déterminer le climat selon le classement suivant :

Tableau I.08 : Classification de climat selon Martonne

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

Source : Badri Dhia Eddine (MFE 2023)

Pour :

P = 417 mm / an

T = 17 $^{\circ}\text{C}$.

On aura :

$$I = \frac{417}{17+10} = 15.4 \dots\dots\dots (I.2)$$

$$10 < I = 15.4 < 20$$

A partir de la formule (I .1) notre climat est sec, donc l'irrigation est souvent indispensable .

I.6.2 Classification du climat selon diagramme d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER s'exprime par la formule suivante

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)}{2}} \cdot 1000 \dots \dots \dots (I.3)$$

Avec :

Q : le coefficient pluviométrique d'EMBERGER .

P : la précipitation moyenne annuelle (mm).

M : la moyenne des températures maximales .

m : la moyenne des températures minimales .

$$M = 22.5 + 273 = 295.5 \text{ K} \dots \dots \dots (I.4)$$

$$m = 12.25 + 273 = 285.25 \text{ K} \dots \dots \dots (I.5)$$

A.N:

Q= 67.

L'indice d'EMBERGER est inversement proportionnel à l'aridité : plus Q est élevé plus le climat est humide.

I.6.3 Classification du climat selon le diagramme de GAUSSEN :

Ce mode de représentation consiste à suivre et comparer mois par mois le rapport entre les précipitations et le température. Les mois sont représentés sur l'axe horizontal, tandis que les précipitations (P) et les températures (T) sont indiquées sur l'axe vertical. ($P=2T$).

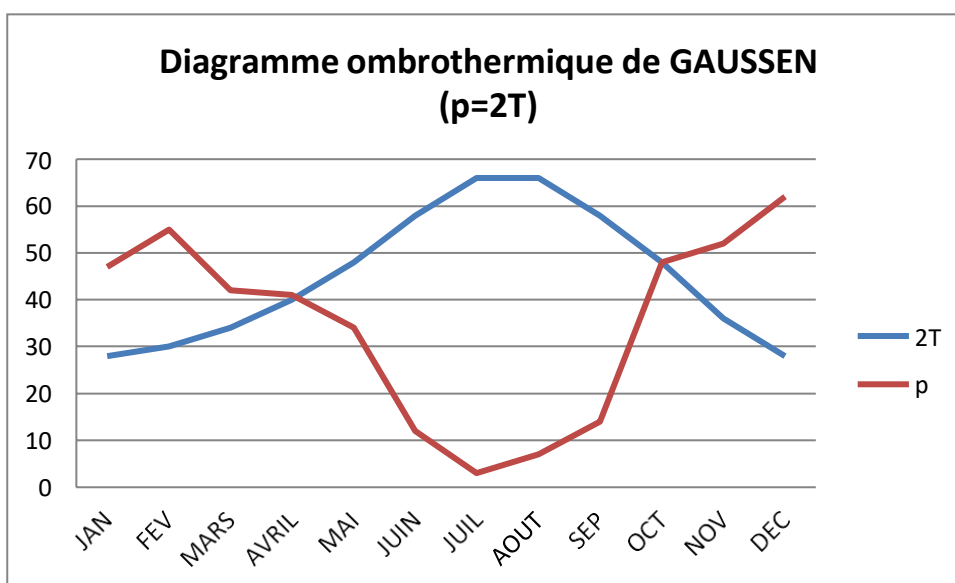


Figure I .10: Diagramme Ombrothermique de Gausсен.

Selon le diagramme de GAUSSEN, une période sèche s'étend sur 5 mois, mettant ainsi en évidence la nécessité d'irrigation pendant cette période.

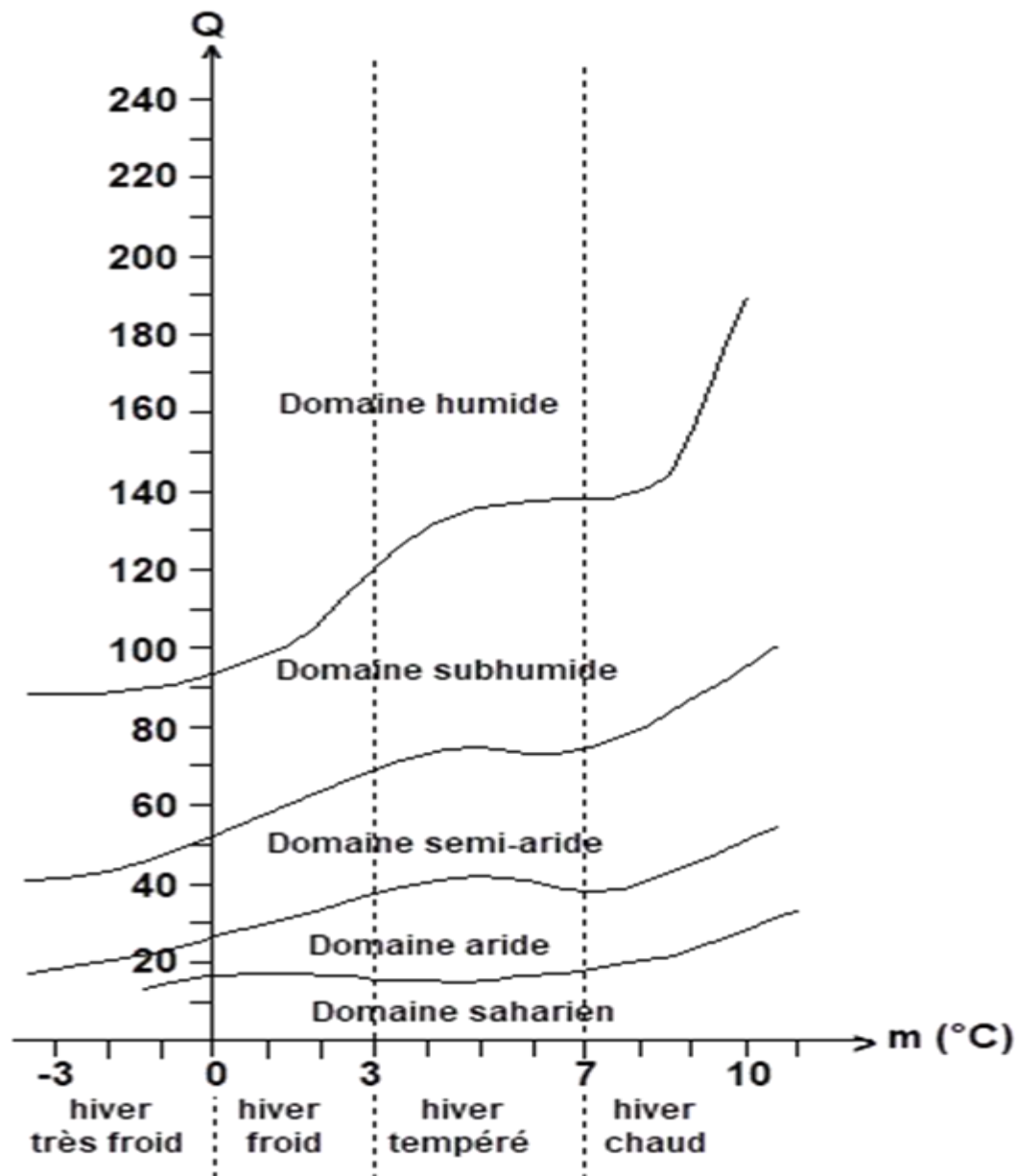


Figure I.11 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger et en se basant sur la température moyenne minimale du mois le plus froid (5°C), Avec :

$Q = 67$. On peut confirmer que notre région se trouve dans :

- l'étage bioclimatique: semi aride.
- Sous étage: Hiver tempéré .

Conclusion

D'après les données climatologiques mesurées à partir de la station de Relizane ,et le calcul de l'indice d'aridité nous avons constaté ce qui suit :

- Le climat de la zone d'étude est de type semi aride
- Une moyenne pluviométrique d'environ 417 mm /an
- La température moyenne annuelles 17°C.

On distingue deux saisons :

- Une saison caractérisée par des températures supérieures à 20 °C de Juin à Septembre
- Une saison où les températures entre 10 °C et 20°C de mai à octobre .

CHAPITRE II:

Ressource en eau et en sol

II. Ressource en eau et en sol

II.1.Introduction

L'analyse des ressources en sol est une étape essentielle préalable à toute opération de mise en valeur car cela permettra la détermination de la répartition spatiale des sols et connaître des aptitudes culturales en irrigué. Ce chapitre vise à analyser les disponibilités en sols et en ressources en eau dans le cadre de l'aménagement hydrologique de notre zone d'étude.

II.2 Ressource en sol

II.2.1 Descriptions des sols

II.2.1.1 Le matériau parental « texture » :

Les sols de la zone d'étude sont développés sur des roches mères calcaires dolomitiques, grès calcaires du villafranchien, marnes contenant des argiles bleues et blanchâtres et sur des alluvions et colluvions provenant de ces matériaux originels.

D'après la prospection pédologique effectuée en date du 02/12/2021, nous avons constaté que la majorité des sols situés aux alentours de la STEP de Mazouna et sur les versants jusqu'au site de la sablière d'Ouarizane sont des sols lourds à caractère vertique et halomorphe car ils sont développés sur un matériel parental marneux.

Le long d'oued Ouarizane et sur les terrasses alluviales (Lit majeurs). Ces zones sont caractérisées par la présence des sols peu évolués d'apports alluviaux modaux et des sols peu évolués d'apport collu-alluviales.

A l'amont d'Ouarizane à proximité d'Ouledkheira, cette zone est soumise au phénomène d'arénisation d'où la présence des sols à dominance sablo-limoneux. D'après le matériau parental la zone d'étude est caractérisée par trois grandes unités cartographiques constituées par trois types de sols :

- La classe des sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial : sont caractérisés par une texture équilibrée dans l'horizon de surface (Ap) et à partir du deuxième horizon la texture prend la dominance d'un taux d'argile important (texture Argilo-limoneuse)
- La classe des sols calcimagnésiques à caractère halomorphe : ce sont des sols caractérisés par des textures équilibrées en surface et limono-argileuse en horizon sous-jacents de l'horizon Ap.

- La classe des sols vertique à caractère halomophe : ce sont des sols exposés au phénomène de dessiccation pendant la période sèche (été) d'où la présence des fentes de retraits importantes en surface du sol. Les fentes de retrait citées ci-dessus disparaîtront pendant la période d'humectation (Hiver). Les sols vertiques sont caractérisés par une texture lourde à dominance d'argile.

II.2.1.2 La structure

Dans certains horizons supérieurs de parcelles labourées se dessine une structure polyédrique sub-anguleuse, peu nette, fragile. Elle s'identifie par endroit à la structure grumeleuse grossière. Dans les horizons inférieurs des sols décrits la structure est souvent polyédrique moyenne. Les arêtes des polyèdres ne sont pas émorissées. Dans les sols à texture fine où la compacité augmente, la structure est massive. Il y a formation de prisme. Ce phénomène se rencontre surtout en aval et à la bordure de l'oued Ouarizane.

II.2.1.3 Le calcaire total et actif

Tous les sols sont riches en calcaire, celui-ci est hérité du matériau parental à dominance calcaire. La teneur en calcaire varie avec la texture. Le taux de calcaire total pour les textures fines varie entre 28 – 30%, et pour les textures fines à moyenne le taux se retrograde en oscillant entre 18 -24%. Le taux de calcaire actif augmente comme celui du calcaire total avec des granulométries de plus en plus fines.

II .2.2Le profil pédologique

Les caractéristiques du profil du sol sont définies par différents paramètres. La classe texturale, qui reflète la répartition relative des différentes tailles de particules dans le sol.

Dans la zone d'étude, le profil du sol de surface est caractérisé par une texture variant de argilo-limoneuse à limono-argileuse. Le pH se situe dans la plage de 7.6 à 8 avec des valeurs de conductivité électrique inférieure à 4mmhos /cm.

II.2.2.1 Choix des aptitudes culturales

L'analyse des différents paramètres physico-chimique des profils pédologiques effectués, nous a conduits à définir les aptitudes culturales des sols des zones délimitées pour l'irrigation à partir des eaux traitées de la STEP de Mazouna.

❖ Les aptitudes culturales des sols peu évolués

a) Aptitudes des sols peu évolués aux cultures maraichères :

sols de profondeur entre 50 à 120 cm, texture équilibrée à moyenne en surface, conductivité électrique inférieur à 2 mmhos/cm , charge en éléments grossiers inférieur 10 %, hydromorphie très faible.

Aptitude bonne pour toutes les cultures : Artichaut, tomate, oignon, pomme de terre ; carotte, navet, chou-fleur, chou pommé, épinard, laitue, ail, aubergine, pastèque, melon, piment poivron, haricot, concombre, et pois.

b) Aptitudes des sols peu évolués aux cultures céréalières et fourragères :

sols de profondeur supérieure à 120 cm, texture équilibrée à moyenne ou fine, conductivité électrique < à 2 mmhos/cm, charge en éléments grossiers < 10 %, calcaire actif < 25 % , hydromorphie très faible .

Aptitude bonne pour les cultures : bersim, sorgho, fétuque, vesce avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre et orge.

c) Aptitudes des sols peu évolués aux cultures arbustives :

sols de profondeur supérieure à 120cm, texture fine, conductivité électrique < à 2mmhos/cm, charge en éléments grossiers < 10 %, calcaire actif 7 % < CA < 25%, hydromorphie très faible .

Aptitude bonne pour : Agrumes, pêcher sur franc amandier sur pêcher, pêcher sur amandier – abricotier sur amandier – amandier sur franc, abricotier sur franc, abricotier sur prunier, olivier, figuier et grenadier.

❖ Les aptitudes culturales du sol vertique et halomorphe

a) Aptitudes des sols aux cultures maraichères :

Sols de profondeur entre 1.20 cm, texture grossière, conductivité électrique supérieur à 4 mmhos/cm, charge en éléments grossiers inférieur 30 %, hydromorphie faible .

Aptitude bonne pour toutes les cultures : Artichaut, pomme de terre, épinard, laitue et haricot.

b) Aptitudes des sols aux cultures céréalières et fourragères :

Sols de profondeur supérieure à 1.20cm, texture grossière ou fine, conductivité électrique supérieure à 4 mmhos/cm , charge en éléments grossiers < 30 %, calcaire actif < 25 % , hydromorphie faible

Aptitude bonne pour les cultures : Luzerne, bersim, vesce avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre et orge.

c) Aptitudes des sols aux cultures arbustives :

Sols de profondeur supérieure à 120cm, texture grossière et fine, conductivité électrique supérieure à 4 mmhos/cm, charge en éléments grossiers < 30 %, calcaire actif < 12 %, hydromorphie faible.

Aptitude bonne pour les cultures: olivier et figuier .

II.2.3 Travaux d'aménagement et de mise en valeur des sols peu évolués vertique :

Les travaux d'aménagement nécessaire, à la mise en cultures des terres des aires d'irrigation sont liés à certaines conditions à respecter, à savoir :

a) Le choix du mode d'irrigation :

Le mode d'irrigation est lié étroitement au relief du périmètre et à la nature du sol. Généralement les sols sont dominés par une texture argilo-limoneuse à limono-argileuse surtout les sols peu évolués à caractères vertique qui sont situés le long d'Oued Ouarizane. L'irrigation des cultures doit être continue pour lutter contre les fentes de retraits. Nous recommandons d'éviter l'excès des eaux d'irrigation dans les sols vertiques dont le but pour éviter le phénomène d'eutrophisation.

Le contrôle de la dose de l'azote et le phosphore dans le sol et l'eau traitée est important pour lutter contre le phénomène d'eutrophisation.

b) Labour profond:

Ces opérations sont d'un grand intérêt pour les sols de texture fine, afin d'augmenter leur perméabilité, la pénétration des racines et homogénéiser les sols. De plus des cultures de sidération enrichiraient le sol en matière organique, et pourraient améliorer la structure des sols (pouvant coïncider avec l'opération de lessivage). Vu que les sols sont caractérisés par un phénomène important présentant des contraintes pour le développement des cultures humectation (Gonflement) .

c) Amendements :

Du moment que ces sols seront irrigués à partir des eaux traitées épurées l'amendement n'est pas nécessaire ou à éviter de préférence car les eaux d'irrigation sont riches en éléments fertilisant.

II.3 Ressource en eau

La Quantité et la qualité des eaux sont des critères fondamentaux pour la mise en place d'une culture. Actuellement les périmètres de la zone d'étude de Mazouna et OuledKheira sont dépourvus de forages .La zone d'étude compte un seul (01) forages et 60 puits ,dont le débit est faible. Le déficit en eau sera très élevé si on tient compte des surfaces potentiellement irrigables.Ce déficit est remarquable lors des périodes estivales ou les besoins en eau des cultures sont important.Donc, il est nécessaire de trouver d'autre source pour combler ce déficit hydrique enirrigation, telle que la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation.

Le périmètre d'irrigationestsitué à Ouarizane au Sud Est de la STEP de Mazouna à une distance de 8 km de la STEP .

II.3.1 LOCALISATION DE LA STEP

Le site de la STEP est situé au Sud-Est de la commune de Mazouna distant de 1100 ml de la route reliant au centre ville de Mazouna et Bouhalloufa.

Elle est délimitée :

- A l'Est : Oued bouhalloufa,
- Au Nord par l'agglomération de Bouhalloufa, et Mazouna.
- A l'Ouest par le massif montagneux et douar Kouacem.
- Au sud- Ouest par Koudi et Zemmoura et Ouledkheira.

Elle est implantée sur un site dite Ain Beza à proximité d'un Massif montagneux.

Elle est actuellement opérationnelle érigée au service régionale de L'ONA de Chelif.

Les points cardinaux en UTM limitant le site de la STEP sont :



Figure II .01 : Localisation de la STEP de Mazouna
Source : ONA Mazouna

II.3.2 L'ORIGINE DES EFFLUENTS A TRAITER

La station d'épuration de la commune de MAZOUNA traite toutes les eaux usées des localités de Mazouna , et El Guettar . Le réseau d'assainissement des communes est du type unitaire composé de cinq rejets d'eau d'origine domestique qui déversent au niveau de la STEP de Mazouna.

II.3.2.1 Capacité de traitement

La station d'épuration de Mazouna a été dimensionnée selon l'horizon 2030 dont la capacité de traitement est de l'ordre de 5 380 m³/j à l'entrée de la STEP .

Tableau II .01 : Capacité de traitements

Volume de traitement	Capacité de traitement actuelle (2021)	Capacité de traitement à l'horizon (2030)
Volume journalier maximum à l'entrée de la STEP m ³ /j	3 628	5 380
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m ³ /j	3 447	5 111
Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m ³ /an	1 258 155	1 865 515

Volume journalier maximum à la sortie de la STEP (épurée) en m ³ durant un cycle végétatif de 08 mois	838 770,00	1 243 677.00
Superficie opté pour l'irrigation en ha durant un cycle végétatif de 08 mois	100	

Source :ONAMazouna

- ❖ Le volume maximal des eaux épurées rejetées à Oued Ouarizane est de l'ordre 3447 m³/j enregistré au mois d'Avril 2021 (source : ONA Mazouna).
- ❖ Le rendement d'épuration quantitatif est de l'ordre de 95%.
- ❖ Le volume des eaux épurées à l'horizon d'étude est de l'ordre de 5111 m³/j.
- ❖ Actuellement le volume traité satisfera à irriguer 100 ha.
- ❖ Les besoins annuel moyen des cultures par ha 6000 à 7000 m³/ha.

II.3.2.2 Qualité des eaux de la station d'épuration de Mazouna

L'utilisation d'eaux usées non traitées pour l'irrigation peut poser divers problèmes mais il est important de noter que chaque eau usée a ses propres caractéristiques. Dans le cadre de notre projet d'irrigation, nous avons effectué une comparaison entre les eaux usées provenant de la station d'épuration et les normes établies par l'Organisation Mondiale de la santé

(OMS) .comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau .II .02 : Les normes d'OMS pour les eaux épurées .

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
Ph	6 ,5-8,5
DBO5	<30 mg /l
DCO	<90 mg/l
MES	<20mg/l
NO2	1mg/l
NO3	<1mg/l
Température	< 30mg/l
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

Tableau .II .03 : Les résultats des analyses physico-chimiques à la sortie de la step de Mazouna.

Paramètres	Unité	Résultat
Températures	°C	26,02
Ph	UPh	8,26
Conductivité	µs/cm	2,67

MES	mg/l	35
DBO	mg/l	37
DCO	mg/l	124.8
PPO4(phosphore)	mg/l	7.5
Azote nitrique	mg/l	5.48
Nitrite	mg/l	18
Ammonium	mg/l	8.16

Source: ONA Mazouna

D'après les analyses des eaux épurées de la STEP de Mazouna, nous remarquons :

- 1- Matière en Suspension (MES) : La concentration de matière en suspension (MES) est d'environ 12,60 mg/l, ce qui la rend adaptée à l'irrigation .
- 2- Les valeurs de la température et Ph et la conductivité sont conforme aux normes .
- 3- Azote : L'azote se présente sous forme d'ammoniac (NH₄) à une concentration d'environ 0,14 mg/l, ce qui est conforme aux normes.

En résumé, les analyses montrent que la STEP de Mazouna répond globalement aux normes, adaptée à l'irrigation et à une éventuelle réutilisation.

Les stations d'épuration des Eaux Usées (STEP) : Gardiennes de l'Équilibre Environnemental

Les stations d'épuration jouent un rôle crucial dans le traitement des eaux usées pour protéger l'environnement et la santé publique . Leur impact peut être analysé sous plusieurs angles :

- Réduction de la pollution .
- Préservation des écosystèmes aquatiques.
- Récupération et réutilisation de l'eau pour des usages agricoles ,industriels.
- Prévention des maladies.

II.3.2.3 Caractéristiques des STEP

1-Traitement primaire : Le prétraitement

Il comprend :

- Station de relevage .
- Un ouvrage de réception .
- Un prétraitement (deux dégrilleurs grossier, et fin automatiques et deux ouvrages de dégraisseur– dessableur combinées) .

2-Traitement secondaire (traitement biologique)

L'installation comprend :

- **Zone de contact (ouvrage annexe) :** La première étape du traitement biologique est la zone de contact dont il est situé à l'amont immédiat du bassin d'aération.
- **Bassin d'oxydation :** C'est un bassin de forme rectangulaire relativement profond en béton armé dans lequel, l'oxygénation est réalisée par des aérateurs mécaniques ou diffuseurs. Ce bassin est muni d'un dégazeur pour permettre à l'eau à épurer de se débarrasser des gaz avant le passage vers le décanteur.
- **Bassin de clarification (clarificateur) :** Le clarificateur cylindro-conique assure la séparation boues biologiques/ eau épurée. Le mélange est admis dans une jupe appelée Clifford. L'eau épurée est évacuée par surverse, les boues sont récupérées sur le radier où une pente est aménagée pour faciliter leur reprise.
- **Puits à boue :** En sortie du clarificateur, les boues seront orientées vers le puits à boue. Ce puits sera équipé de plusieurs pompes de recirculation des boues, régulées par le débit d'entrée de la station pour atteindre $R = 100\%$. A partir de ce puits, une quantité de boue bien définie sera orientée vers le bassin d'oxydation en passant par la zone de contact et l'autre quantité vers l'épaississeur.
- **Epaississeur :** Cette étape est obligatoire quelle que soit la destination finale des boues, elle est réalisée dans des épaississeurs. Une partie des boues qui proviennent de la fosse à boue ne peuvent pas être réutilisées ou rejetées, elles nécessitent une stabilisation avant leur rejet. Pour diminuer leur volume et éviter de sur-dimensionner les lits de séchage, les boues doivent être épaissies.
- **Déshydratation mécanique des boues :** La déshydratation constitue la seconde étape de la réduction du volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues concentrées qui proviennent de l'épaississeur.
- **Bassin de désinfection :** C'est un bassin en béton de forme rectangulaire, conçu en chicanes, son rôle est d'abattre la charge bactérienne (les germes pathogènes, parasites, œufs de parasites et à un degré moindre les virus) par injection d'un désinfectant.

II.3.2.4 Qualité des eaux d'irrigation

La détermination de la quantité d'eau disponible à l'irrigation doit prendre en compte la qualité pour pouvoir déterminer les besoins exacts des cultures. Les qualités de l'eau sont différenciées selon les critères suivants :

- Taux de salinité (conductivité).
- Taux de sodicité.

➤ La salinité:

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle, dans la perspective d'un projet d'irrigation, est sa concentration totale en sels solubles dans l'eau traitée.

Tableau.II .04 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'irrigation.

Éléments	Résultat(mg/l)
Ca ²⁺	655
Mg ²⁺	95
Na ⁺	170

STEP MAZOUNA

➤ **La conductivité électrique****Tableau .II .05** :Classification des eaux selon la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible de salinité	Pour toutes les cultures.
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen de salinité.	Pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé de salinité.	Ne convient qu'au des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé de salinité.	Eau difficilement utilisable.

BADRI DHIAE EDDINE (MFE 2023)

D'après les résultats : on a la conductivité électrique = 2,67 microhms.

➤ **Le coefficient d'adsorption S.A.R**

Plus une eau est riche en sodium (Na^+) plus elle provoque une dispersion des argiles, ce qui est appelé aussi une défloculation. Ce phénomène entraîne une mauvaise structure du sol et par conséquent une diminution de la vitesse de circulation de l'eau.

❖ **Mesure du SAR : (Sodium Adsorption Ratio)**

Le taux de sodium adsorbé est calculé à partir des cations suivants. Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} en (méq/l).

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

II.1

Avec : Na^+ : Sodium dans la solution du sol en (méq/l) .

Ca^{++} : Calcium dans la solution du sol en (méq/l) .

Mg^{++} : Magnésium dans la solution du sol en (méq/l).

Tableau.II .06 : Classification des eaux en fonction du SAR.

Classes	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé

S4	SAR>26	Risque très élevé
----	--------	-------------------

BADRI DHIAE EDDINE(MFE 2023)

Dans notre cas: $SAR = \frac{170}{\sqrt{\frac{655+95}{2}}} = 8.78$

Interprétation

A partir de ces résultats on peut dire que

Le SAR a une valeur dans la classe S2 par rapport au diagramme de classification du SAR. On a un risque moyen de sodicité.

La conductivité électrique est dans la classe C4 donc c'est une eau à salinité très élevée. Son utilisation nécessite obligatoirement un lessivage pour le maintien de l'équilibre salin stable . .

La classe de cette eau est donc C4S2

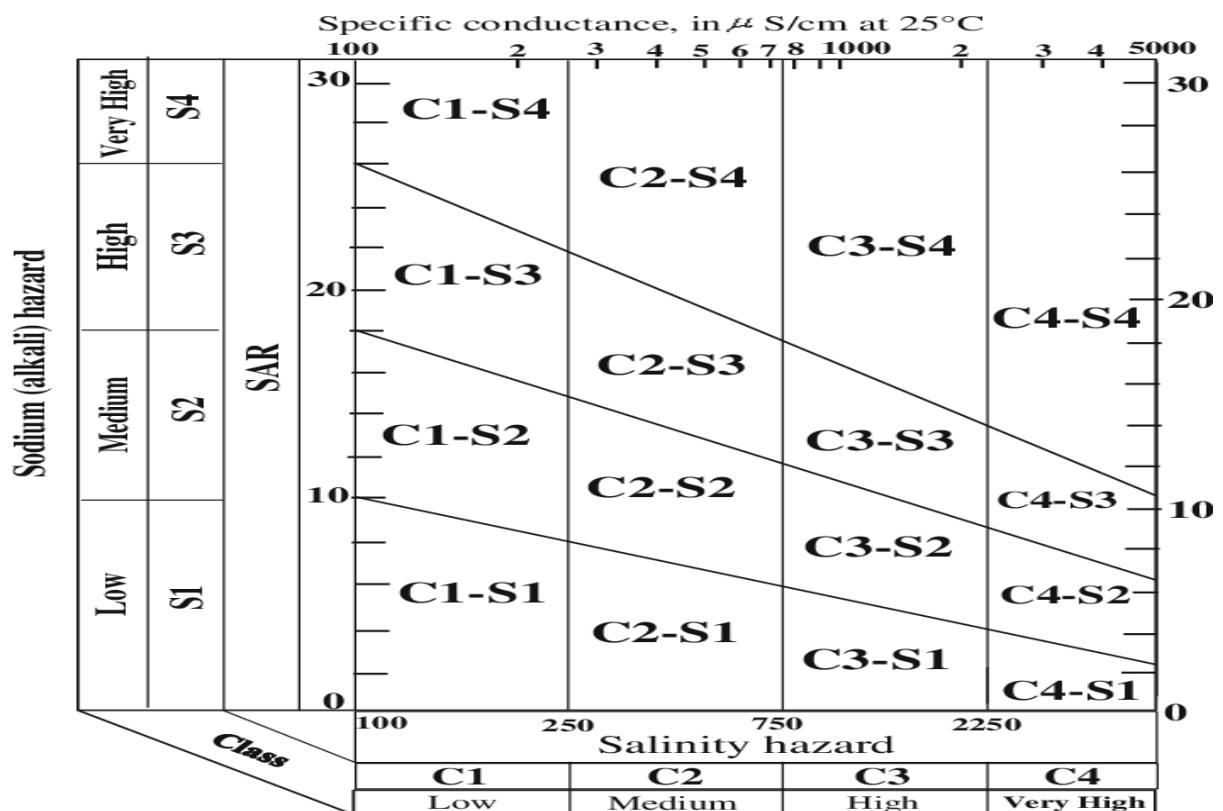


Figure .II .02 : Diagramme de la classification des eaux d'irrigation de l'USSR(1954)

Conclusion

L'étude de la zone d'Ouarizane pour leur développement par l'irrigation à partir d'une station d'épuration montre que les eaux traitées présentent des caractéristiques spécifiques .ces caractéristiques se relèvent parfaitement adaptées à notre projet .

Chapitre III

Besoins en eau des cultures

III. Besoins en eau des cultures

III.1 Introduction

La détermination des besoins en eau d'une zone est un élément essentiel dans la planification de tout projet d'aménagement hydro-agricole. Dans ce chapitre, nous allons évaluer de le volume global requis pour l'irrigation des cultures, en prenant en considération divers facteurs tels que les conditions climatiques, les caractéristiques du sol, et la qualité de l'eau d'irrigation.

III.2 Besoins en eau des cultures

Le concept des besoins en eau des cultures consiste à fournir aux plantes la quantité d'eau appropriée à des intervalles stratégiques pour garantir des niveaux d'humidité optimaux, facilitant ainsi une production agricole optimale. Essentiellement, cela implique de calculer les quantités précises d'eau nécessaires pour maintenir les plantes dans des conditions idéales d'humidité, ce qui aboutit finalement au rendement agricole le plus élevé possible.

III.2.1 Evaluation des besoins en eau d'une culture

Afin de calculer la quantité d'eau nécessaire pour une culture spécifique, il est crucial de prendre en compte divers facteurs, notamment ceux liés à la plante, au climat et aux conditions du sol de la région. Cet engagement nécessite de rassembler des informations complètes dans les domaines suivantes :

- **Données Climatiques** : Elles englobent des éléments tels que la pluviométrie, l'humidité relative, la température et l'ensoleillement, qui influencent directement la demande en eau de la culture.
- **Paramètres Pédologiques** : La réserve d'eau du sol et son accessibilité aux plantes sont déterminées par des facteurs tels que la texture du sol, la profondeur du profil des racines, la capacité de rétention d'eau et la perméabilité.
- **Données Culturelles** : Cela inclut des informations sur les caractéristiques de la culture, telles que son type, son stade de croissance, et ses besoins nutritionnels. Ces données indiquent la quantité d'eau facilement accessible à la plante .

III.3 Etude Hydrologique

L'analyse hydrologique joue un rôle crucial dans nos projets d'irrigation et de drainage, car elle permet une évaluation détaillée des précipitations en fonction de leur fréquence. Cette approche rigoureuse est fondamentale pour notre projet d'aménagement hydro-agricole, car elle offre une compréhension approfondie des régimes pluviométriques, facilitant ainsi l'élaboration de stratégies efficaces pour la gestion de l'eau. Une évaluation précise des précipitations est essentielle pour assurer une disponibilité continue en eau, élément clé du succès de nos activités agricoles à long terme.

III.3.1 Choix de la station pluviométrique

Le choix des stations pluviométriques pour estimer les précipitations dans le bassin versant a été réalisé en fonction de deux critères principaux : leur emplacement géographique et la durée d'observation disponible pour chacune. Ces critères visent à garantir une représentation fidèle des conditions pluviométriques dans la zone d'étude.

L'emplacement géographique des stations est particulièrement important, car il permet de couvrir efficacement l'ensemble du bassin versant et de capturer les variations spatiales des précipitations. Il est crucial de sélectionner des stations réparties de manière stratégique afin d'obtenir une vue d'ensemble complète des conditions pluviométriques dans la région.

III.3.2 Etude des pluies moyennes annuelles

Nous possédons un ensemble de données sur les précipitations mensuelles couvrant la période allant de 1992 à 2020 . Ces données sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.1 : Les relevés des précipitations en (mm) de la station de Relizane sur une période d'observation (1992 -2020).

Années	sept	Oct	Nov	Dec	jan	Fev	mar s	avril	Mai	jui n	juil	Ao ut	P (mm)annu ell
1992	0	1	40.2	15.8	12.1	35.8	2.5	51.4	38.1	0	4.1	0	200.8
1993	24	32	46	30.9	32.1	35.8	22.5	51.4	35	0	0	0.9	310.6
1994	0	12.8	32.3	10.7	12.6	25.3	0.2	6.1	7.4	0	0	0	107.5
1995	9.3	38.4	31	11.6	72.5	7.8	36.5	10.4	13.6	4.2	0	21	256.3
1996	29.6	33.6	40.1	45.1	61.8	111	74.1	32.1	30.3	3	9.3	2	472.8
1997	48.1	29.6	9.3	24.3	74.3	2.9	1	149. 4	23.8	0	0	18	380.1
1998	25.1	31.8	145. 9	20.8	13	22.4	6.8	56.2	88.7	0.4	0	0	411.1
1999	24.9	16.7	11.4	22	76.7	48.9	48.3	2.5	0	0	0	0.3	251.7
2000	31.8	15	40.6	73.2	6.7	0	7.5	21.3	3.6	0	0	0	199.7
2001	13.8	107	95.5	30.8	77.3	19.7	1.8	43.8	15.5	0	0	0	405.9
2002	18.2	2.1	100. 9	29.8	26.4	7.8	49.8	61.1	27	0	0	0.5	323.7
2003	0	22.9	59.1	37.1	93.4	61.6	11.6	38.6	31.6	0	1.1	0	357
2004	20.5	50.8	88.4	44.6	30.2	62.1	11.8	31.2	85	14. 2	0	0	438.8
2005	0	39.8	33.9	78.6	12.3	88.4	24.6	4.5	0	0	0	0	282.1
2006	34.9	32.5	63.2	74.7	40.3	77.6	23.7	7.5	79.9	1.9	0	0.7	436.9
2007	17.5	0	0	109	33.6	55.9	49.1	70.4	12.7	0	0	0	348.8
2008	43.2	48.5	52.8	23	26.1	22.1	47	15.8	58.7	7	6.9	0	354.3
2009	0	27	80.5	95.1	76.5	22.3	51.4	78.1	11.8	6.2	0	3	451.9
2010	37.2	12.7	52.8	77.6	44.8	142	57.4	21.2	18.4	0	0	48	513.1

2011	17.7	64.8	66.6	48.5	92.4	92	18.3	73.6	91.8	16	0	0	582
2012	1.4	22.6	116	19.9	25.8	90.3	35.4	107	5.9	0	0	2.9	428.7
2013	1.3	35.5	105	11.7	72.9	83.9	44.2	70	30	15.2	0	0.51	471.01
2014	0	22.8	32.1	65.6	33.4	70.2	49	20	46.4	32.6	0	0	372.10
2015	19.1	24.8	35	70.4	35	54.8	48.4	60.4	14	0	0	1	362.4
2016	33	55	71	33.5	60.3	11	18	33	12.7	0	0	0.2	327.7
2017	1.6	2.1	71.1	44.3	205	5.1	30.7	0	0	39	0	0	399.2
2018	21.7	61.1	34.8	61.7	33.6	67.3	124	89.2	30.1	52	0	0	575.8
2019	46.2	59	103.	33.1	62.8	11.4	18.6	38.7	0	0	0	0	373.1
2020	0	22.7	59.9	36.1	90.4	63.5	12.7	39.2	31.6	0	1.1	0	357.2

(Source : ANRHRelizane)

- Les données du tableau révèlent une répartition des précipitations marquée par une irrégularité significative et une variabilité mensuelle notable sur la période de 1992 à 2020. Les précipitations sont particulièrement insuffisantes durant les mois de juin, juillet et août, tandis qu'elles atteignent des niveaux moyens au printemps et des valeurs relativement élevées en hiver. Cette variabilité dans les précipitations peut avoir des répercussions importantes sur la gestion de l'eau et l'irrigation dans la région étudiée. Il est donc essentiel de planifier et d'allouer les ressources en eau de manière efficace pour répondre aux besoins des cultures tout au long de l'année.

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

Le test de Wilcoxon est un outil dans l'analyse de données pluviométriques pour déterminer l'homogénéité de la série. Pour ce faire il suit un processus comprenant les étapes suivantes :

- 1- La série pluviométrique complète est divisée en deux sous séries, X et Y.
- 2- Une série combinée, notée X U Y, est ensuite formée en classant les données pluviométriques de manière croissante. Chaque valeur de cette série ordonnée est ensuite attribuée à la sous-série correspondante, X ou Y, selon son rang.
- 3- Selon les travaux de Wilcoxon, la série est considérée homogène avec une probabilité de 95 %, conformément à l'étude de Touaibia (2004), si une relation spécifique est vérifiée.

Ce test sert à évaluer si la série pluviométrique présente une homogénéité statistiquement significative. Cela revêt une importance capitale pour évaluer la stabilité des régimes de précipitations dans la région d'étude et pour prendre des décisions éclairées en matière de gestion de l'eau.

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \dots \dots \dots I.1$$

Avec :

- **W_x** : Somme des rangs de sous –séries .
- **W min** $= \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96(n * m \left(\frac{n+m+1}{12}\right)^{1/2})$ **I.2**
- **Wmax** $= \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96(n * m \left(\frac{n+m+1}{12}\right)^{1/2})$ **I.3**

Les résultats du test de Wilcoxon sont exposés de la manière suivante :

Tableau III.2 : Tableau présentant le test de Wilcoxon

X	Y	XUY	séried'origine	Rang
200.8	348.8	107.5	X	1
310.6	354.3	199.7	X	2
107.5	451.9	200.8	X	3
256.3	513.1	251.8	X	4
472.9	582	256.3	X	5
380.1	428.7	282.1	X	6
411.1	471.01	310.6	X	7
251.8	372.16	323.7	X	8
199.7	362.9	327.7	X	9
405.9	327.7	348.8	Y	10
323.7	399.2	354.3	Y	11
357	575.8	357	X	12
438.8	373.1	357.2	X	13
282.1		362.9	Y	14
436.9		372.16	Y	15
357.2		373.1	Y	16
		380.1	X	17
		399.2	Y	18
		405.9	X	19
		411.1	X	20
		428.7	Y	21
		436.9	X	22
		438.8	X	23
		451.9	Y	24
		471.01	Y	25
		472.9	X	26
		513.1	Y	27
		575.8	Y	28
		582	Y	29

Selon le tableau :

n = 16

m= 13

Wmin 195.31

Wmax =**284.7**

W_x = 197

Donc: $195.31 < W_x < 284.7$

La condition de M. Wilcoxon est satisfaite, ce qui signifie que la série est homogène.

III.3.3.1 L'ajustement statistique des pluies par le logiciel HYFRAN

L'ajustement de la série des pluies est fait à l'aide du logiciel HYFRAN. Ce dernier permet d'ajuster différentes lois statistiques un échantillon d'observations indépendantes et identiquement distribuées avec une comparaison des graphes des droites de régression obtenues par les trois lois d'ajustement. Les caractéristiques des échantillons, les tests d'adéquation des lois ainsi que l'homogénéité sont déduits directement du logiciel.

Le logiciel HYFRAN sert à adapter des fonctions de distribution et contient une série d'outils flexibles, puissants et faciles à utiliser. Il convient à l'analyse statistique de séries de mesures, en particulier d'événements extrêmes. Il a été développé par l'Institut de recherche scientifique – Eau (INRS) de l'Université de Québec en collaboration avec Hydro-Québec et le Conseil de la recherche pour les sciences naturelles et les sciences de l'ingénieur du Canada. (SPREAFICO. M, 2003).

III.3.4 Choix de la loi d'ajustement

Il est possible d'ajuster les données de pluviométrie en fonction de différentes lois statistiques. Cependant, pour notre projet, nous avons opté pour celle qui offre le meilleur ajustement. La loi la plus fréquemment utilisée pour ajuster la précipitation annuelle est la Loi normale. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel HYFRAN.

III.3.4.1 Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gauss ou loi normale

Une variable est dite suivre une distribution normale lorsque sa fonction de répartition adopte la forme suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots \dots \dots \text{I.4}$$

- u représente la variable réduite de Gauss, et elle est définie par :

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \dots \dots \dots \text{I.5}$$

Le processus d'ajustement comprend les étapes suivantes :

1. Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
2. Assigner un rang à chaque valeur triée.
3. Déterminer la fréquence expérimentale.
4. Calculer la variable réduite de Gauss, u .

5. Calculer les caractéristiques empiriques de la distribution, comme la moyenne arithmétique $\bar{x}$, la variance σ , le coefficient de variation Cv, et le coefficient d'asymétrie Cs.

6. Traçage la droite de Henry sur un graphique de probabilité gaussienne, Avec :

L'équation de la droite de Henry est : $x_p\% = \bar{x} + u_p\%$ I.6

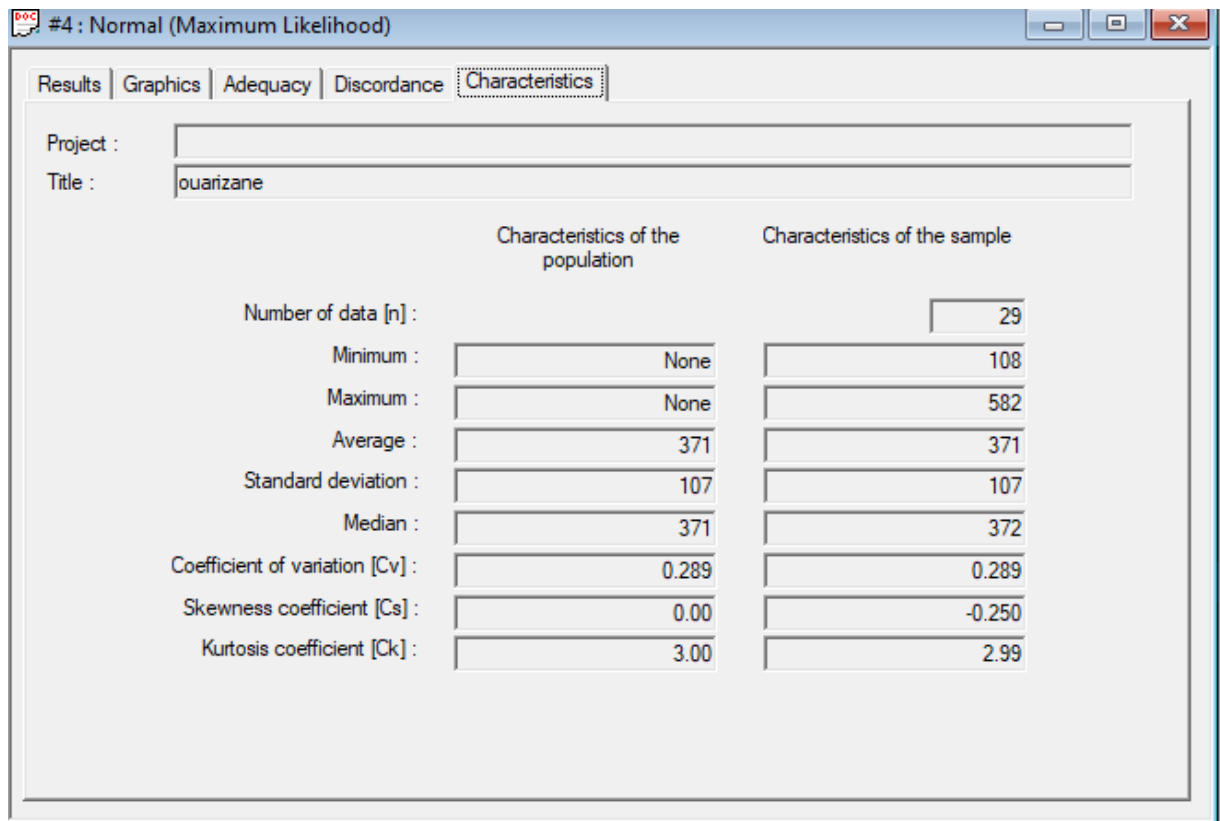


Figure III.1 : Statistiques descriptives obtenue par le logiciel HYFRA

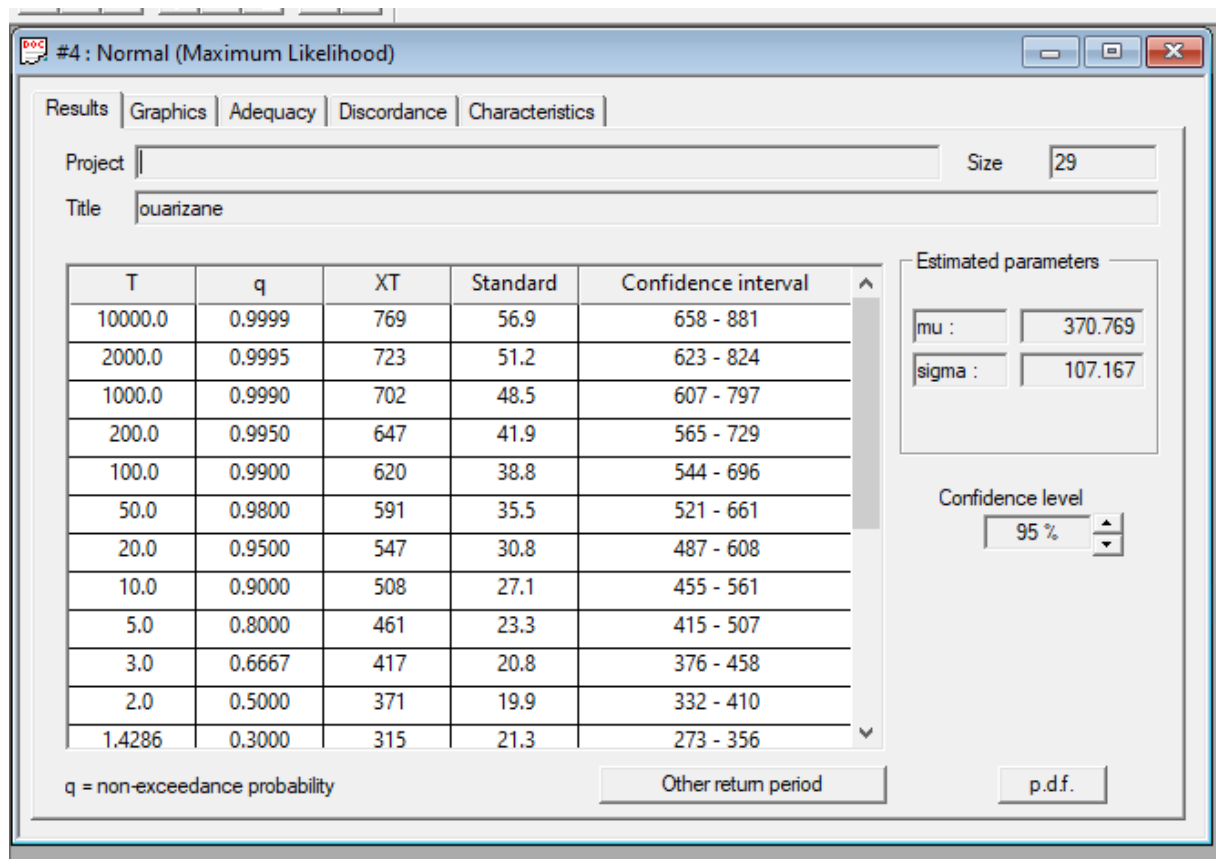


Figure III.2 : Période de retour et intervalle de confiance obtenus par logiciel Hyfran.

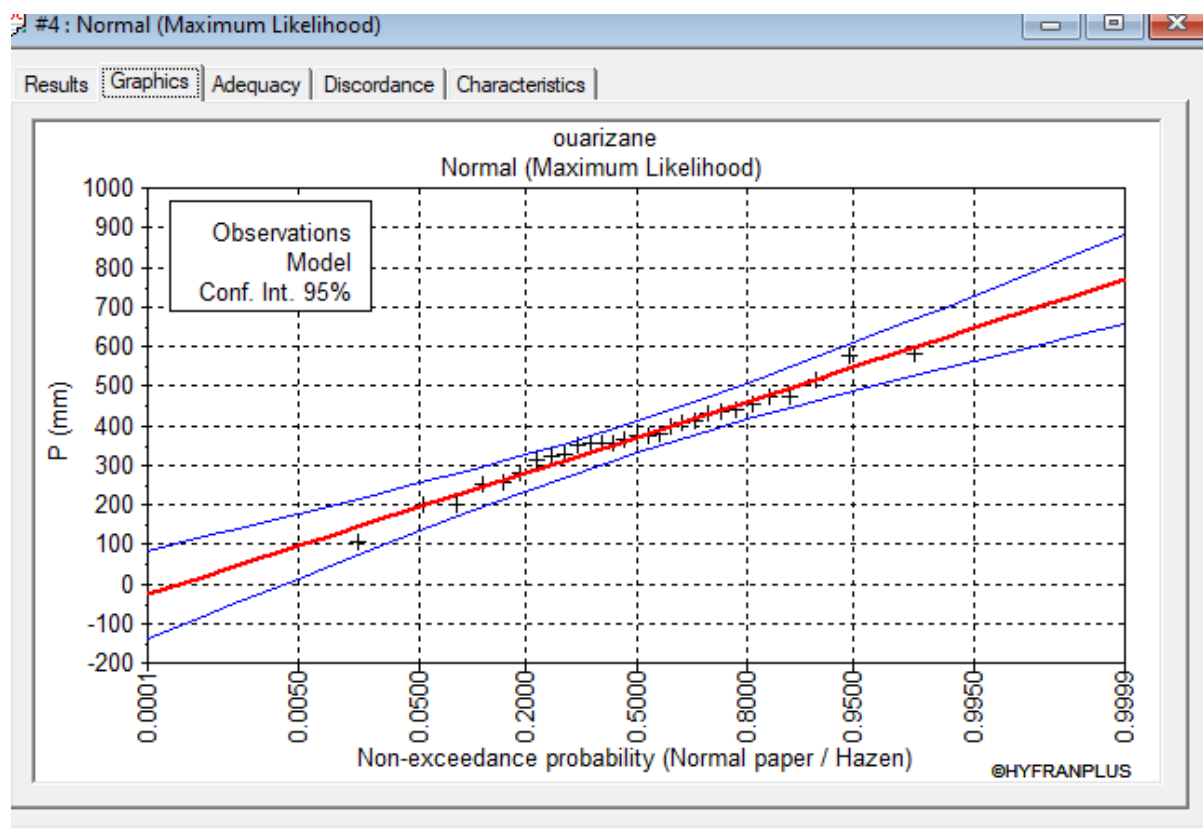


Figure III.3 : Courbe d'ajustement des pluies à la loi normale par le logiciel Hyfran .

III.3.4.2 Test de validité d'un ajustement

a) Application du test khi-deux χ^2 :

Le but de l'application du test de khi –deux de Pearson est juger la comptabilité d'une loi statistique sur un échantillon donné de taille N. Pour connaître la fiabilité de ce test pour chaque ajustement, il faut d'abord calculer la valeur de χ^2 et de déterminer la probabilité correspondante à partir de la table de la fonction Khi-deux en fixant un seuil de signification α pour ce faire deux hypothèses sont imposées :

$$H_0 : \text{si } P(\chi^2) \geq \alpha$$

$$H_1 : \text{si } P(\chi^2) \leq \alpha$$

Dans notre étude : α est de 5% donc on aura :

Si $P(\chi^2) \geq 0.05$ ce qui conclut que l'hypothèse H_0 provient de la loi testée.

Si $P(\chi^2) < 0.05$ ce qui conclut que l'hypothèse H_0 ne provient pas de la loi testée.

Dans notre cas, la valeur de χ^2 pour la loi a été calculée à l'aide du logiciel Hyfran ainsi que la probabilité $P(\chi^2)$.

$$\chi^2 = 5.03 \text{ et } P(\chi^2) = 0.28 > 0.05$$

Pour la loi Normale

Après vérification graphique et du test de χ^2 , la loi normale s'ajuste correctement à la série de pluie annuelle.

The screenshot shows the 'Normal (Maximum Likelihood)' window in Hyfran software. The 'Name of test' is set to 'Chi-squared test'. The 'Title' is 'ouarizane'. The hypotheses are: H0: 'The underlying distribution of this sample is Normal' and H1: 'The underlying distribution of this sample is not Normal'. The results section shows: Statistics result: $\chi^2 = 5.03$, p-value: $p = 0.2838$, Degrees of freedom: 4, and Number of classes: 7. The conclusion states: 'We accept H0 at a significance level of 5 %'.

Figure III.4 : Test de khi deux par logiciel Hyfran

III.3.4.3 Détermination de l'année de calcul

Étant donné que la loi de log normale est la plus adaptée pour modéliser la distribution de la pluviométrie, nous l'utilisons pour estimer la pluviométrie moyenne annuelle caractéristique de la région, avec une probabilité de 80%.

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

$P_{moy\ 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{moy \text{ de chaque mois}}$

Tableau III.3 : La pluie en fonction de la période de retour.

T(ans)	Fréquence	XT(mm)	Ecart type	Intervalle de confiance(95%)
10.0	0.90	508	27.1	455–608
5.0	0.80	461	23.3	415–507
2.0	0.50	371	19.9	332–410
1.25	0.20	281	23.3	235–326

$$X = \frac{P_{\text{theorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{theorique (50\%) annuelle}}} \quad \text{I.11}$$

Tableau III.4 : Calcul de P80%

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
P moy(mm/mois)	14	48	52	62	47	55	42	41	34	12	3	7	417
P%80 (mm/mois)	11. 2	38. 4	41. 6	49. 6	37. 6	44	33.6	32. 8	27. 2	9.84	2.4	5.6	

Interprétation

Cette étude souligne l'importance cruciale des ressources en eau et en sol dans la région d'Ouarizane, en Algérie. Elle démontre que ces ressources sont suffisantes pour soutenir les activités agricoles et industrielles de la région, tout en mettant en avant la nécessité d'une gestion durable pour préserver l'environnement. Cette analyse joue un rôle clé dans la prise de décisions éclairées et dans le développement responsable de la région. Après l'évaluation des ajustements réalisés, il ressort que la distribution normale s'adapte bien à la série des précipitations annuelles enregistrées à la station.

III.4 Calcul de l'évapotranspiration

Le calcul de l'évapotranspiration est crucial en agriculture et en hydrologie pour évaluer la perte d'eau due à l'évaporation du sol et à la transpiration des plantes. Il permet d'estimer les besoins en eau d'une culture ou d'une région spécifique. Voici un aperçu succinct de la méthode de calcul de l'évapotranspiration :

- **Évapotranspiration :** L'évapotranspiration (ET) est la combinaison de l'évaporation et de la transpiration, représentant ainsi la perte totale d'eau depuis la surface du sol et des plantes dans une zone spécifique. Le calcul de l'évapotranspiration intègre des données météorologiques, la couverture végétale, le type de culture, la disponibilité en eau du sol, ainsi que d'autres facteurs, afin d'estimer la quantité totale d'eau perdue.
- **Méthode de calcul :** Il existe différentes méthodes pour évaluer l'évapotranspiration. Celles-ci incluent l'utilisation de stations météorologiques pour recueillir des données en temps réel, des modèles mathématiques sophistiqués qui se basent sur des variables climatiques, ainsi que des capteurs de terrain capables de mesurer directement l'humidité du sol et la transpiration des plantes.

Le calcul de l'évapotranspiration est essentiel pour comprendre et gérer l'utilisation de l'eau dans l'agriculture et d'autres secteurs. Il permet ainsi d'optimiser l'utilisation des ressources en eau de manière plus efficace et durable.

III.4.1 Comment obtenir l'ET0 ?

L'ET₀, ou évapotranspiration de référence, mesure la perte potentielle d'eau par évaporation et transpiration pour une culture ou une région spécifique, dans des conditions de référence standard. La méthode de Penman-Monteith, largement recommandée par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), est couramment utilisée pour calculer l'ET₀. Voici les principales étapes pour effectuer ce calcul à l'aide de cette méthode :

- **Collecte des données météorologiques** : La première étape consiste à recueillir des informations météorologiques précises, incluant des paramètres tels que la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent, l'ensoleillement et la pression atmosphérique. Idéalement, ces données devraient être enregistrées à des intervalles réguliers tout au long de la journée. Les données météorologiques recueillies doivent être organisées en fonction du niveau de précision nécessaire pour le calcul de l'ET₀. Elles peuvent être agrégées par jour ou par heure, selon les exigences.
- **Calcul de l'ET₀** : L'ET₀ est calculée à l'aide de l'équation de Penman-Monteith, une formule complexe qui prend en compte plusieurs paramètres, notamment la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent, l'ensoleillement et la pression atmosphérique. Voici une version simplifiée de l'équation de Penman-Monteith :

$$ET_0 = \frac{0.408 \times \Delta \times (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} \times U_2 (e_s - e_a)}{(\Delta + \gamma \times (1 + 0.34 \times U_2))} \dots\dots\dots \text{I.16}$$

Dans cette équation :

ET₀ : L'évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹] .

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

R_n : Le rayonnement net reçu à la surface [MJ m⁻² jour⁻¹] .

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

γ : Constante psychrométrique [kPa °C⁻¹] .

T : Température moyenne de l'air [°C] .

U₂ : La vitesse du vent à une certaine hauteur au-dessus du sol [m s⁻¹] .

e_s : La pression de vapeur d'eau saturante à la température de l'air [kPa] .

e_a : La pression de vapeur d'eau effective à la température de l'air [kPa].

Une fois que l'ET₀ est calculée, elle est exprimée en millimètres par jour. Cette valeur représente la perte potentielle d'eau par évaporation et transpiration si les conditions météorologiques étaient idéales.

Nous avons utilisé le logiciel CROPWAT (FAO, 2008) pour calculer l'évapotranspiration de référence (ET₀) en appliquant la méthode de Penman et Monteith. Pour effectuer ce calcul, nous avons saisi les données mensuelles suivantes dans le logiciel :

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- Humidité de l'air : L'humidité relative de l'air, exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : Le nombre d'heures d'insolation par jour.
- Vitesse du vent : La vitesse du vent, exprimée en mètres par seconde (m/s).

III.4.2 Les données climatiques entrées dans le CROPWAT

La station maîtresse que nous avons considéré est celle de Ouarizane.

caractérisée par :

- latitude : 36° 243 N.

- longitude : 0° 899 O.

- altitude : 158 m.

Concernant les pluies, pour plus de précision nous avons utilisé les pluies moyennes mensuelles calculées sur la station de Relizane.

L'ensemble de données climatiques entrées dans le logiciel Cropwat sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau III.5 :Les données entrées dans le CROPWAT.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Pluies (mm)	47	55	42	41	34	12	3	7	14	48	52	62
T max (°C)	14	15	17	20	24	29	33	33	29	24	18	14
T min (°C)	5	6	7	9	13	18	21	21	18	14	9	6
HR. (%)	70	69	68	67	67	64	62	64	67	69	70	70
Vitesse de vent (km/h)	8.3	10.4	10.1	10.4	10.1	10.4	10.1	9.7	8.3	8.6	8.6	8.6
Ins. (h)	10.5	11.3	12.4	12.4	14.6	15.1	14.8	13.9	12.8	11.7	10.7	10.2

Les résultats de l'évapotranspiration de référence (ET₀), obtenus à l'aide du logiciel

CROPWAT 8.0 en utilisant la formule modifiée de Penman et Monteith, sont résumés dans le tableau cidessous :

Tableau III.6: Calcul de l'ETP entrées dans le Cropwat.

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: Algeria Station: Ouarguine

Altitude: 342 m. Latitude: 36.0 °N Longitude: 0.90 °W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sunshine hours	Radiation MJ/m²/day	ETo mm/month
January	5.0	14.0	70	199	10.5	13.7	50.53
February	6.0	15.0	69	251	11.3	17.5	66.60
March	7.0	17.0	68	242	12.4	22.6	101.40
April	9.0	20.0	67	251	12.4	26.0	129.14
May	13.0	24.0	67	242	14.6	31.0	172.67
June	18.0	29.0	64	251	15.1	32.2	204.83
July	21.0	33.0	62	242	14.8	31.4	231.24
August	21.0	33.0	64	233	13.9	28.7	210.75
September	18.0	29.0	67	199	12.8	24.3	150.37
October	14.0	24.0	69	207	11.7	19.1	105.52
November	9.0	18.0	70	207	10.7	14.6	62.13
December	6.0	14.0	70	207	10.2	12.6	46.59
Average	12.3	22.5	67	228	12.5	22.8	1531.77

III.4 Calcul de la pluie efficace

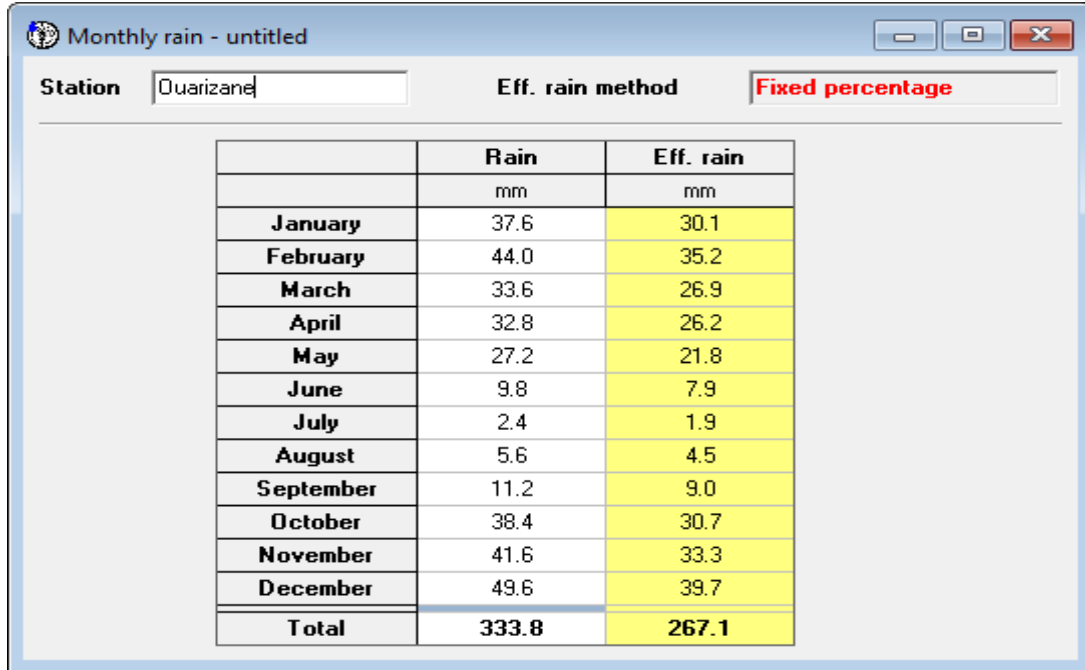
La pluie efficace correspond à la part des précipitations totales réellement utilisée par la culture. Cette part dépend de plusieurs facteurs comme la région géographique les caractéristiques de la pluie, et le type de sol. Dans notre étude nous avons choisi d'estimer les pluies efficaces en utilisant la méthode du pourcentage fixe, et voici comment elle fonctionne en détail :

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

Avec :

A : Coefficient de pertes, égal à 0,8.

Les résultats de ce calcul, effectué selon la méthode du pourcentage fixe, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.7 : Précipitations efficaces de la zone d'étude.


	Rain	Eff. rain
	mm	mm
January	37.6	30.1
February	44.0	35.2
March	33.6	26.9
April	32.8	26.2
May	27.2	21.8
June	9.8	7.9
July	2.4	1.9
August	5.6	4.5
September	11.2	9.0
October	38.4	30.7
November	41.6	33.3
December	49.6	39.7
Total	333.8	267.1

III.5 Calcul de la réserve en eau du sol

La réserve en eau du sol désigne la quantité d'eau contenue dans la couche de sol explorée par les racines des plantes, comprise entre le point de flétrissement. Il est essentiel de noter que plus l'humidité du sol s'approche du point de flétrissement, plus il devient difficile pour les plantes d'extraire l'eau.

La réserve facilement utilisable (RFU) se calcule selon la formule suivante :

$$\text{RFU} = (\text{hcc} - \text{hpf}) \cdot Y \cdot \text{Da} \cdot Z \dots\dots\dots \text{I.17}$$

hcc : humidité à la capacité au champ.

hpf : humidité au point de flétrissement.

Z : profondeur racinaire.

Y : coefficient qui dépend de la nature du sol (on prend $Y=2/3$).

Da : densité apparente du sol.

Dans notre cas, la réserve en eau du sol du mois i-1 est égal à :

$$\text{RS} = \text{K} \cdot \text{RFU} \dots\dots\dots \text{III.18}$$

K est coefficient =1, ou 1/2, 1/3 ou 0 dans le cas de réserve en eau nulle.

III.6 Choix des cultures

Le choix des cultures à planter dépend de plusieurs paramètres ,parmi lesquels on trouve :

- ✓ L'emplacement naturel de l'exploitation agricole .
- ✓ La position économique de l'exploitation par rapport aux marchés et aux infrastructures .
- ✓ La prise en compte de la conjoncture économique actuelle.
- ✓ L'exploitation des capacités et des opportunités spécifiques à l'exploitation.
- ✓

III.6.1 Occupation des sols

Avant d'examiner les besoins en eau des cultures dans la zone d'étude ,il est crucial d'abord élaborer un plan d'occupation des terres et de répartition des cultures dans le périmètre. Cette planification doit tenir compte de différentes contraintes ,telles que le climat, les aspects sociaux ,et les caractéristiques agro-pédologiques de la région.

Tableau III.8 : Occupation du sol.

Culture	Cereal	olivier	Agrumes	Maraichère	vigne	somme
Occupation(%)	35	31	15,6	8,4	10	100 %

III.6.2 Cultures proposées :

- ✓ **Choix des cultures au niveau du périmètre irrigué a partir des eaux épurées:**

Tableau III.19 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (Extrait de Journal Officiel n°41 du décret exécutif n°07-149, publiés en juillet 2012)

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine

Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures maraichères	Pomme de terre, haricot et petit pois, courgette

Source : journal officiel n°41.2012

-(*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte.

-Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

-(**) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs

Tableau III.10: système de cultures proposées.

Céréaliculture	Culture maraichères	Culture fourragère	Culture arboricoles
Blé		Avoines	Olivier
Orge grain		Luzerne	Agrumes
	Courgette		
	Fève		
	Haricot		
	Petit pois		

➤ **Autre notions :**

• **Profondeur utile:**

La profondeur d'enracinement d'une culture dépend de la capacité du sol (et éventuellement du sous-sol) à accueillir ses racines. Les différentes plantes ont des comportements d'enracinement variés : certaines s'enracinent jusqu'à 60 cm, tandis que d'autres peuvent atteindre des profondeurs de 10 mètres ou plus. Le tableau ci-dessous récapitule les profondeurs d'enracinement, en mètres, pour chaque culture.

Tableau III.11 : Profondeur utile (Z) pour les cultures existant en mètre .

Culture	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aou
Agrumes	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Olivier	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Vigne	1.2						1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Blé		0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	1	1.2	0.87	0.23		
Orgegrain			0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		
Pommedeterre(Saison)						0.25	0.5	0.5	0.5			
Tomate							0.6	0.9	1.2	1.2		

• **Coefficients culturaux (Kc) :**

Les coefficients culturaux (Kc) associés à chaque type de culture ont été établis selon les recommandations de Doorenbos (FAO, 2003). Ces coefficients varient en fonction du stade de développement de la plante et des conditions climatiques propres à la région.

TableauIII.12 : Coefficientsculturauxdescultures(KC).

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar s	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Blé		0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0	1.2	0.87	0.23		
Orgegrain			0.4	0.6	0.75	0.9	0.95	0.75	0.6	0.4		
Pommed eterre						0.50	0.70	1.00	0.75			
Tomate							0.50	0.85	1.15	0.85		
Vigne	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.45	0.60	0.70	0.70	0.45
Olivier	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.85	0.85	0.85
Agrumes	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7

III.7 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

Le calcul des quantités d'eau nécessaires pour l'irrigation est réalisé périodiquement pour chaque stade de croissance des cultures, en effectuant l'évaluation suivante du bilan hydrique :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K.RFU_{i-1}) \dots\dots\dots I.19$$

Avec :

- **ETM** : l'évapotranspiration maximale ou besoins des cultures en (mm) où :
($ETM = ET_0 \times K_c$) I.20

- **Kc** : le coefficient culturel de la culture considérée .

- **Pe_{eff}** : la pluie efficace .
- **RFU_{i-1}** : la réserve utile .

III.8 Estimation des besoins en eau des cultures choisies

III.8.1 Estimation des besoins en eau des céréales :

Tableau III.13: Calcul des besoins en eau pour le blé

Mois	Pmoy	peff (mm)	ET0 (mm/mois)	kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37		0,00		0,00		0,00
oct	38,40	30,70	105,52		0,00		0,00		0,00
nov	41,60	33,30	62,13	0,4	24,85	0,3	36,40	0,00	0,00
dec	49,60	39,70	46,59	0,7	32,61	0,4	48,53	12,13	0,00
janv	37,60	30,10	50,53	0,85	42,95	0,5	60,67	16,18	0,00
fev	44,00	35,20	66,6	0,95	63,27	0,6	72,80	20,22	7,85
mars	33,60	26,90	101,4	1	101,40	0,6	72,80	0,00	74,50
avril	32,80	37,77	129,14	1,05	135,60	0,6	72,80	0,00	109,40
mai	42,66	39,90	172,67	0,9	155,40	0,6	72,80	0,00	133,60
juin	44,11	42,02	204,83	0,5	102,42	0,6	72,80	0,00	94,52
juil	45,57	44,15	231,24		0,00		0,00		0,00
aout	47,03	46,27	210,75		0,00		0,00	0,00	0,00

Qs=0.74 l/s/ha

Tableau III.14 : Calcul des besoins en eau pour l'orge grain.

Mois	Pmoy	Pe _{eff} (mm)	ET0 (mm/mois)	kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37		0,00		0,00		0,00
oct	38,40	30,70	105,52		0,00		0,00		0,00
nov	41,60	33,30	62,13	0,40	24,85	0,30	36,40	0,00	0,00

dec	49,60	39,70	46,59	0,50	23,30	0,50	60,67	12,13	0,00
janv	37,60	30,10	50,53	0,70	35,37	0,50	60,67	20,22	0,00
fev	44,00	35,20	66,6	0,90	59,94	0,60	72,80	20,22	4,52
mars	33,60	26,90	101,4	1,05	106,47	0,60	72,80	0,00	79,57
avril	32,80	37,77	129,14	1,05	135,60	0,60	72,80	0,00	109,40
mai	42,66	39,90	172,67	0,80	138,14	0,60	72,80	0,00	116,34
juin	44,11	42,02	204,83	0,60	122,90	0,60	72,80	0,00	115,00
juil	45,57	44,15	231,24						0,00
aout	47,03	46,27	210,75						0,00

Qs=0.65 l/s/ha

III.8.2 Estimation des besoins en eau des maraîchères

Tableau III.15 : Calcul des besoins en eau du pomme de terre de saison.

Mois	Pmoy	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37	0,50	75,19	0,20	24,27	0,00	66,19
oct	38,40	30,70	105,52	0,70	73,86	0,40	48,53	0,00	43,16
nov	41,60	33,30	62,13	1,00	62,13	0,50	60,67	0,00	28,83
dec	49,60	39,70	46,59	0,75	34,94	0,50	60,67	30,33	0,00
janv	37,60	30,10	50,53		0,00				0,00
fev	44,00	35,20	66,6		0,00				0,00
mars	33,60	26,90	101,4		0,00				0,00
avril	32,80	37,77	129,14		0,00				0,00
mai	42,66	39,90	172,67		0,00				0,00
juin	44,11	42,02	204,83		0,00				0,00
juil	45,57	44,15	231,24		0,00				0,00

aout	47,03	46,27	210,75		0,00				0,00
-------------	-------	-------	--------	--	------	--	--	--	------

Qs=0.37 l/s/ha

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

Mois	Pmoy	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37		0,00		0,00		0,00
oct	38,40	30,70	105,52		0,00		0,00		0,00
nov	41,60	33,30	62,13		0,00		0,00		0,00
dec	49,60	39,70	46,59		0,00		0,00		0,00
janv	37,60	30,10	50,53		0,00		0,00		0,00
fev	44,00	35,20	66,6		0,00	0,00	0,00		0,00
mars	33,60	26,90	101,4	0,50	50,70	0,40	48,53	16,18	0,00
avril	32,80	37,77	129,14	0,85	109,77	0,80	97,07	16,18	67,39
mai	42,66	39,90	172,67	1,15	198,57	1,10	133,47	0,00	176,77
juin	44,11	42,02	204,83	0,85	174,11	1,10	133,47	0,00	166,21
juil	45,57	44,15	231,24		0,00				0,00
aout	47,03	46,27	210,75		0,00				0,00

Qs=0.99 l/s/ha

Tableau III.17 :Calcul des besoins en eau pour la courgette.

Mois	Pmoy	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37	0,4	60,15	0,20	24,27	0,00	51,15
oct	38,40	30,70	105,52	0,5	52,76	0,30	36,40	0,00	22,06
nov	41,60	33,30	62,13	0,8	49,70	0,40	48,53	0,00	16,40
dec	49,60	39,70	46,59	0,95	44,26	0,50	60,67	16,18	0,00
janv	37,60	30,10	50,53	0,6	30,32	0,50	60,67	20,22	0,00

fev	44,00	35,20	66,6		0,00		0,00	0,00	0,00
mars	33,60	26,90	101,4		0,00		0,00	0,00	0,00
avril	32,80	37,77	129,14		0,00		0,00	0,00	0,00
mai	42,66	39,90	172,67		0,00		0,00	0,00	0,00
juin	44,11	42,02	204,83		0,00		0,00	0,00	0,00
juil	45,57	44,15	231,24		0,00		0,00	0,00	0,00
aout	47,03	46,27	210,75		0,00		0,00	0,00	0,00

Qs=0.28 l/s/ha

III.8.3 Estimation des besoins en eau des arboricultures

Tableau III.18 : Calcul des besoins en eau pour les vignes.

Mois	Pmoy	peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37	0.4	60,15	1.2	145,60	0,00	51,15
oct	38,40	30,70	105,52	0.4	42,21	0	0,00	0,00	11,51
nov	41,60	33,30	62,13		0,00		0,00	0,00	0,00
dec	49,60	39,70	46,59		0,00		0,00	0,00	0,00
janv	37,60	30,10	50,53		0,00		0,00		0,00
fev	44,00	35,20	66,6		0,00		0,00		0,00
mars	33,60	26,90	101,4	0.15	15,21	1.2	145,60		0,00
avril	32,80	37,77	129,14	0.45	58,11	1.2	145,60		0,00
mai	42,66	39,90	172,67	0.60	103,60	1.2	145,60		0,00
juin	44,11	42,02	204,83	0.7	143,38	1.2	145,60		0,00
juil	45,57	44,15	231,24	0.7	161,87	1.2	145,60		0,00
aout	47,03	46,27	210,75	0.45	94,84	1.2	145,60		0,00

Qs=0.28 l/s/ha

Tableau III.19 : Calcul des besoins en eau pour les agrumes

Mois	Pmoy	peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37	0.7	105,26	1.5	182,00	0,00	96,26
oct	38,40	30,70	105,52	0.7	73,86	1.5	182,00	0,00	43,16
nov	41,60	33,30	62,13	0.7	43,49	1.5	182,00	0,00	10,19
dec	49,60	39,70	46,59	0.65	30,28	1.5	182,00	60,67	0,00
janv	37,60	30,10	50,53	0.65	32,84	1.5	182,00		0,00
fev	44,00	35,20	66,6	0.65	43,29	1.5	182,00		0,00
mars	33,60	26,90	101,4	0.65	65,91	1.5	182,00		0,00
avril	32,80	37,77	129,14	0.65	83,94	1.5	182,00		0,00
mai	42,66	39,90	172,67	0.65	112,24	1.5	182,00		0,00
juin	44,11	42,02	204,83	0.65	133,14	1.5	182,00		0,00
juil	45,57	44,15	231,24	0.7	161,87	1.5	182,00		0,00
aout	47,03	46,27	210,75	0.7	147,53	1.5	182,00		0,00

Qs=0.54 l/s/ha**Tableau III.20 :** Calcul des besoins en eau pour l'olivier.

Mois	Pmoy	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM (mm/mois)	Z (m)	RFU théo	RFU Reell	Bnet (mm)
sept	11,20	9,00	150,37	0.7	112,78	1.5	182,00	0,00	103,78
oct	38,40	30,70	105,52	0.7	68,59	1.5	182,00	0,00	37,89
nov	41,60	33,30	62,13	0.7	37,28	1.5	182,00	0,00	3,98
dec	49,60	39,70	46,59	0.65	27,95	1.5	182,00	60,67	0,00
janv	37,60	30,10	50,53	0.65	30,32	1.5	182,00	91,00	0,00
fev	44,00	35,20	66,6	0.65	39,96	1.5	182,00	91,00	0,00
mars	33,60	26,90	101,4	0.65	65,91	1.5	182,00	91,00	0,00

avril	32,80	37,77	129,14	0.65	90,40	1.5	182,00	60,67	0,00
mai	42,66	39,90	172,67	0.7	129,50	1.5	182,00	0,00	107,70
juin	44,11	42,02	204,83	0.85	174,11	1.5	182,00	0,00	166,21
juil	45,57	44,15	231,24	0.85	196,55	1.5	182,00	0,00	194,65
aout	47,03	46,27	210,75	0.85	179,14	1.5	182,00	0,00	174,64

Qs=1.09 l/s/ha

III.9 Calcul en eau pour l'assolement

TableauIII.21:Récapitulatifdesbesoinsnets(mm)pour l'assolement1.

Mois	Blé	pomme de terre de saison	Vignes	Olivier	Agrumes	Totale
Sept		66,19	51,15	103,78	96,26	317.38
Oct		43,16	11,51	37,89	43,16	135.72
Nov		28,83		3,98	10,19	43
Dec						
Janv						
Fev	7,85					7.85
Mars	74,50					74.50
Avril	109,40					109.40
Mai	133,60			107,70		241.3
Juin	94,52			166,21		260.75
Juil				194,65		194.65
Aout				174,64		174.64

TableauIII.22 : Récapitulatifdesbesoinsnets(mm)pour l'assolement2.

Mois	Orge grain	Tomate	Courgette	Olivier	Agrumes	Totale
Sept			51,15	103,78	96,26	251.19
Oct			22,06	37,89	43,16	103.11
Nov			16,40	3,98	10,19	30.57

Déc						
Jan						
Fév	4,52					4.52
Mar	79,57					79.57
Avr	109,40	67,39				176.79
Mai	116,34	176,77		107,70		400.81
Juin	115,00	166,21		166,21		447.42
Juill				194,65		194.65
Août				174,64		174.67

III.9.1 Calcul du débit spécifique

$$Q_s = \frac{B_{net} \times 10 \times 1000}{N_j \times N_i \times 3600 \times E_i} \text{ l/s/ha} \dots\dots\dots \text{I.21}$$

Avec :

Bnet:Besoin net du mois du pointe enmm/mois.

Ni:Nombres des heures d'irrigation=22h.

Nj:Nombre de jours du mois du pointe =30jours.

Ei: Efficience d'irrigation =75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant.D'où les besoins de pointe correspondent au mois de septembre

Bnet = 447.42 mm

Ainsi :

$$Q_s = \frac{447.42 \times 10 \times 1000}{30 \times 22 \times 3600 \times 0.75} = 2.51 \text{ l/s/ha}$$

Qs = 2.51 l/s/ha > 1.5 l/s/ha

Interprétation

Le débit spécifique obtenu dépasse 1,5, ce qui peut entraîner un surdimensionnement des conduites de refoulement ou gravitaires. Pour corriger cela, trois méthodes d'estimation du débit spécifique peuvent être envisagées :

- Calculer la moyenne des débits spécifiques pour l'ensemble des cultures.
- Prendre en compte la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes.
- Utiliser le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Dans notre cas, nous retenons le débit spécifique de la culture la plus exigeante :

Bnet = 194.65mm ,donc le débit spécifique corriger est de **Qs = 1.09 l/s/ha** .

III.9.2 Evaluation du débit caractéristique

Le calcul du débit caractéristique permet de définir :

$$Q_{car} = Q_s . S \dots\dots\dots I.22$$

Qs : Débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha) .

S : La superficie nette à irriguer =100ha.

Qcar : $1.09 \times 100 = 109 \text{ l/s} = 0.109 \text{ m}^3/\text{s}$.

Conclusion

En conclusion, ce chapitre souligne l'importance essentielle de déterminer les besoins en eau pour assurer une planification efficace des projets d'aménagement hydro-agricole. Il détaille la méthodologie permettant d'évaluer avec précision les besoins en eau des cultures, en tenant compte de divers facteurs tels que les conditions climatiques, les caractéristiques du sol et la qualité de l'eau d'irrigation. L'analyse comprend également le calcul de l'évapotranspiration, la détermination de la pluie efficace et l'estimation des réserves en eau du sol.

Chapitre IV :

Choix du système d'irrigation

IV. Choix du système d'irrigation

IV.1 Introduction

L'irrigation joue un rôle essentiel dans l'agriculture contemporaine en assurant un apport en eau suffisant pour les cultures, en particulier dans les régions où les précipitations naturelles ne suffisent pas à combler les besoins des plantes. Pour maximiser la croissance des cultures en l'absence de pluie, plusieurs techniques d'irrigation ont été mises au point, chacune étant adaptée à des conditions particulières et offrant des avantages spécifiques en matière d'efficacité et de gestion des ressources en eau. Dans ce chapitre, nous examinerons en détail ces différentes méthodes d'irrigation et sélectionnerons celle qui convient le mieux aux caractéristiques de notre zone d'étude.

IV.2 Choix des techniques d'irrigation

Le choix de la méthode d'irrigation adéquate repose sur l'évaluation de plusieurs paramètres, notamment :

- La topographie du terrain .
- Le débit d'eau disponible .
- Le type de culture pratique. .
- La perméabilité du sol .
- La viabilité économique de l'opération .
- Les considérations financières associées.

IV.3 Classification des techniques d'irrigation

Les techniques d'irrigation se répartissent en trois catégories :

- L'irrigation gravitaire ou de surface .
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation par micro-irrigation.

IV.3.1 Irrigation gravitaire

Les méthodes d'irrigation de surface reposent sur l'écoulement naturel de l'eau à travers le terrain, en utilisant la gravité pour saturer le sol et permettre une infiltration en profondeur. Historiquement, cette méthode a été la plus largement utilisée en agriculture. Les techniques d'irrigation de surface se divisent généralement en trois grandes catégories : l'irrigation par ruissellement, l'irrigation par rigoles d'infiltration, et l'irrigation par submersion.

IV.3.1.1 Irrigation par ruissellement

L'irrigation par ruissellement est une méthode de distribution de l'eau qui utilise des rigoles pour acheminer l'eau depuis les fossés du champ. Dans ce système, l'eau est principalement dirigée par gravité, sans être strictement contrôlée par des digues pour réguler le flux.

IV.3.1.2 Irrigation à la raie

Cette méthode d'irrigation consiste à laisser écouler l'eau dans les raies ou sillons tracés entre les lignes de plantation. Cette raie est préalablement aménagée dans le sens ou en travers de la plante. L'eau s'infiltre dans le fond et sur les cotés du sillon, pour humecter toute la zone racinaire. Les raies ou sillons sont orientés suivant la plus faible pente de sol.



Figure IV.1 : Irrigation à la raie

Source : les différentes techniques d'irrigation et les éléments de choix Publié par [Raymonde Maurin](#)

IV.3.1.3 L'irrigation par submersion

L'irrigation par submersion, également appelée irrigation par inondation, est une méthode d'irrigation couramment utilisée en agriculture et dans la culture du cannabis. Cette technique consiste à « inonder » la zone de culture avec de l'eau, permettant ainsi aux racines des plantes de l'absorber. En d'autres termes, elle crée un petit lac temporaire autour des plantes.

❖ **Avantages de l'irrigation par submersion :**

- Réduction de l'accumulation de sels.
- Amélioration de l'absorption des nutriments.
- Stimulation de la croissance des racines.
- Augmentation du rendement .

❖ **Inconvénients de l'irrigation par submersion :**

- Inefficace dans les espaces restreints.
- L'humidité constante peut favoriser le développement de champignons et de maladies des racines.

- Ce système utilise généralement plus d'eau que les systèmes d'irrigation goutte-à-goutte.

❖ *Avantages et inconvénient de l'irrigation par gravité*

Tableau IV.1 :Avantages et inconvénients de l'irrigation gravitaire.

Type d'irrigation	Efficience (moyenne)	Investissement	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Irrigation gravitaire	50 %	Faible à moyen	-Faible coût d'investissement. -Convient à tous types de parcelles - Ne nécessite pas de compétences techniques spécifiques.	-.Demande beaucoup de temps et de travail. - Faible efficacité d'utilisation d'eau. -Peut provoquer l'érosion du sol. - Lessivage important des fertilisants.

IV.3.2 Irrigation par aspersion

Un système d'irrigation par aspersion utilise une pompe pour appliquer de l'eau sous haute pression, la dispersant de manière similaire à la pluie à travers de petites buses situées dans les tuyaux. L'eau est distribuée par un réseau de tuyaux et pulvérisée dans l'air, permettant ainsi une irrigation efficace de la plupart des types de sols grâce à une large gamme de débits. Le schéma de mouillage d'un arroseur rotatif unique, tel qu'il est généralement conçu, n'est pas très uniforme, avec une zone arrosée généralement circulaire. Pour obtenir une uniformité optimale, plusieurs arroseurs doivent être utilisés simultanément, avec un chevauchement de leurs zones de couverture. Chaque émetteur ayant son propre schéma de mouillage, l'espacement entre les arroseurs doit être soigneusement déterminé pour assurer une irrigation uniforme.



Figure IV.2 : Irrigation par aspersion

Source : <https://www.google.com/fr.rivulis.com>

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

Tableau IV.2 : Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion.

Avantages	Inconvénients
-Abordable et simple à installer. -Offre une très bonne uniformité de distribution de l'eau dans des conditions optimales. -Adapté à tous les types de sol. - Compatible avec l'application d'engrais	-Coût par émetteur plus élevé par rapport au système goutte-à-goutte. - L'uniformité de la distribution de l'eau diminue en cas de vent. -Exige généralement une pression plus élevée.

IV.3.3Irrigation localisé (Goutte à goutte)

L'irrigation goutte à goutte est le système le plus efficace pour fournir de l'eau et des nutriments aux cultures en croissance. Elle délivre précisément l'eau et les nutriments directement à la zone racinaire des plantes, en quantités appropriées et au moment opportun, assurant ainsi que chaque plante reçoive exactement ce dont elle a besoin pour une croissance optimale. Ce système permet aux agriculteurs d'améliorer leurs rendements tout en économisant de l'eau, des engrais, de l'énergie et même des produits phytosanitaires.



Figure IV.3 : Irrigation goutte à goutte.

Source : <https://www.google.com/journaldesfemmes.fr>

❖ *Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte*

Tableau IV.3 : Avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte .

Avantages	Inconvénients
- Rendements de qualité supérieure et constants - Économies d'eau significatives : élimine l'évaporation, le ruissellement et le gaspillage. - Utilisation optimale des terres : irrigation uniforme indépendamment de la topographie. - Économies d'énergie : fonctionne à basse pression. - Utilisation efficace des engrais et protection des cultures sans lixiviation.	- Les goutteurs peuvent se boucher en cas d'eau très calcaire. - Peu esthétique : les tuyaux sont installés à même le sol.

-Une dépendance moindre aux conditions météorologiques, une stabilité accrue et une réduction des risques.	
--	--

IV.3.4 : Différentes installation à la parcelle

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées : l'installation fixe et l'installation mobile.

1- Installation fixe : Tous les composants de l'installation, y compris la pompe, les conduites et les asperseurs, sont fixés de manière permanente. Cette configuration réduit le besoin en main-d'œuvre, mais engendre des coûts d'investissements significatifs.

a-Couverture totale : Dans le système de couverture totale, toute la zone à irriguer est équipée de rampes. Pendant la saison, seuls les asperseurs seront déplacés pour l'irrigation, ainsi qu'en fin de saison.

b-Couverture intégrale : Pour couvrir l'intégralité de la parcelle, il est crucial d'utiliser des rampes et des arroseurs fixes. L'irrigation est régulée par l'ouverture et la fermeture d'une vanne, que ce soit de manière manuelle ou automatique.

2- Installation mobile :

a-Irrigation par enrouleur : L'enrouleur est l'équipement d'irrigation par aspersion le plus répandu dans certains pays, comme la France, grâce à sa grande polyvalence. Il se compose d'un canon d'arrosage fixe alimenté par un tuyau flexible enroulé autour d'une bobine. Un moteur hydraulique fait tourner la bobine, enroulant le tuyau et déplaçant ainsi le canon pour garantir une répartition optimale de l'eau.

b- Irrigation par pivot :

Dans le Sahara, les systèmes d'irrigation automoteurs comme les pivots et les rampes frontales sont couramment employés pour irriguer les prairies et les cultures au-dessus de la canopée. Les pivots tournent autour d'un point central, tandis que les rampes frontales ont des extrémités libres. Ces systèmes nécessitent de l'énergie pour se déplacer et pour acheminer l'eau jusqu'aux plantes. Bien qu'ils offrent une grande flexibilité en irrigation, leur utilisation peut engendrer des coûts énergétiques plus élevés comparés à d'autres méthodes.



Figure IV.4: Irrigation par pivot.

<https://www.ics-agri.com/photos/irrigation-equipment-pivot-800p.jpg>

IV.4 Choix de la technique d'arrosage

Pour choisir la méthode d'irrigation la plus adaptée, il est crucial d'analyser en détail les limites de chaque technique d'arrosage. Une évaluation multicritère des différentes méthodes, prenant en compte diverses contraintes, permettra de déterminer celle qui convient le mieux à la zone concernée. Notre analyse est présentée en détail ci-dessous :

Tableau IV.4 Analyse multicritère de choix des techniques d'arrosage

Type d'irrigation	surface	Asperseur	Goutte à goutte	Pivot
Convient pour	Terrains plats, diverses cultures	Aménagements paysagers, cultures diverses	Horticulture, agriculture à grande échelle, aménagement paysager	Agriculture à grande échelle
Efficacité de l'eau	Modérée	Modérée à élevée	Très élevée	Elevée
Coût d'installation	Faible	Modéré	Modéré à élevé	Elevé
Coût d'exploitation	Faible	Modéré	Faible	Modéré
Gestion des nutriments	Précision faible	Précision modérée	Précision très élevée	Précision élevée

- ❖ Le choix de la méthode d'irrigation est déterminé par divers facteurs, incluant les conditions météorologiques comme l'évaporation et les vents, ainsi que la texture et la structure du sol, la topographie du terrain, et le type de cultures cultivées. Pour les cultures maraîchères, l'irrigation de surface et l'aspersion sont généralement privilégiées. Pour les céréales, l'aspersion est la seule option envisageable, tandis que pour les arbres, l'irrigation de surface et l'irrigation localisée sont adaptées. Ces choix sont également guidés par des considérations économiques, notamment la gestion efficace de l'eau, qui dépend largement de la méthode d'irrigation adoptée. En règle générale, l'aspersion et l'irrigation localisée s'avèrent plus rentables que l'irrigation de surface.

Conclusion :

Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi une approche moderne en adoptant la méthode d'irrigation par goutte-à-goutte. Cette technique sera appliquée aux cultures maraîchères et à l'arboriculture, illustrant ainsi notre engagement en faveur d'une utilisation efficace des ressources en eau tout en maximisant les rendements agricoles. Notre démarche s'inscrit dans une vision durable et d'optimisation des pratiques agricoles, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement et au bien-être de notre communauté agricole.

Chapitre V :
Etude de système d'adduction et de distribution

V : Etude de système d'adduction et de distribution

V.1 Introduction :

Le dimensionnement du réseau d'irrigation vise à déterminer les spécifications des différentes structures nécessaires pour acheminer les quantités d'eau prédéfinies jusqu'à la parcelle, où elles seront ensuite réparties entre les plantes. L'objectif est de concevoir un ensemble d'infrastructures hydrauliques répondant à des normes techniques précises, tout en assurant leur fonctionnement coordonné. Cela permet de transporter l'eau depuis la source jusqu'à l'espace hydraulique aménagé et de la distribuer efficacement, en vue d'une gestion équilibrée des ressources. Dans ce chapitre, le choix des conduites se base sur des calculs détaillés des équipements, en accord avec les dimensions définies dans l'étude.

V.2 Schéma d'adduction et de distribution

V.2.1 Schéma directeur de l'irrigation

Les choix du tracé de la conduite principale d'adduction, est le résultat de l'implantation du bassin de stockage par rapport à l'aire d'irrigation, et cela en vue d'assurer une alimentation totale du périmètre d'irrigation, avec les pressions nécessaires, jusqu'aux dernière bornes d'irrigation gravitaire.

- Vu la géomorphologie du périmètre (périmètre très accidenté dans la zone de Mazouna à proximité de la STEP et à Ouled Kheira, par contre terrain plat dans la zone Nord Est de Ouarizane avec une faible pente).
- Vu le site d'implantation des Bassins de stockage et de distribution qui seront projetés au Nord Est de Ouarizane à proximité de la route reliant Ouarizane à Ouled Ali ($2 \times 3000 \text{ m}^3$);
- Vu le site d'implantation du bassin de 1000 m^3 qui sera projeté à la rive gauche d'Oued Ouarizane dans la zone dite Ouled Kheira.
- Vu la délimitation arrêtée du périmètre à irriguer.

V.2.2 Présentation du réseau d'adduction

- La variante d'adduction consiste à projeter une conduite d'adduction principale de diamètre en PEHD, avec des pressions nominales et d'un linéaire de 8648 ml, qui prend naissance à partir du dernier regard situé à l'extérieur de la STEP. Cette adduction principale longe l'Oued jusqu'à la traversée de la route reliant Ouarizane à Ouled Ali.

- Après la Traversée l'adduction continue son cheminement en parallèle avec la route jusqu'au site de l'implantation des deux Bassins de stockage et de distribution projetés à une cote de 123.42m (voir plan de situation).

- Une autre conduite d'adduction vers le réservoir d'une capacité 1000m^3 qui sera projeté en diamètre 250 mm et d'un linéaire de 100 dans la zone de Ouledkheira , a proximité de la piste menant vers la sablière .

✓ **Ouvrages d'adduction**

Les eaux traitées seront dévier par une conduite d'adduction d'un linéaire de 8648 m vers des bassins de stockage et de distribution dont les capacités sont ($2*3000\text{ m}^3$ et $1*1000\text{ m}^3$).

- Le bassin de 1000 m^3 sera réservé pour les parcelles éparpillées situé le long d'Oued Ouarizane .
- Les bassins de $2*3000\text{ m}^3$, ou $3*2000\text{ m}^3$ seront réservés pour le périmètre en un seul tenant de la plaine situé au Nord Est d'Ouarizane

Ces bassins seront destinés à recevoir ces eaux, et les stocker pendant 48 heures minimum, pour les distribuer vers les parcelles.

L'assiette des Bassins à projetés fait partie des domaines de l'état.

Deux types de bassins seront détaillés :

- En béton de capacité 1000 m^3 .
- En géo-membrane de capacité $2*3000\text{ m}^3$

V.2.3 Présentation du réseau de distribution

Pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation, nous disposons d'un réseau capable de répondre à toutes les exigences en termes de quantité d'eau jusqu'aux prises. Une fois captée, l'eau doit être stockée et acheminée, en quantité adéquate et au moment opportun, vers les lieux d'utilisation, qui peuvent être éloignés du point de captage. Notre réseau comprend les ouvrages suivants :

- La distribution de l'eau sera assurée par des réseaux du type ramifié sous pression et à commande par l'aval.
- Le tracé des conduites passe à la limite des îlots et longe autant que possible la routes et piste existantes.
- D'une manière générale, les tracés passent assez loin des zones bâties.

Un piquage à partir de la conduite principale de diamètre 315 sera projeté, afin d'assurer l'irrigation des parcelles éparpillés d'une superficie de 4.5 ha qui se trouvent dans la rive gauche d'Oued Ouarizane.

- Pour les parcelles d'ilot 26 28 et 29 l'irrigation sera assurée par le bassin de stockage et de distribution d'une capacité 1000 m^3 .

- A partir de ce bassin (1000 m³) une conduite de distribution sera projeté jusqu'aux bornes 01 et 02

Le dimensionnement de la conduite de distribution sera calculé en fonction du débit de pointe, et en fonction de la culture la plus exigeante .

L'irrigation dans ces parcelles se fait gravitaire a partir des bornes d'irrigations pour les parcelles situé au point bas, par contre les périmètres situé au point haut (Djebel), nécessite un pompage .

Périmètres Nord Est de Ouarizane(ilot :2-31-34-105)

Le choix de La distribution dans ce périmètre en un seul tenant de 60 ha se fait à partir des Bassins de stockage et de distribution d'une capacité de 2*3000 m³, ou, qui sera projeté sur une côte élevée de 123.42m par rapport au périmètre d'irrigation (voir plan de situation).

Ce périmètre sera alimenter gravitaire .

Des bornes d'irrigation seront projeté a la limite des pistes de type (de 04 sortie), afin d'assurer l'irrigation des superficies de grande taille.

Le nombre de borne desserve ce périmètre est égale a 3 bornes de types de 4 sorties (borne n° 4-5-6) .

Le réseau de distribution sera projeté en conduites sous pression gravitaire, Le choix des diamètres des conduites d'adduction et de distribution sont faite sur la base d'un calcul hydraulique, qui abouti à des résultats satisfaisantes. (vitesse, et pertes de charges).

V.3 Organisation et structure du périmètre

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 où l'administration du réseau d'irrigation intervient directement dans la gestion de l'eau. En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La situation foncière actuelle dans la zone d'étude est très hétérogène, la taille des parcelles et des exploitations est très variable, de 0.5ha jusqu'à 74.8500 ha et la forme des parcelles est souvent très irrégulière.

Par conséquent, le découpage en ilots est basé sur les limites de parcelles établies par l'étude foncière. Il en résulte que la forme et taille des ilots d'irrigation varient selon les possibilités pratiques de découpage, en fonction du parcellaire existant.

La taille maximum de l'ilot est déterminée en fonction du débit d'équipement de la prise en relation avec le débit fictif continu maximum. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation

doit correspondre à une main-d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation .

La taille minimum de l'ilot dépend essentiellement du nombre maximum d'exploitants qui se partagent une seule prise. Afin d'éviter la multiplication de prises individuelles et pour obtenir un débit d'équipement adéquat sans trop sur-dimensionner la prise, il est nécessaire, dans le cas des parcelles de petite taille, de regrouper plusieurs parcelles dans un même ilot.

V.3.1 Calcul hydraulique des borne

La performance hydraulique des bornes dépend du débit qu'elles doivent fournir en amont des parcelles. Le débit que chaque borne doit pouvoir fournir pour desservir un îlot est défini de la manière suivante :

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

Avec : **Q_b** = Débit de la borne

q_s=Débitspécifique(l/s/ha).

S=Superficie d'ilot(ha).

V.3.2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation

La borne d'irrigation est un élément hydraulique essentiel, conçu pour assurer l'acheminement sous pression de l'eau vers les utilisateurs pratiquant l'irrigation, via un réseau de distribution collectif. Chaque îlot est équipé d'une borne, pouvant comporter une ou plusieurs sorties (prises) selon le nombre d'opérations d'arrosage simultanées nécessaires. Cet appareil compact est spécialement conçu pour les réseaux fonctionnant à la demande, et remplit les fonctions suivantes :

- Régulation du débit pour le maintenir à la valeur spécifiée pour l'îlot.
- Ajustement de la pression et absorption des variations accidentelles.
- Distribution de l'eau à un ou plusieurs utilisateurs disposant d'une prise individuelle.

V.3.3 Choix du diamètre de la borne

Tableau V.1 : Choix du diamètre de la borne

Débitfourni(l/s)	Diamètre(m m)
$5\text{l/s} < Q < 8\text{ l/s}$	80
$8\text{l/s} < Q < 11\text{ l/s}$	100
$11\text{l/s} < Q < 20\text{ l/s}$	125

V.3.4 Position des prises

Lors de la création des îlots d'exploitation, il est nécessaire d'attribuer une prise à chaque îlot après le regroupement des parcelles. Une prise desservant une parcelle peut être installée au centre de celle-ci, le long de la façade près de la voie d'accès, à la limite avec une parcelle adjacente, ou à une certaine distance, nécessitant l'utilisation d'une conduite d'approche, positionnée en bordure des parcelles voisines. Pour simplifier le calcul du réseau, il est recommandé de regrouper les débits des prises selon les classes de surfaces irriguées pour les parcelles à débit limité. Toutefois, si chaque prise possède un débit spécifique en fonction de la superficie irriguée, cela entraînerait la création de nombreuses classes, rendant la conception du réseau plus complexe. Dans notre cas, nous avons opté pour 7 classes de prises, définies en fonction des surfaces irriguées. Le tableau suivant présente les classes de prises adoptées pour notre périmètre.

V.3.4.1 Choix de la borne

Le choix du type de borne se fait en fonction de la surface, généralement selon les critères suivants :

- Pour les îlots comprenant entre 4 et 8 parcelles avec une superficie inférieure à 15 hectares, on opte pour une borne à quatre prises (type A4).
- Pour les îlots de deux parcelles avec une superficie inférieure à 15 hectares, on choisit une borne à deux prises (type A2).
- Pour les îlots de deux parcelles avec une superficie supérieure à 15 hectares, on utilise une borne à deux prises (type B).
- Pour les grands îlots, des bornes de type C sont prévues.

Tableau V.2 : Calcul des débits des ilots

N°Ilot	Superficie (ha)	Débit(l/s)	type de la borne	Dbornes (mm)
Ilot 26	4	4.36	A4	65
Ilot 28	12	13.08	A4	100

Ilot 29	19.5	21.26	C	100
Ilot 27	4.5	4.91	A4	65
Ilot 2	20	21.8	C	100
Ilot 31	8	8.72	A4	65
Ilot 34	12	13.08	A4	100
Ilot 105	20	21.8	C	100

Le périmètre d'étude impose 08 bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de 100ha.

Interprétation

Périmètre à irriguer : **100ha**.

Nombre d'ilots : **8**.

Nombre de bornes : **8**.

V.3.4.2 Plan des bornes

Après avoir attribué les prises aux ilots, il est nécessaire de placer les bornes sur le plan des ilots d'exploitation et de regrouper les prises autour de ces bornes. Une borne peut rassembler jusqu'à 4 prises, voire plus dans certains cas. Le plan d'implantation des bornes résulte d'un compromis entre les besoins des utilisateurs et les objectifs de l'organisme d'aménagement, qui cherche à réduire leur nombre afin de limiter les coûts.

Le type de borne est lié au nombre d'exploitant par ilot type, qui sont disponibles au marché :
Borne à quatre sorties :

Servant aux ilots types dont le nombre d'exploitant atteint 3 à 4 exploitants.

- **Notre choix de bornes est arrêté à des bornes de 4 sorties.**

V.4 Choix du matériau

Le choix du matériau pour une canalisation a pour objectif d'optimiser la rentabilité des investissements tout en assurant un fonctionnement optimal des installations, garantissant ainsi une exploitation fiable et une disponibilité continue. Pour cela, plusieurs critères doivent être respectés :

- La performance des conduites hydrauliques (débit, pression).
- La disponibilité du matériau sur le marché.
- Les avantages économiques et la nature du sol.

- a) Les conduites en fonte offrent de nombreux avantages, notamment une grande résistance aux contraintes internes, une excellente protection contre la corrosion et une solidité remarquable. Leur principal inconvénient reste leur coût relativement élevé.
- b) Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) sont largement privilégiées en raison de plusieurs avantages, tels que leur haute résistance à la corrosion, leur légèreté qui facilite l'installation, et leur coût relativement abordable. Toutefois, elles présentent des risques de rupture en cas de soudure défectueuse et peuvent être sensibles à l'écrasement sous la pression du remblai ou en l'absence de pression constante dans la canalisation. Une soudure de qualité est donc essentielle pour éviter toute rupture.
- c) Les conduites en polyester renforcé de fibres de verre (PRV) sont constituées d'un mélange de résine de polyester, de fibres de verre et de matériaux de renforcement.
- d) Le choix du PEHD pour notre réseau est justifié par la large gamme disponible, sa résistance, son étanchéité, et son diamètre inférieur à 300 mm.

Les coefficients de rugosité pour les conduites PEHD d'après les normes :

$$\xi = 0.01 \text{ mm pour } D < 200 \text{ mm}$$

$$\xi = 0.02 \text{ mm pour } D > 200 \text{ mm}$$

V.4.1 Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire

Après avoir défini les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, nous passons à la deuxième étape de calcul : celle du réseau de distribution, allant de l'ouvrage jusqu'aux bornes.

V.4.2 Vitesse admissible

La détermination d'une vitesse admissible dans les conduites permet d'établir un compromis technique en fixant un seuil raisonnable pour le diamètre maximal, ce qui présente plusieurs avantages :

- Réduire le coût des canalisations.
- Éviter les risques associés à des vitesses excessives (érosion) ou trop faibles (dépôts solides).

La vitesse admissible est généralement comprise entre 0,5 m/s pour la vitesse minimale et 2,5 m/s pour la vitesse maximale.

V.4.3 Les pressions à garantir aux bornes

Dans notre réseau d'irrigation goutte-à-goutte destiné aux oliviers, il est essentiel de maintenir une pression adéquate à chaque borne. Pour la micro-irrigation (goutte-à-goutte), la pression à la borne doit être suffisante pour :

- Assurer un minimum de 1 bar pour le fonctionnement des goutteurs.

- Ajouter les pertes de charge dans les rampes et certains appareils, estimées à environ 20% de la charge.
- Compenser la perte liée au système de filtration, qui est généralement de 0,5 bar.

Ainsi, la pression minimale à garantir aux bornes est d'environ 1,8 bar.

V.4.4 Calcul des pressions aux bornes :

Le calcul des pressions s'appuie sur le principe fondamental de Bernoulli, qui décrit le comportement d'un fluide en mouvement entre deux points distincts, notés point 1 et point 2.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \dots\dots\dots \mathbf{V.2}$$

Pressions finales obtenues aux bornes. Dans certains tronçons où la pression dépasse 4 bars, nous recommandons l'utilisation de tuyaux de type PN10. Pour les tronçons où la pression ne dépasse pas 6 bars, des tuyaux de type PN6 seront utilisés.

V. 5 Dimensionnement du Réservoir de stockage

Pour assurer un approvisionnement en eau d'irrigation au bon moment et maintenir une pression hydraulique adéquate, il est nécessaire d'installer un réservoir de stockage. Le calcul du volume de ce réservoir s'effectue comme suit :

$$V_{\text{réservoir}} = Q_f \times T_{nf} \dots\dots\dots V.13$$

Avec :

V réservoir: Volume d'eau d'irrigation (m³).

Q_f : débit forcé (m³/h), Q_f = 0.114 m³/h. T_{nf} : temps de non fonctionnement, égal à 1 heure.

$$A.N : V_{\text{réservoir}} = 0.114 \times 3600 \times 1 = 410.4 \text{ m}^3$$

Nous choisissons un réservoir circulaire d'une capacité de 500 m³ et fixons sa hauteur à 4 mètres, ce qui implique :

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{V}{\pi \times h}} = 12 \text{ m}$$

Le réservoir prévu sera circulaire en béton armé avec une capacité de 1000 m³.

V.6 Dimensionnement du réseau de distribution

V. 6.1 Vitesse admissible

La vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites ne doit dépasser les vitesses admissibles (1,5m/s - 2,00 m/s), pour ne pas provoquer certains inconvénients d'ordre pratique (risques de coups de béliers violents en cas de changements brusque du régime d'écoulement ou difficultés d'alimenter correctement les bornes éloignées).

L'établissement d'une limite de vitesse admissible dans les conduites présente plusieurs avantages techniques :

- Il permet de définir un diamètre maximum raisonnable, conduisant ainsi à des économies sur le coût des canalisations.

- Il prévient les risques liés aux vitesses extrêmes : des vitesses trop élevées peuvent provoquer de l'érosion, tandis que des vitesses trop basses favorisent l'accumulation de dépôts solides.

-La plage de vitesse autorisée se situe généralement entre 1,5m/s (minimum) et 2,0 m/s.

V. 6.2 Calcul des diamètres

Les diamètres des conduites sont déterminés en fonction des débits transportés et des vitesses d'écoulement. La formule de continuité de Chezy permet de calculer un diamètre théorique, qui est ensuite ajusté pour obtenir le diamètre nominal des conduites.

$$\sqrt{\frac{4 \times Q}{V_{adm} \pi}} \times 1000 \dots\dots\dots V.14$$

Avec :

Q : débit exprimé en m³/s,

D : diamètre exprimé en mm ;

V adm : vitesse admissible =1.2 m/s.

V. 6.3 Calcul des pressions

Les pressions sont calculées en utilisant le principe de Bernoulli, qui explique le déplacement fluide réel entre le point 1 et le point 2 :

$$Z_1 + P_1/\rho g + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\rho g + V_2^2/2g + \Delta H \dots\dots\dots V.15$$

- Z_1 et Z_2 : Côte terrain naturel (m) aux points 1 et 2 (en m)
- $P_1/\rho g$ et $P_2/\rho g$: La hauteur de la pression (m) aux points 1 et 2
- $V_1^2/2g$ et $V_2^2/2g$: La hauteur représentative de la vitesse d'écoulement (m) aux points 1 et 2
- ΔH : Les pertes de charges totales (m) entre les 2 point 1 et 2.

V.10.3 Estimation des pertes de charges

Les pertes de charge unitaires, Sont calculées par la formule Hazen-williams.

$$\Delta H_L = j = \left(\frac{3.592}{C}\right)^{1.852} \times L/D^{4.87} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots V.16$$

Avec :

- ΔH_L : perte de charge linéaire .

- L : Longueur de conduite, en m.

- Q : Débit, en m³ /s .

- D : Diamètre, en m.

- C : Coefficient de Hazen -Williams $c=130$ Les pertes de charges totales correspondent aux pertes linéaires augmentées de 10% afin de prendre en considération les pertes de charges singulières.

Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V.8 : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° Du tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Dnormalisé (mm)	Matériau	Vitesse (m/s)	P.d.ctotal (m)	Cote terrain aval
R1-B(2*3000m³)	8648	109	315	PEHD PN16	1.2	46.66	122.12
R1-N1-1	5982	109	315	PEHD PN16	1.2	32.28	122.23
N1-1 –N1	854	109	315	PEHD PN16	1.2	4.606	112.79
N1-Reser1000m³	100	40.4	250	PEHD PN10	0.96	0.408	137.97
Reser1000m³-N2	368	40.4	200	PEHD PN6	1.5	4.414	106.03
N2-Bor2	353	34.125	200	PEHD PN6	1.27	3.133	100.27
N1-1 –Bor3	186	7.875	125	PEHD PN6	0.75	1.125	128.17
N2-Bor1	50	28	160	PEHD PN6	1.63	0.906	109.18
RE2*3000-N4	371	49.2	250	PEHD PN6	1.16	2.00	99.84
N4-N5	256	42	200	PEHD PN6	1.56	3.07	92.46
N5-Bor6	397	35	200	PEHD PN6	1.31	3.40	86.31
N4-Bor4	428	35.2	200	PEHD PN6	1.32	3.70	89.50
N5-Bor5	125	35.01	200	PEHD PN6	1.31	1.07	94.04

Conclusion

Le dimensionnement d'un réseau d'irrigation repose sur une approche méthodique afin d'assurer une distribution optimale de l'eau au sein des exploitations agricoles. Ce processus tient compte de divers éléments tels que la source d'eau, les réservoirs, les conduites, les bornes d'irrigation et les spécificités du système d'irrigation. Il est également essentiel d'adapter les matériaux et les composants du réseau aux besoins spécifiques de chaque projet.

Ainsi, le réseau d'adduction conçu pourra s'adapter à différents systèmes d'irrigation, y compris ceux nécessitant des pressions élevées comme l'aspersion. Cette flexibilité permettra également de diversifier les cultures, favorisant une amélioration des rendements agricoles.

Chapitre VI :

Dimensionnement à la parcelle

VI : Dimensionnement à la parcelle

VI.1 Introduction

Les besoins en eau de chaque culture sont satisfaits par des arrosages réguliers tout au long du cycle végétatif de la parcelle. Pour dimensionner le réseau au niveau de la parcelle, il est d'abord nécessaire de rassembler des informations essentielles telles que la superficie de la parcelle, la pression de service nécessaire, les besoins en eau des cultures, ainsi que la durée maximale de fonctionnement quotidien du système.

VI.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

VI.2.1 Données générales

- **Culture: olivier**, sont besoin de pointe est 194.65mm.
- **Organisation du réseau goutte à goutte:** Avec une espacement de 4 m par 4 m
- **Surface:**1.5ha.
- **Longueur:** 150m.
- **Largeur:**100m.
- **Caractéristiquesdugoutteur:**Débit nominal:4l/h; Pression nominale:1m.c.e
- **Le nombre de goutteurs par arbre :** 2
- **Espacement** $\approx [1 - 2]$ m

VI.2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

a) Impact du taux de couverture du sol

Dans un système d'irrigation goutte à goutte, l'eau est délivrée avec précision sur une zone restreinte, ce qui réduit considérablement l'évaporation directe du sol. Pour prendre en compte cette réduction, un coefficient d'ajustement appelé K_r est appliqué à l'Évapotranspiration Potentielle de la Culture (ETM). Ce coefficient dépend du pourcentage de la surface du sol couverte par les plantes à maturité, qui est généralement d'environ 60%. Le calcul de K_r peut se faire à l'aide de plusieurs formules, et dans notre cas, il a été déterminé de la manière suivante :

Keller et kameli :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots \text{VI.1}$$

Dans notre cas K_r est estimé à 0,7.

83Donc :

$$B_{jl} = B_j * K_r \dots\dots\dots \text{I.2}$$

$B_j = ETMc = B_{\text{pointe}}/30 = 6.48 \text{ mm/j}$ et $B_{jl} = 4.54 \text{ mm/j}$.

VI.2.3 Dose nette pratique

Dans un système d'irrigation goutte à goutte, il est important de définir une fraction ou un pourcentage d'humidification dans la zone racinaire. La dose d'humidification (RFU) est déterminée par la hauteur d'eau P , qui correspond à la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le sol à un niveau d'humidité optimal, favorisant ainsi la croissance des cultures.

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a * P\% \dots\dots\dots \text{VI.3}$$

H_{cc} : humidité à la capacité au champ (27%).

- H_{pf} : humidité au point de flétrissement (16%).
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3).
- Z : profondeur d'enracinement en (1,8m) .
- d_a : la densité apparente $\approx 1,4$.

P : Pourcentage du sol humidifié :

$$P = \frac{n * S_{pd} * S_h}{S_a * S_r} \dots\dots\dots \text{VI.4}$$

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

- S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (1.5m)
- S_h : Largeur de la bande humidifiée d'après la table, on a $S_h = 1\text{m}$
- S_r : Ecartement entre rangs d'arbre = 4m.
- S_a : espacement des arbres sur les rangs= 4m

$$P = \frac{2 \times 1.5 \times 1}{4 \times 4} = 0.1875 \approx 19\%$$

$$D_p = (27 - 16) / 100 \times \frac{2}{3} \times 1800 \times 1.4 \times 0.19 = 31.92 \approx 32\text{mm}$$

V.2.4 Fréquence et intervalle des arrosages (Fr)

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bj} \dots\dots\dots VI.5$$

$$Fr = \frac{32}{4.54} = 07j .$$

VI.2.5 Calcul de la dose réelle

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = Bj_m \times Fr \dots\dots\dots I.6$$

$$Dr = 4.54 \times 7 = 31.78 \text{ mm}$$

VI.2.6 Calcul de la dose brute

$$D\text{-brute} = \frac{Dr}{Eff \times Cu} \dots\dots\dots VI.7$$

Avec :

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

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

$$Dbrute = \frac{31.78}{0.9 \times 0.9} = 39.23 \text{ mm}$$

VI.2.7 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)

$$\theta = \frac{Dbrute \times Sd \times Sr}{n \times Qg} \dots\dots\dots I.8$$

$$\theta = \frac{39.23 \times 4 \times 1.5}{2 \times 4} = 29.4 \text{ h/j}$$

VI.3 Calcul Hydraulique

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

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

L'écart maximal de pression :

$$dq = K \cdot x H^{x-1} \cdot dH \dots\dots\dots I.9$$

Avec: $x = 0.5$ (caractéristique du goutteur) ; $q = K \cdot h^x$

$$\frac{\Delta q}{q} = x \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots VI.10$$

$$H(n) \text{ pression nominale } x = 0.5 \quad \text{donc} \quad 0.1 = 0.5 \cdot \Delta H(\max) / 10$$

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

D'après la règle de Christiansen, une variation de 10 % de ΔH singulières correspond à 0,2 m, tandis que 1,8 ΔH linéaire équivaut à 1,8 m. Ainsi, pour les rampes, cela donne 2/3 de 1,8 m, soit 1,2 m, et pour le porte-rampe, cela représente 1/3 de 1,8 m, soit 0,6 m.

VI.3.1 Les débits de rampes et la porte rampe

$$\text{Débit de la rampe : } Q_r = N_g \times Q_{gr} \dots\dots\dots \text{I.11}$$

$$\text{Débit de la porte rampe : } Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots \text{VI.12}$$

➤ Nombre des arbres par rampe

$$N_{A/r} = \frac{L_r}{Ea} = \frac{100}{4} = 25 \text{ arbres} \dots\dots\dots \text{VI.13}$$

$$\text{➤ Nombre des goutteurs par rampe } N = N_{A/r} \times N_g = 25 \times 2 = 50 \dots\dots\dots \text{I.14}$$

$$\text{➤ Nombre des rampes } N_r = L_{\text{terrain}} / Ea = 150 / 4 = 38 \dots\dots\dots \text{VI.15}$$

$$\text{Alors : } Q_r = N_g \times Q_{gr} = 50 \times 4 = 200 \text{ l/s} = 5.56 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots \text{VI.16}$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r = 200 \times 38 = 7600 \text{ l/s} = 0.0021 \dots\dots\dots \text{VI.17}$$

VI.3.2 Calcul des Diamètres des rampes et la porte rampe

➤ Diamètre de la rampe

On calcule le diamètre d'une rampe de la manière suivante :

$$\varnothing_r = \left[\frac{p.d.c(r).2.75}{0.478.Q(r)^{1.75}.L(r)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots \text{I.18}$$

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 $L_r = 100$ m Pour les rampes ; et $L = 150$ m Pour les porte rampes.
- $\varnothing_r$ (cal) : le diamètre de rampes.
- $\varnothing_{pr}$ (cal) : le diamètre de porte rampe.

$$\varnothing_r = \left[\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 100 \times 200^{1.75}} \right]^{-1/4.75} = 12.36 \text{ mm}$$

Nous utilisons un diamètre normalisé : DN = 16 mm.

➤ **Diamètre de porte rampe**

$$\phi_{pr} = \left[\frac{p.d.c(r).2.75}{0.478.Q(pr)^{1.75}.L(pr)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots \mathbf{I.19}$$

$$\phi_{pr} = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 150 \times 7600^{1.75}} \right]^{-1/4.75} = 59.51 \text{ mm}$$

Nous utilisons un diamètre normalisé : DN = 75mm.

VI.3.3 Vérification des pertes de charges

Les Perte de charge selon hazen- williams :

$$\Delta H_L = (3,592 / C)^{1.852} \times L / D^{4.87} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots \mathbf{I.20}$$

- ΔH_L : perte de charge linéaire.
- L : Longueur de conduite, en m .
- Q : Débit, en m³ /s • D : Diamètre, en m
- C : Coefficient de Hazen -Williams c=140.

➤ **Pour les rampes**

On trouve $\Delta H_{rampe} = 0.42 \text{ m} < 1.2 \text{ m}$ (vérifiée)

➤ **Pour les porte-rampes**

$\Delta H = 0.56 \text{ m} < 0,6 \text{ m}$ (vérifiée)

On prend un diamètre supérieur D=75 mm $\Rightarrow \Delta H = 0,56 \text{ m} < 0,6 \text{ m}$ (vérifiée)

Tableau VI. 1:Récapitulatif du réseau d'irrigation goutte à goutte

Conduites	La rampe	Porterampe	C.tertiaire
Longueur(m)	100	150	10
Diamètre(m)	20	75	75
Débit(m ³ /s)	5.56* 10 ⁻⁵	0.0021	0.0021
Pertesde charge(m)	0.42	0.56	0.037

D'après le tableau IV.1, on observe que les pertes de charges totales ($\Delta H_t = 0,42 + 0,56 + 0,037 = 1,017 \text{ m} < 1.8 \text{ m}$) sont dans les limites établies par la règle de Christiansen.

VI.4 Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion

Le système d'irrigation par aspersion fonctionne en alimentant des rampes équipées d'asperseurs via un réseau de canalisations depuis un point de prélèvement d'eau. Avant de concevoir ce type de système, il est essentiel de prendre en compte plusieurs facteurs, notamment le choix de la culture à irriguer et les caractéristiques particulières de la parcelle. Ces données permettent d'ajuster la disposition des asperseurs afin d'assurer une répartition uniforme de l'eau sur toute la surface cultivée.

VI.4.1 Choix de la culture

La culture sélectionnée est l'orge grain en raison de ses avantages économiques et agronomiques, avec un besoin net maximal en mai, équivalant à **116.34** mm par mois.

VI.4.2 Choix de parcelle

La parcelle sélectionnée pour l'irrigation par aspersion est P2, située dans l'ilot N02, avec une superficie de 1.2 hectare. La parcelle est rectangulaire avec des dimensions de 120m x 90m et est alimentée par la borne N°5 qui a une pression de plus de 4 bars.

Note : la durée du travail est de 22 heures par jour sur une période de 26 jours par mois.

VI.4.3 Calcul de la Dose pratique RFU

$$\text{RFU} = Y \times (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \times \text{Da} \times Z \dots\dots\dots \text{I.21}$$

Y: degré de tarissement : égal à 2/3 .

- Da: densité apparente : égale à 1.4.
- Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm).
- Hcc: humidité à la capacité au champ (28%) .
- Hpf : humidité au point de flétrissement (16%).

$$\text{A.N :} \quad \text{RFU} = 2/3 \times (0.28 - 0.16) \times 1.4 \times 600 = 67.2 \text{ mm.}$$

VI.4.4 Dimensionnement de l'asperseur

VI.4.4.1 Choix du diamètre de la buse

D'après la fiche technique d'un arroseur Perrot, nous avons opté pour le diamètre de 4,2 mm avec une pression de 3 bars, ce qui nous permet d'atteindre une portée théorique de 15 m.

VI.4.4.2 Calcul de la portée du jet (L)

La portée des asperseurs indique la distance maximale qu'ils peuvent couvrir avec de l'eau projetée, elle est calculée à l'aide de la formule empirique suivante :

$$L=3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots \text{VI.22}$$

Avec :

- d : diamètre de la buse (mm).
- h : pression à la buse (m).

$$L=3 \times 4.2^{0.5} \times 30^{0.25} = 14.39 \text{ m, d'après Perrot } L \approx 15 \text{ m .}$$

VI.4.4.3 Écartement entre les rampes et arroseurs

Selon les normes américaines, l'espacement maximal entre les lignes d'arrosage dépend de la vitesse du vent et est défini comme suit : En fonction des conditions de vent dans notre région d'étude, nous obtenons ainsi les valeurs suivantes :

-El = 1.2 x 15 = 18 mètres.

- Ea = 0.8 x 15 = 12 mètres.

Le réseau d'irrigation par aspersion a un écartement final de 12 x 18 mètres.

VI.4.4.4 Vérification de la pluviométrie de la buse

➤ Débit de l'asperseur

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times \sqrt{2 \times g \times h} \dots\dots\dots \text{I.23}$$

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.2 \times 10^{-3})^2}{4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} = 1.15 \text{ m}^3/\text{h} .$$

➤ Vérification de la pluviométrie de l'asperseur

La relation suivante permet d'évaluer la pluviométrie horaire p en mm/h :

$$P = \frac{Q}{El \times Ea} = \frac{1.15 \times 1000}{12 \times 18} = 5.32 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{I.24}$$

Ainsi, le choix du diamètre de la buse garantira une pluviométrie de $P \leq K = 7.2 \text{ mm/h}$

VI.4.4.5 Détermination des paramètres d'arrosage

➤ Calcul du tour d'eau

La durée du tour d'eau représente le temps nécessaire pour irriguer l'ensemble des parcelles.

$$Teau = dosep \times Nj / Bbp \dots\dots\dots \text{I.25}$$

Avec :

- Nj = 26 jours.
- Besoin de pointe = 116.34 mm .
- Dose nette pratique = 72.8 mm.

$$\text{Donc : } Teau = \frac{72.8 \times 26}{116.34} = 16 \text{ j} .$$

- Le calcul indique un tour d'eau de 16 jours. Soit donc 2 irrigations par mois.

➤ Calcul de la dose réelle

$$Dr = Teau \times \text{la dose journalière} \dots\dots\dots \text{I.26}$$

$$Dr = 15 \times \frac{116.34}{30} = 58.17 \text{ mm.}$$

➤ Calcul de la dose brute

$$Db = \frac{Dr}{eff} \dots\dots\dots \text{VI.27}$$

$$\text{A.N : } Db = \frac{58.17}{0.75} = 77.56 \text{ mm.}$$

➤ Temps d'arrosage

$$Ta = \frac{Db}{p} \dots\dots\dots \text{VI.28}$$

$$\text{A.N : } Ta = \frac{77.56}{5.32} = 14.58 \text{ h/j}$$

Etant donné que le temps d'arrosage est de 14 heures par jour, chaque asperseur sera assigné à un seul poste pendant cette période.

➤ Calcul du débit d'équipement

$$Q_{eq} = \frac{S \times B \times 10}{Nj \times n \times Ta \times eff} \dots\dots\dots \text{VI.29}$$

- Q_{eq} : débit d'équipement en m³ /h.
- S : Surface de parcelle en ha.
- B : besoin net de mois de point de mois de la culture choisi.
- T : Tour d'eau en heures.
- N : nombre de position d'un asperseur par jour.

$$\text{A.N : } Q_{eq} = \frac{1.2 \times 116.34 \times 10}{26 \times 1 \times 14 \times 0.75} = 5.11 \text{ m}^3/\text{h.}$$

VI.4.5 Calculs hydrauliques

VI.4.5.1 Dimensionnement hydrauliques des rampes

$$Lr = \text{largeur du terrain} - Ea/2 \dots\dots\dots \text{I.30}$$

- Lr: longueur de la rampe en m.
- Ea : Écartement entre asperseurs dans la même rampe en m.

$$\text{A.N : } Lr = 84$$

➤ Nombre d'asperseurs par rampe

$$Nasp/r = \frac{Lr}{Ea} \dots\dots\dots \text{VI.31}$$

$$\text{A.N : } Nasp/r = \frac{84}{12} = 7 \text{ asperseur par rampe.}$$

➤ **Nombre de rampe**

On travaille par une seule rampe

✓ **Débit de la rampe**

$$Q_r = Q_{asp} \times N_{asp} \dots\dots\dots \text{I.32}$$

$$A.N : Q_r = 1.15 \times 7 = 8.05 \text{ m}^3/\text{h} = 0.0024 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ **Calcul du Diamètre de la rampe**

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \dots\dots\dots \text{VI.33}$$

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

On considère que $v = 1,5$ m/s et on calcule D_{pr} .

Donc : $D_r = 45$ mm. Le diamètre normalisé est choisi de **50 mm**.

VI.4.5.2 Dimensionnement de la porte rampe✓ **Longueur de la porte Rampe**

$$L_{pr} = \text{Longueur de terrain} - E_r/2 = 120 - 18/2 = 111 \text{ m} \dots\dots\dots \text{VI.34}$$

✓ **Débit de porte rampe**

$$Q_{pr} = Q_{asp} \times N_{asp} / \text{rampe} \times N_{rampe} \dots\dots\dots \text{VI.35}$$

$$Q_{pr} = 0.0024 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ **Calcul du Diamètre de la porte rampe :**

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} \dots\dots\dots \text{VI.36}$$

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0.0024}{\pi \times 1.5}}$$

Donc : $D_{pr} = 45$ mm. Le diamètre normalisé est choisi de **63 mm**.

VI.4.5.3 Calcul des pertes de charge

On calculera les pertes de charges en utilisant la formule de Hazen-Williams :

$$\Delta H_L = J = (3,592 / C)^{1.852} \times L / D^{4.87} \times Q^{1.852} \dots\dots\dots \text{I.37}$$

Avec :

- J = Perte de charges linéaire en m
- C: Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD)

- D : Diamètre en m
- L : longueur de la conduite en m.

Pour les rampes : $J_r = 3.56$ m Pour les porte rampes : $J_{pr} = 1.54$

Tableau VI. 2:Récapitulatif du réseau d'irrigation par aspersion.

Conduites	La rampe	Porterampe	C.tertiaire
Longueur(m)	84	111	10
Diamètre(m)	50	63	63
Débit(m ³ /s)	0.0024	0.0024	0.0026
Pertesde charge(m)	3.56	1.54	0.13

D'après le tableau VI-2, les pertes de charges totales dans tout le réseau sont de 5.23m, c'est-à-dire 19% de la pression de service qui est de 30m (3 bars), la règle de Christiansen est donc respectée .

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné la conception de deux systèmes d'irrigation : le goutte-à-goutte pour les oliviers et l'asperseur pour la culture de l'orge. Ces techniques sont adaptées pour optimiser l'efficacité de l'arrosage en fonction des besoins spécifiques de chaque culture. En conclusion, l'adoption de ces systèmes constitue un progrès notable vers une agriculture durable. En combinant ces deux méthodes d'irrigation, nous surmontons les défis liés à la gestion des ressources en eau tout en augmentant les rendements agricoles, ce qui assure une meilleure rentabilité pour les agriculteurs.

Chapitre VII :

Calcul technico-économique

VII : Calcul technico-économique

VII .1 Introduction

L'analyse économique et financière d'un projet d'irrigation permet de fournir les informations nécessaires à l'évaluation de son coût et, par conséquent, de sa faisabilité. Les calculs technico-économiques englobent l'ensemble des dépenses liées à l'exploitation et à la maintenance, dans le but d'évaluer de manière précise son financement et de planifier les investissements de façon optimale. Ce chapitre a pour objectif principal d'estimer le coût global d'un aménagement hydro-agricole, depuis le système de pompage jusqu'à la distribution de l'eau aux parcelles.

VII.2 Différents type de travaux à entreprendre

VII.2.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau de distribution

Les travaux d'installation de l'ensemble du chantier d'irrigation sont indispensables avant le démarrage de tout projet. Ils englobent plusieurs étapes techniques, allant de la préparation du terrain à l'installation des équipements d'irrigation :

❖ Réalisation des tranchées

Cette étape de terrassement consiste à creuser des tranchées à l'aide d'une pelle hydraulique. Les matériaux excavés sont déposés d'un côté de la tranchée, tandis que l'autre côté est laissé libre pour l'installation des conduites. Il est essentiel de s'assurer que les tranchées respectent les profondeurs et largeurs spécifiées dans le projet.

▪ Pose du lit de sable

Dans notre cas, un lit de sable d'une épaisseur de 15 cm sera placé au fond de la tranchée. Avant d'installer les conduites, il est crucial d'étaler une couche uniforme de sable propre et tamisé. Ce lit de sable a pour rôle principal de fournir un support stable et de protéger les conduites contre les mouvements du sol.

▪ Pose des conduites

Il est d'abord indispensable de trier les conduites pour éliminer celles endommagées par des chocs éventuels. Les conduites sont ensuite abaissées lentement au fond de la tranchée à l'aide d'un équipement de levage adapté. Un contrôle régulier de l'alignement des tuyaux est essentiel pour éviter tout problème lors des connexions et garantir un alignement correct, permettant ainsi un fonctionnement optimal du système.

▪ Jointage et soudure de la canalisation

Le Jointage et la soudure des canalisations sont effectués pour garantir une étanchéité parfaite et une connexion solide entre les différentes sections de tuyaux. Il est essentiel de réaliser un test de pression sur les conduites et leurs raccords avant de procéder au remblaiement. Ce test, effectué à l'aide d'une pompe d'essai, consiste à remplir la conduite d'eau sous une pression équivalente à 1,8 fois la pression prévue en fonctionnement normal. Cela permet d'identifier et de corriger toute fuite ou faiblesse au niveau des joints.

▪ Remblayage des tranchées

Le remblayage des tranchées est une étape de terrassement consistant à recouvrir les conduites avec le matériau extrait lors de l'excavation. Ce remblaiement se fait en couches successives, chaque couche étant soigneusement compactée pour prévenir tout affaissement futur, tout en assurant la protection des conduites et la stabilité du sol au-dessus.

▪ Nivellement et compactage

Une fois le remblayage terminé, on procède au nivellement, qui consiste à redistribuer la terre pour ramener la surface du terrain à son état initial ou à la configuration requise. Le compactage qui suit vise à augmenter la densité du sol, afin de prévenir tout tassement ultérieur. Ce processus est essentiel pour garantir la stabilité du sol et éviter toute déformation susceptible d'endommager les conduites enterrées.

▪ Largeur du fond de la tranchée

La largeur de la tranchée, déterminée en fonction du diamètre de la conduite, garantit un espace suffisant pour son installation et est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$B = d + 0.6 \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{I.1}$$

Avec : **B** : largeur de la tranchée (m).

d : diamètre de la conduite (m).

▪ Profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit être précisément déterminée pour permettre des raccordements appropriés et éviter toute interférence avec d'autres conduites. Cela assure une installation correcte et réduit les risques de problèmes ou de dommages futurs.

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

Avec :

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

e : hauteur du lit déposé (m)=0,1m.

d : diamètre de la conduite(m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite =0,8m.

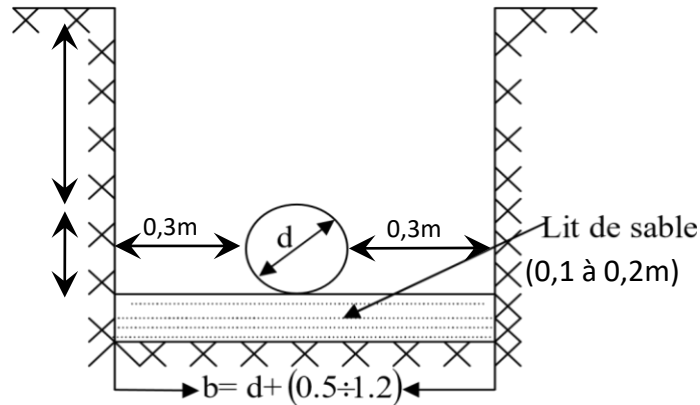


Figure VII.1 : Schéma d'une tranchée

Les sections des tranchées

$$\text{Str} = B \times \text{Htr} \dots\dots\dots \text{VII.}$$

Avec : **Htr** : Profondeur total de la tranchée (m).

B : Largeur du fond de la tranchée (m).

VII.2.2.1 Volume du déblai

$$\text{Vd} = (B \times \text{Htr}) \times L \dots\dots\dots \text{I.4}$$

Avec :

Vd : Volume du déblai (m³)

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

Htr : La hauteur de la tranchée (m).

TableauVII-1 :Calcul du volume du déblai pour les canalisations du réseau.

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Hauteur (m)	Largeur (m)	Vdéblais (m3)
315	7968	1.30	0.760	7872.38
250	100	1.30	0.760	98.8
200	368	1.20	0.800	353.28
200	353	1.20	0.800	338.88
125	186	1.10	0.725	148.34
160	50	1.10	0.725	39.88

Interprétationdutableau:

Le volume total du déblai est **Vd= 8851.56m3**

VII.2.2.2 Volume occupé par les conduites

$$\mathbf{V_{cond} = S_c \times L \dots\dots\dots I.5}$$

Avec : **Vcond**: Volume du déblai (m3).

Sc : Section de la conduite (m).

L : Longueur de la tranchée (m).

VII.2.2.3 Volume du lit de sable

$$\mathbf{V_{sable} = h_{sa} \times L \times b \dots\dots\dots I.6}$$

Avec :

Hsa : la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 mètres.

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

TableauVII-2 :Calcul du volume du sable pour les canalisation du réseau .

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Hsable (m)	Largeur (m)	Vsables (m3)
315	7968	0.1	0.760	605.57
250	100	0.1	0.760	7.6
200	368	0.1	0.800	29.44
200	353	0.1	0.800	28.24
125	186	0.1	0.725	13.49
160	50	0.1	0.725	3.63

Interprétationdutableau:

Le volume total du sable est **Vs=687.97m³**.

VII.2.2.4 Volume du remblai

$$V_r = V_d - (V + V_s) \dots\dots\dots \text{I.7}$$

Avec :

V_r : Volume du remblai (m³).

V_d : volume du déblai (m³).

V_s : Volume du sable(m³).

V : Volume occupé par la conduite (m³).

$$V = \left(\pi \times \frac{D^2}{4} \right) * L \dots\dots\dots \text{I.8}$$

TableauVII-3: Calcul du volume de remblai pour les canalisation de distribution

Diamètre (mm)	Vconduites (m ³)	V déblais (m ³)	Vsables (m ³)	Vremblais (m ³)
315	620.96	7872.38	605.57	9098.91
250	4.91	98.8	7.6	111.31
200	11.56	353.28	29.44	394.28
200	11.09	338.88	28.24	378.21
125	2.28	148.34	13.49	164.11
160	1.01	39.88	3.63	44.52

Interprétation du tableau:

Le volume total du remblai est: **Vr=10191.34 m³**

VII.3 Estimation de coût total du projet

VII.3.1 Estimation du coût de pose de canalisation:

TableauVII-4 : Estimation du coût de pose de canalisation du réseau

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire TTC (DA/m ³)	Montant TTC (DA)
Déblai du terrain	m ³	8851.56	400	3540624
Lit Disable	m ³	687.97	2500	1719925
Remblai	m ³	10191	650	6624150

Interprétation du tableau :

Le coût total (HT) des travaux publics est: **11 884 699 DA.**

Avec (19%) de T.V. le prix total T.T.C est: **14 142 791.81 DA**

VII.3.2 Estimation du coût des conduites du réseau**TableauVII-5:Estimation du coût des conduites du réseau**

	Désignation des travaux	U	QUANT.	P.U en DA	P.T en DA
	Canalisation				
	Transport fourniture et pose des conduites en PEHD PN 16 bars et PN10 bars pour adduction				
	Conduite d'adduction Diametre315 en PEHD PN16 bars	ML	8648	9 000,00	77 832 000,00
	Conduite d'adduction Diametre250 en PEHD PN10 bars	ML	100	5 200,00	520 000,00
				Total	78 352 000.00
	Désignation des travaux	U	QUANT.	P.U	P.T
	transport Fourniture et pose des conduites en PEHD PN 6 bars pour réseau de distribution				
	DN 125	ML	186	1 181,00	219 666,00
	DN 160	ML	50	1 700,00	85 000,00
	DN 200	ML	1 927	1 824,00	3 514 848,00
	DN 250	ML	371	2 278,00	845 138,00
				Total	4 664 652,00

Interprétation du tableau:

Le coûttotal(HT)destravaux public est : **83 016 652 DA.**

Avec (19%)de T.V.A le prix total T.T.Cest:**98789815.88DA.**

VII.3.3 Estimation du coût desbornesd'irrigation

Pour notre réseau d'adduction , nous avons 5 bornes de type A4 , et 3 bornes de type C
L'estimation des coûts de ces bornes sont présentés dans le tableau suivant :

TableauVII-6:Estimation du coût des bornes d'irrigation.

Désignation des travaux		QUANT.	P.U	P.T
Bornes d'irrigation de 04 sorties et stabilisateur de pression et Battare d'eau				
Transport, fourniture et pose des bornes d'irrigation DN 150 avec sortie de DN 65 y compris (limiteur de débit et de pression, compteur, bride et collet, manchette, raccord)		5,00	500 000,00	2 500 000,00
Transport, fourniture et pose des bornes d'irrigation DN 100 avec sortie de DN 65 y compris (limiteur de débit et de pression compteur, bride et collet, manchette, raccord)		1,00	400 000,00	400 000,00
Transport, fourniture et pose de stabilisateur de pression aval PN16 avec bride et collet, et compris toutes sujétion DN 125		1,00	500 000,00	500 000,00
TVA(DA)	646 000			
TTC (DA)	4 046 000			

Avec (19%)de T.V.A le prix total T.T.C:**4 046 000DA**

VII.3.4 Devis du réseau d'irrigation localisée

Il s'agit des équipements situés en aval de la borne d'irrigation, faisant partie du réseau de distribution collectif ou individuel. Ces dispositifs sont de nature individuelle et appartiennent à chaque exploitant.

L'équipement d'un réseau localisé au niveau de la parcelle comprend les accessoires suivants.

TableauVII-7: Estimation du coût des goutteurs

Caractéristiques d'appareil	Unite	Quantité	Longueur des rampes	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Ecartement 1m avec goutteur	Ml	50	100	10	50000

TableauVII-8: Estimation du coût des portes rampes

Caractéristique d'appareil	Unité	Diamètre(mm)	Longueur(m)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Porterampe	Ml	75	150	610	91500

Le devis du réseau d'irrigation localisée est : **141500 DA**

Avec (19%) de T.V.A le prix total T.T.C est : **168385 DA**

VII.4 Le réservoir de stockage

Les travaux de terrassement, de bétonnage, de maçonnerie, ainsi que les travaux secondaires et les matériaux requis sont entièrement compris dans la construction du réservoir de stockage.

TableauVII-10: Estimation du coût du réservoir de stockage.

Désignationdestravaux	Unite	Quantité	Prix unitaire	Montant
*Terrassements				
Décapage de la terre végétale	M3	120	500.00	60000,00
Déblai	M3	160	600.00	96000,00
Remblai	M3	110	600.00	60000,00
*Béton armé	M3	100	45000.00	4500000,00
*Aménagement extérieur et Divers				
Portail métallique	U	1	170000.00	170000,00
Electricités	U	20	10000.00	200000,00
Peinture	M2	300	1000.00	300000,00
Mur de clôture	M2	60	3000.00	180000,00
Revêtement	M2	30	25000.00	750000,00
Total			6316000,00	

VII.5 Bassin en terre 2*3000 m3**Tableau VII-11:** Estimation du coût du bassin en terre 2*3000 m3

DESIGNATION	MONTANT HT
Terrassement (Bassin en terre)	960 000,00
Construction en béton armé	
TOTAL	15 860 000,00
TOTAL1 HT	33 640 000,00
TVA 19% (DA)	6 391 600,00
TTC (DA)	40 031 600,00

VII.6 Vidange

Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau et ne sont envisagées que pour les diamètres supérieurs ou égaux à 200 mm.

- **Stabilisateur de pression**

Les stabilisateurs de pression aval, insérés sur la conduite aux endroits à partir desquels il est nécessaire

de diminuer la pression. Ils stabilisent cette dernière à une valeur de consigne donnée tant que la pression d'entrée lui est supérieure, et ceci quel que soit le débit véhiculé par la conduite. Uniquement "hydrauliques", ces appareils sont autonomes et fonctionnent sans apport d'énergie électrique.

TableauVII-12:

Désignation des travaux		QUANT.	P.U	P.T
Ventouse a trois fonctions et vidange				
VENTOUSES A TROIS FONCTIONS DN80				
Transport, fourniture et pose de				
Ventouse trois fonction DN 80		14,00	150 000,00	2 100 000,00
Robinet vannes DN 80		14,00	17 000,00	238 000,00
Té réduit DN 315/90		14,00	25 000,00	350 000,00
Bride et collet DN 90		14,00	2 304,00	32 256,00
VIDANGE				
Transport, fourniture et pose de				
Robinet vannes de vidange DN 100		14,00	17 000,00	238 000,00
Té réduit DN 315/110		14,00	25 000,00	350 000,00
Bride et collet DN 110		28,00	10 000,00	280 000,00
Manchette en pehd longueur L=1,20m		14,00	5 000,00	70 000,00
Total HT(DA)	3 658 256,00			
TTC 19%(DA)	695 068.64			
Total TTC(DA)	3 353 324.64			

VII.7 Devis estimatif du projet

Le devis total des travaux est présenté en détail dans le tableau ci-dessous :

TableauVII-12: Devis estimatif total .

Travaux	Montant(DA)
Canalisation du réseau	14 142 791.81
Conduites du réseau	4 664 652
Bornes d'irrigation	4 046 000
Irrigation localisé	168 385
Réservoir	6 316 000
Bassin en terre 2*3000m3	40 031 600
MontantTTC	88 442 108.06

Conclusion

L'analyse économique joue un rôle fondamental dans l'évaluation de la faisabilité des projets d'aménagement hydro-agricole. Elle met en évidence l'importance d'une estimation rigoureuse des coûts pour une planification optimale des ressources. Une gestion adéquate des coûts assure non seulement la réussite du projet, mais favorise également un développement agricole durable et l'amélioration des conditions de vie des agriculteurs.

Le coût total du projet d'aménagement du périmètre d'Ouarizane a été établi à la somme de : Quatre –vingt-huit millions quatre cent quarante-deux mille et cent huit dinars algériens.

Conclusion générale

Cette étude souligne les défis majeurs auxquels l'Algérie fait face en matière de gestion de l'eau, en se concentrant particulièrement sur la région d'Ouarizane wilaya de Relizane. Dans cette zone, l'irrigation agricole traditionnelle repose sur des pratiques individuelles et l'exploitation des ressources en eau disponibles. Cependant, cette approche fragmentée a révélé ses limites en termes d'efficacité et de durabilité.

Le principal objectif de cette étude était de proposer une solution innovante visant à optimiser l'exploitation des terres agricoles à Ouarizane tout en rationalisant l'utilisation des ressources en eau, qu'elles soient conventionnelles ou non conventionnelles. La création d'un périmètre d'irrigation moderne constituait l'élément central de cette proposition.

Suite à cette analyse, ainsi qu'à celle des sols de la région, nous avons pu sélectionner des cultures adaptées à ces conditions, telles que le blé, l'orge, ainsi que certaines cultures maraîchères et arboricoles. Cela nous a permis d'évaluer les besoins en eau de la zone.

En tenant compte des spécificités du terrain de notre région, nous avons opté pour un système d'adduction mixte sous pression. Ce système associe le pompage vers un réservoir de stockage à une distribution gravitaire vers les parcelles agricoles. Nous avons également mis en avant l'importance d'intégrer des techniques modernes, telles que l'irrigation par aspersion pour les cultures céréalières et fourragères, ainsi que le goutte-à-goutte pour l'arboriculture et les cultures maraîchères. Cette approche globale vise à optimiser l'utilisation des ressources en eau et à promouvoir une agriculture durable et productive dans la région.

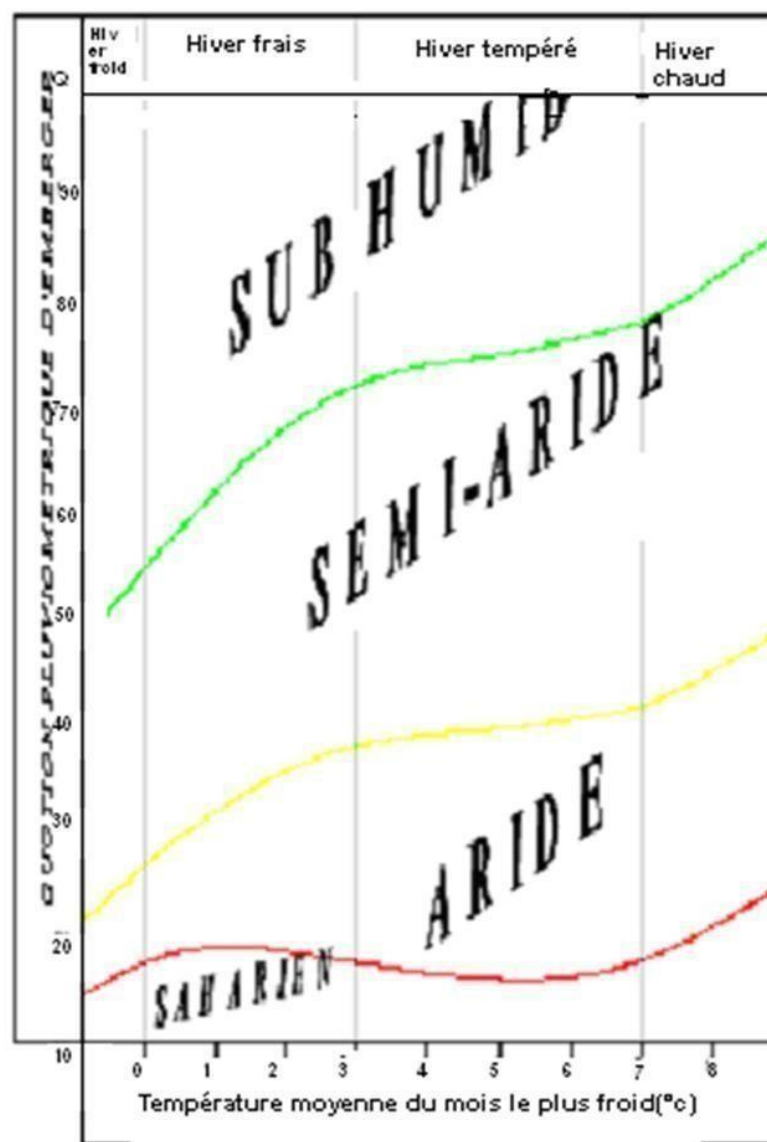
À la fin de ce projet, nous avons réalisé une analyse détaillée des coûts liés aux différentes opérations d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Ouarizane. Selon nos estimations, la valeur totale de notre projet est évaluée Quatre –vingt-huit millions quatre cent quarante-deux mille et cent huit dinars algériens.

Références Bibliographiques

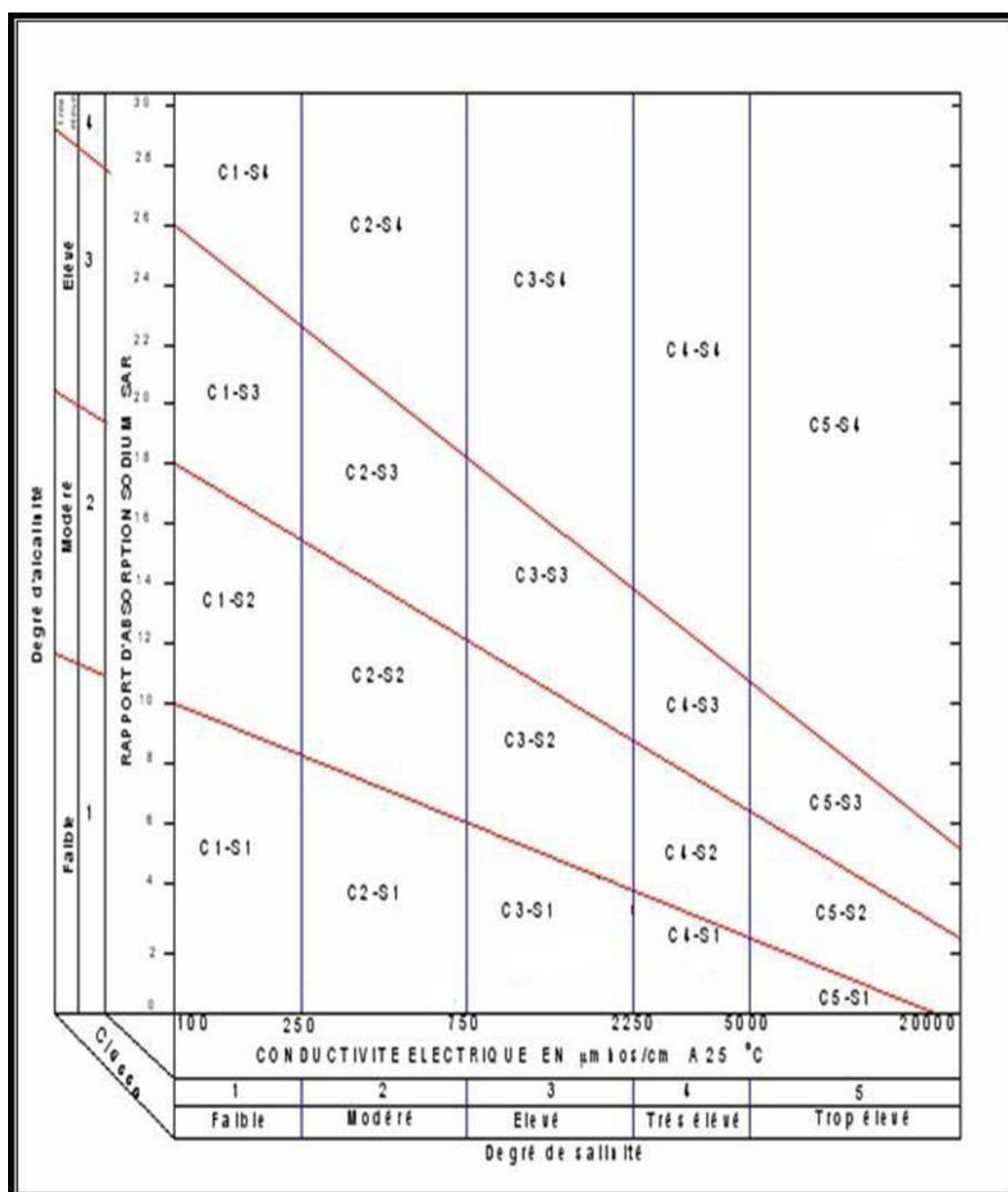
- Touaibia 2004 : Manuel d'hydrologie. - FAO 1975.
- Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24.
- HETTAK Nesrine :Etude d'aménagement hydro-agricole du périmètre Achaacha à partir du barrage kramis (W.Mostaganem). Blida: ENSH,2020.
- BENDEDDOUCHE Mohammed Ismail :Etude du périmètre d'irrigation d'AIN HOUTZ (100ha) à partir de la step communeChetouane wilaya de Tlemcen .Blida ;ENSH 2023.
- BADRI Dhaie Eddine : Etude du périmètre de Hassani Abdelkrim (secteur B) à partir de la step d'EL OUED (190ha) .Wilaya de OUED SOUF .Blida ;ENSH 2023.
- BRIK SEYF EL ISLEM. (MFE 2023). ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRED'IRRIGATION DE CHALGHOUM LAID (SECTEUR OUEST) (160ha) A PARTIR DU BARRAGE HAMMAM GROUZ (W- MILA).ENSH
- Direction des ressources en eau de la Wilaya de Relizane .Etude pour la réalisation des conduites pour l'irrigation des terres agricoles à Ourizane par les eaux traitées de la station d'épuration de Mazouna (2022).
- Cours et exercices corrigés Drainage et Assainissement agricole.MmeBahbough Leila ;Mme AziezOuahiba 2021-2022 .
- TAZI Abd El Majid (MFE 2023) .Etude de la projection d'un système d'irrigation agricole du périmètre du moyen Cheliff secteur 'c' (120ha) irrigué à partir du barrage d'OUM Droua (W.de Chlef) .ENSH
- GUETARI Ahmed (MFE 2024) .Etude d'aménagement du périmètre de Raouraoua (200ha) à partir du barrage de Lakehal (W.Bouuira).ENSH.

ANNEXES

Annexe I : Classification du climat selon l'indice de Gaussen.



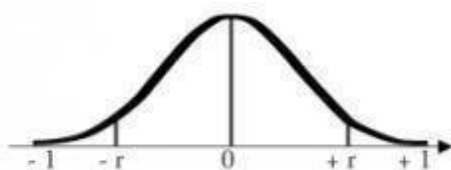
AnnexeII: Diagramme de classification des eaux d'irrigation



Annexe III : Nouvelle gamme des asperseur de type Perrot

Diamètres des buses	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	P (bar) 2,5 	P (bar) 3,0 	P (bar) 3,5 	P (bar) 3,5 	P (bar) 4,0 	P (bar) 4,0 	P (bar) 4,5 	P (bar) 4,5 		
mm	Portée en m					Distances entre arroseurs									
4.2	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4.5	15.0	15.4	15.8	16.3	16.9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4.8	15.4	15.8	16.2	16.6	17.0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5.0	15.8	15.9	16.3	16.7	17.3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5.2	16.0	16.4	16.6	16.8	17.4	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6.0	16.4	16.5	16.7	17.2	17.6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7.0**	16.8	17.0	17.2	17.3	17.8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
ZB 22/ZB 22W	Consommation d'eau					Précipitations									
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
4.2	0.99	1.09	1.17	1.26	1.33	2.3	3.1	2.5	3.4	2.7	3.6	2.9	3.9	3.1	4.1
4.5	1.14	1.25	1.35	1.44	1.53	2.6	3.5	2.9	3.9	3.1	4.2	3.3	4.4	3.5	4.7
4.8	1.30	1.42	1.53	1.64	1.74	3.0	4.0	3.3	4.4	3.5	4.7	3.8	5.1	4.0	5.4
5.0	1.41	1.54	1.66	1.78	1.89	3.3	4.4	3.6	4.8	3.8	5.1	4.1	5.5	4.4	5.8
5.2	1.52	1.67	1.80	1.92	2.04	3.5	4.7	3.9	5.2	4.2	5.6	4.4	5.9	4.7	6.3
6.0	1.89	2.07	2.24	2.39	2.54	4.7	6.3	5.1	6.9	5.6	7.4	5.9	7.9	6.3	8.4
7.0**	2.53	2.77	2.99	3.19	3.39	6.4	8.5	7.0	9.3	7.5	10.1	8.1	10.8	8.6	11.4

Annexe IV : Tableau du calcul de Khi carré théorique



d.d.l. \ α	α			
	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,9877	0,9969	0,9995	0,9999
2	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900
3	0,8054	0,8783	0,9343	0,9587
4	0,7293	0,8114	0,8822	0,9172
5	0,6694	0,7545	0,8329	0,8745
6	0,6215	0,7067	0,7887	0,8343
7	0,5822	0,6664	0,7498	0,7977
8	0,5494	0,6319	0,7155	0,7646
9	0,5214	0,6021	0,6851	0,7348
10	0,4973	0,5760	0,6581	0,7079
11	0,4762	0,5529	0,6339	0,6835
12	0,4575	0,5324	0,6120	0,6614
13	0,4409	0,5139	0,5923	0,6411
14	0,4259	0,4973	0,5742	0,6226
15	0,4124	0,4821	0,5577	0,6055
16	0,4000	0,4683	0,5425	0,5897
17	0,3887	0,4555	0,5285	0,5751
18	0,3783	0,4438	0,5155	0,5614
19	0,3687	0,4329	0,5034	0,5487
20	0,3598	0,4227	0,4921	0,5368
25	0,3233	0,3809	0,4451	0,4869
30	0,2960	0,3494	0,4093	0,4487
35	0,2746	0,3246	0,3810	0,4182
40	0,2573	0,3044	0,3578	0,3932
45	0,2428	0,2875	0,3384	0,3721
50	0,2306	0,2732	0,3218	0,3541
60	0,2108	0,2500	0,2948	0,3248
70	0,1954	0,2319	0,2737	0,3017
80	0,1829	0,2172	0,2565	0,2830
90	0,1726	0,2050	0,2422	0,2673
100	0,1638	0,1946	0,2301	0,2540

AnnexeV :Paramètres physico-chimiques des eaux épurées destinés à l'irrigation

PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	.	6.5≤pH≤8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltrationle SAR=0-3CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
Chimiques	6-12		0.5
	12-20		1.3
	20-40		3
	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
Eléments toxiques(*)	CHLORURE(CL)	meq/l	10
	AZOTE(NO3-N)	mg/l	30
	Bicarbonate(HCO3)	meq/l	8.5
	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0