



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME

Réhabilitation et Diagnostique du réseau d'irrigation du
périmètre EL-Hamiz (200 ha), wilaya d'Alger

PRESENTE PAR :

DRIF SALAH EDDINE

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms

Meddi Mohammed

Sadoune Samra

Mazouzi Sabra

Aziez Ouahiba

Grade

Professeur

M.C.A

M.A.A

M.C.B

Qualité

Président

Examineur

Examineur

Promoteur

10/2023

DÉDICACE

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Ma mère : DJAMILA.

Mon père : BEN MIRA.

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à :

Mes frères : TAREK, MOHAMMED, OUSSAMA,

Mes sœurs : AMANI, MALAK

*A tous mes amis en particulier à : MOHAMMED, MORADE HASNI
ALI CHIKH KARIM ET BEN MIRA, A RAOUF A SALAM
ISHAK CHIKH KAMEL SEDDIK ABDOU MASOUD.*

Je dédie également ce travail à tous mes amis de L'E.N.S.H avec qui je partage tous les souvenirs inoubliables d'une formation qui m'a ouvert les yeux sur le monde.

En un mot, à toute ma famille, mes amis sans exception et tous ceux qui me sont chers.

DRIF SALAH EDDINE

Remerciement

En préambule à ce mémoire Je remercie ALLAH qui m'a aidé et m'a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

A l'issu de cette étude, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les

Personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

Ma promotrice Madame AZIEZ OUAHIBA pour sa contribution à L'élaboration de ce mémoire.

L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude et Particulièrement Les enseignants de L'ENSH.

Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon Travail.

DRIF SALAH EDDINE

ملخص

يتميز محيطا أراضي الزراعية المتواجدة بمنطقة الحمير-ولاية الجزائر - بموارد مائية كبيرة .

الهدف من هذه لمذكرة هو دراسة كيفية زيادة المردود الفلاحي و حسن استغلال و تسيير هذه الموارد لمائية، لذلك قمنا بدراسة حالة الأراضي أولا ثم وضعنا دراسة شاملة للخصائص الطبيعية للمنطقة(التربة، المناخ، الماء، الرياح)

قمنا بربط الشبكة مباشرة من سد الحمير و من أجل رفع المر دودية قمنا باستعمال أحدث تقنيات السقي (السقي بالرش، السقي بالتقطير) وذلك بعد حساب كمية التبخر واحتياجات النباتات للماء وفي الأخير قمنا بتقييم تكلفة المشروع

Résumé

Les terres agricoles environnantes situées dans la région d'Al-Hamiz - Province d'Algérie - sont caractérisées par d'importantes ressources en eau.

Ce mémoire vise à étudier comment augmenter la production agricole et améliorer l'exploitation et la gestion de ces ressources en eau. C'est pourquoi nous avons d'abord étudié l'état du territoire, puis réalisé une étude approfondie des caractéristiques naturelles de la zone (sol, climat, eau, vent).

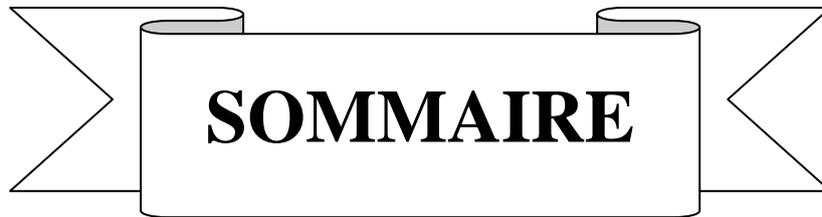
Nous avons connecté le réseau directement depuis le barrage d'Al-Hamiz et, pour augmenter l'efficacité, nous avons utilisé les dernières techniques d'irrigation (irrigation par aspersion, irrigation goutte à goutte) après avoir calculé la quantité d'évaporation et les besoins en eau des plantes. Enfin, nous avons évalué le coût du projet

Abstract

The surrounding agricultural lands located in the Al-Hamiz region - Algeria Province - are characterized by large water resources.

This memoire aims to study how to increase agricultural production and improve the exploitation and management of these water resources. That is why we first studied the state of the land, and then carried out an in-depth study of the natural characteristics of the area (soil, climate, water, wind).

We connected the network directly from the Al-Hamiz Dam, and to increase efficiency we used the latest irrigation techniques (sprinkle irrigation, drip irrigation) after calculating the amount of evaporation and the water needs of the plants. Finally, we evaluated the project cost



SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude	
Introduction	2
I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	2
I-1 Situation géographique de la plaine de la Mitidja	2
I.2-Présentation de la zone d'étude : El Hamiz	3
II. ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA REGION D'ETUDE.....	4
II-1. Topographie	4
II-2. Réseau hydrographique	5
II-3. Hydrogéologie	6
II-3-1. Astien.....	6
II-3-2. Le réservoir quaternaire.....	6
II-4. Couvert végétal	7
II-5. Géologie	7
II-5-1. Le pliocène marin.....	8
II-5-2. Quaternaire marin.....	8
II-5-3. Quaternaire continental.....	8
II-5-3-1.Villafranchien supérieur	8.
II-5-3-2.Quaternaire ancien.....	8
II-5-3-3.quaternaire moyen.....	8
III. ETUDE AGRO PEDOLOGIQUE	9
III-1. Les sols peu évolués	9
III-1-2. Groupe d'apport Colluvial.....	9
III-1-3. Groupe d'apport Alluvial- Colluvial.....	9

III-2. Les sols calcimagnésiques	10
III-3. Les sols à sesquioxydes de fer.....	10
III-4. Les sols Hydromorphes.....	10
III-5 Description du profil pédologique.....	11
III.6 Etude granulométrique.....	11
IV. HYDROLOGIE	11
IV-1. Choix de la station représentative de la zone d'étude	11
IV-2. Vérification de l'homogénéité de la série	13
IV-3. Ajustement de la série pluviométrique	14
IV-3-1. Ajustement à la loi Normale :.....	14
IV-3-2. Ajustement à la loi log Normale :.....	15
IV-4. Détermination de l'année de calcul.....	16
V. CLIMATOLOGIE	17
V-1. Températures.....	17
V-2. Précipitation	18
V-3. La vitesse du vent	18
V-4. Humidité relative	19
V-5. Insolation	20
V-6. Évaporation	21
V-7. Classification de climat	23
V-7-1. Classification du climat selon l'indice d'aridité de Marton.....	23
V-7-2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	23
VI. RESSOURCES EN EAU	25
VI-1. Ressources en eau superficielle	25
VI-1-1. Barrage du Hamiz.....	25
VI-1-2. Lac de Réghaia.....	26
VI-2. Ressources en eaux souterraines	27

VI-3. La qualité d'eau d'irrigation:.....	28
---	----

CHAPITRE II : La situation actuelle du réseau

INTRODUCTION.....	34
II-1. L'étude foncière.....	34
II-2. Réseau hydraulique.....	35
II-2-1. Equipement du périmètre.....	35
II-3 Réseau d'irrigation existant	38
II-3-1Exploitation Agricole Communale (EAC).....	38
II-3-1-1Borne d'irrigation.....	38
II-3-1-2 Débit d'installation.....	39
II-3-1-3 Eléments du réseau.....	39
II-3-1-4 Schéma du réseau.....	39
II-3-1-5 perte d'eau et colmatage.....	40
II-3-2 Ferme pilote.....	40
II-3-2-1 Borne d'irrigation.....	40
II-3-2-2 Station de tête.....	41
II-3-2-3 Débit d'installation.....	41
II-3-2-4 Elément du réseau.....	41
II-3-2-5Etat du réseau.....	42
II-4 La conduite d'irrigation.....	43
II-4-1Exploitation Agricole Communale (EAC).....	43
II-4-1-1 Dosage, durée et fréquence des arrosages.....	43
II-4-1-2 Uniformité D'arrosage.....	44
II-4-2 Ferme pilote.....	46
II-4-2-1 Dosage, durée et fréquence de l'arrosage.....	47
CONCLUSION.....	48

CHAPITRE III : Système d'irrigation

III-1. INTRODUCTION	51
III-2. Les différents systèmes d'irrigation	51
III-2-1. L'irrigation gravitaire.....	51
III-3-1-1. L'irrigation par ruissellement	51
III-3-1-1-1. Les avantages de l'irrigation par ruissellement	51
III-3-1-1-2. Les inconvénients de l'irrigation par ruissellement	51
III-3-1-2. L'irrigation par submersion	53
III-3-1-2-1. Les avantages de l'irrigation par la submersion.....	53
III-3-1-2-2. Les inconvénients de l'irrigation par la submersion.....	53
III-3-1-3. L'irrigation par infiltration	53
III-3-1-3-1. Les avantages de l'irrigation par l'infiltration.....	53
III-3-1-3-2. Les inconvénients de l'irrigation par l'infiltration	53
III-2-2. L'irrigation goutte à goutte	54
III-2-2-1. Avantages de l'irrigation goutte à goutte.....	54
III-2-2-2. Inconvénients de l'irrigation goutte à goutte	54
III-2-3. L'irrigation par aspersion	55
III-2-3-1. Avantages de l'irrigation par aspersion.....	55
III-2-3-2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	55
III-3. Choix de la technique d'irrigation convenable	55
III-4. Description d'un réseau d'irrigation goutte à goutte	56
III-4-1. Critères de choix de la méthode de micro-irrigation	56
III-4-2. Champs d'application de la micro irrigation	56
III-4-3. Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte	56
III-4-3-1. Groupe de pompage.....	57

III-4-3-2. Filtre à sable.....	57
III-4-3-3. Filtre à tamis.....	57
III-4-3-4. Régulateur de pression.....	57
III-4-3-5. Les goutteurs.....	57
III-4-3-6. Les distributeurs.....	58
III-4-3-7. Les rampes et les portes rampe.....	58
III-4-3-8. Les conduites principales.....	59
III-5. CONCLUSION	59

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV-1. Calcul des besoins en eaux des cultures	61
IV-1-1. L'évapotranspiration	61
IV-1-1-1. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ET0).....	61
IV-1-1-2. L'évapotranspiration réelle ou de évapotranspiration de culture (ETR ou ETC).....	62
IV-1-2. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration	63
IV-1-2-1. Méthodes directes.....	62
IV-1-2-2. Méthodes indirectes.....	63
IV-1-3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence	65
IV-1-4. Pluie efficace	66
IV-1-5. Efficience de l'irrigation	67
IV-1-6. Choix des cultures	67
IV-1-7. Répartition des cultures	68
IV-1-8. Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	70
IV-1-9. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2.....	75
IV-1-10. Calcul du débit spécifique	77
IV-1-11. Evaluation du débit caractéristique	77
IV-1-12. Estimation des volumes d'eau d'irrigation	78

Conclusion	78
------------------	----

Chapitre V : Dimensionnement de réseau d'irrigation

V-1.Aspersion	82
V-1-1. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'aspersion et du nombre de rampes.....	82
V-1-2.Dimensionnement des canalisations	85
V-1-2-1. Calcul des pertes de charge.....	85
V-1-2-2. Diamètre de la conduite d'approche	86
V-1-2-3.Diamètre de la rampe	87
V-2-3-goutte à goutte	89
V-2-3-1.Données générales	89
V-2-3-2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	89
V-2-3-2-1.Influence du taux de couverture du sol	89
V-2-3-2-2. Réserve facilement utilisable RFU.....	90
V-2-3-2-3.Dose nette pratique	90
V-2-3-2-4. Dose brute	90
V-2-3-2-5. Dose réelle	90
V-2-3-2-6.Fréquence d'arrosage	91
V-2-3-2-7. La durée d'arrosage	91
V-2-3-2-8. La durée d'arrosage journalier dj.....	91
V-2-4.Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures	91
V-2-4-1. Le nombre d'arbre par rampe	91
V-2-4-2. Nombre des goutteurs par rampe	91
V-2-4-3. Le nombre des rampes	92
V-2-4-4. Débit de la rampe	92
V-2-4-5. Nombre des rampes	92

V-2-4-6. Nombre des goutteurs.....	92
V-2-4-7. Débit de la porte rampe	92
V-3-5. Calcul hydraulique	92
V-3-5-1. Débit	92
V-3-5-2. Perte de charges	92
V-3-5-3. Conditions hydrauliques.....	93
V-3-5-4. Position de porte rampe	93

Chapitre VI : Organisation de chantier/étude technico-économique

VI-1. Exécution des travaux.....	98
VI-2. Fonctionnement du système d'irrigation	99
VII-1. Devis de réseau d'irrigation localisée/Aspersion	102
Conclusion.....	103
Conclusion général.....	105



Liste des tableaux

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Tableau I-1- : Analyse granulométrique du profil pédologique (ANRH).....	11
Tableau I-2 : caractéristique géographique de la station d'EL-Hamiz.....	11
Tableau I-3 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station El Hamiz	12
Tableau I-4 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm	16
Tableau I-5: Températures moyennes mensuelles en (C°).....	17
Tableau I-6 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en (mm).....	18
Tableau I-7 : Vitesses moyennes mensuelles de vent (m/s)	18
Tableau I-8 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en (%)	19
Tableau I-9 : Insolation totale mensuelle en heures par jour.....	20
Tableau II-10 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne.....	21
Tableau I-11 : Précipitations et températures moyennes mensuelles.....	22
Tableau I-12 : Classification de climat selon Marton.....	23
Tableau I-13 : Les forages affectés à l'A.E.P.....	27
Tableau I-14 : Les forages affectés à l'irrigation.....	27

Chapitre II : Situation actuelle du réseau

Tableau II-1 : tableau représentant les détails de chaque secteur	38
Tableau II-2 : Résultat du premier essai.....	44
Tableau II-3 : Résultat du deuxième essai.....	45

Chapitre IV : calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV-1 : Evapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du Logiciel CROPWAT 8.0.....	66
Tableau IV-2 : Les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT.....	66

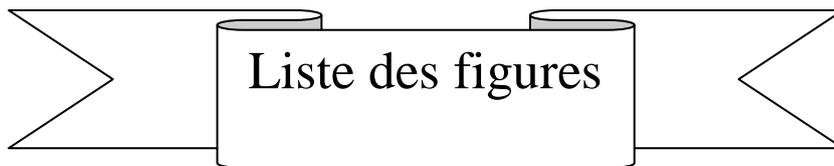
Tableau IV-3 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre	68
Tableau IV-4: les cultures choisies.....	68
Tableau IV-5 : Occupation de sol en fonction des cultures.....	68
Tableau IV-6 : assolement proposé	69
Tableau IV-7 : Cycle végétatif des cultures	70
Tableau IV-8 : les données de base	71
Tableau IV-9 : besoins en eau de Blé dur.....	71
Tableau IV-10: besoins en eau d'orge	72
Tableau IV-11 : besoins en eau de sorgo.....	72
Tableau IV-12 : besoins en eau de Tomate	73
Tableau IV-13 : besoins en eau de Haricot	73
Tableau IV-14 : besoins en eau de petit point	74
Tableau IV-15 : besoins en eau de d'olivier	74
Tableau IV-16 : besoins en eau de la Pécher.....	75
Tableau IV-17 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1	75
Tableau IV-18 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2	76
Tableau IV-19 : besoins en eau totaux du périmètre	78

Chapitre V : Dimensionnement de réseau d'irrigation

Tableau V-1 : caractéristique de la rampe	93
Tableau V-2 : caractéristique de la porte rampe.....	94
Tableau V-3 : comparaison entre réseau actuel et réseau projeté.....	95

Chapitre VII : Estimation de projet d'irrigation

Tableau VII : Factures préforma des pièces du réseau d'irrigation	102
---	-----



Liste des figures

Chapitre I

Figure I-1 : Situation géographique générale de la plaine de la Mitidja	3
Figure I-2 : situation géographique de la région d'El Hamiz.....	4
Figure-I-3 : Réseau hydrographique du bassin versant d'E LHAMIZ.....	6
Figure I-4 : Ajustement des pluies annuelles à la loi normale.....	15
Figure I-5 : Ajustement à une loi Log- normale.....	16
Figure I-6 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	24
Figure I-7 : Vue de barrage du Hamiz.....	26
Figure I-8 : lac de Réghaïa (septembre2006).....	26

Chapitre II

Figure II-1 : Périmètre hydro agricole du Hamiz.....	36
Figure II-2 : situation du périmètre du Hamiz en 2010	37
Figure II-3 : schéma du réseau actuel.....	42
Figure II-4 : Résultat du premier essai.....	45
Figure II-5 : Résultat du deuxième essai.....	46

Chapitre III

Figure III-1 : Irrigation par planche de ruissellement.....	52
Figure III-2 : Irrigation par submersion.....	53
Figure III-3 : Irrigation goutte à goutte	54
Figure III-4 : Irrigation par aspersion	55
Figure III-5 : Partie essentielle d'un réseau de micro-irrigation	57



Liste des planches

Planche n° 1 : Schéma Hydraulique général du périmètre du Hamiz (W.Alger)

Planche n° 2 : Plan du réseau d'irrigation existant du périmètre du Hamiz (W.Alger)

Planche n° 3 : Profil en long de la conduite principale du bassin d'irrigation du Périmètre du Hamiz (W.Alger)

Planche n° 4 : Réseau projeté par goutte à goutte du périmètre du Hamiz (W.Alger)

Planche n° 5 : Réseau projeté par aspersion du périmètre du Hamiz (W.Alger)



Liste des annexes

Annexe 1 ; Diagramme d'embergie

Annexe 2 ; Caractéristiques hydriques de quelques sol

Annexe 3 ; Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Annexe 4 ; Coefficients culturaux (Kc)

Annexe 5 ; Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

Introduction générale

De tout temps, l'irrigation a été une pratique essentielle dans les zones de culture où les précipitations naturelles sont insuffisantes pour garantir des récoltes satisfaisantes. Elle a permis aux agriculteurs de rester sédentaires dans des régions où les conditions climatiques étaient moins favorables. Cependant, de nos jours, de nombreux défis se posent en raison de l'augmentation de la demande en eau, notamment pour la consommation humaine et industrielle, ainsi que de la diminution des ressources en eau due à des périodes de sécheresse de plus en plus marquées.

Les réseaux d'irrigation, au fil du temps, subissent des détériorations causées par divers facteurs, notamment les conditions climatiques et l'usure normale, ce qui entraîne une baisse de leur efficacité et de leur rendement.

Afin d'améliorer le rendement des réseaux d'irrigation, il est nécessaire de procéder à des études de réhabilitation.

Dans ce contexte, cette étude se penchera sur la réhabilitation du réseau d'irrigation du périmètre d'EL Hamiz, situé dans la wilaya d'Alger. Ce réseau sera alimenté par le barrage El-Hamiz .

Cet étude est fait en passant par plusieurs étapes tel que l'étude hydrologique, situation actuel de réseau, le choix des cultures, l'estimation des besoins en eau totaux et la projection d'un réseau d'irrigation (Aspersion et goutte à goutte) et fini par le calcule de devis estimative du projet

Chapitre 1

Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude

Introduction

Ce chapitre est consacré à détailler notre zone d'étude du point de vue de la situation géographique, des caractéristiques climatiques, afin d'identifier différents paramètres qui nous permettent de caractériser la zone d'étude et nous aident à comprendre la nature de la zone. Étudiez le climat de la zone, qui est essentiel pour les projets d'irrigation car il sert de base au calcul des besoins en eau d'irrigation.

I. présentation de la zone d'étude

I.1 Situation géographique de la plaine de la Mitidja

La Mitidja, un vaste étendu de terrain dans le nord de l'Algérie, couvre une superficie de 1450 km², avec une longueur moyenne de 100 km et une largeur variante de 10 à 18 km. Son altitude moyenne est de 100 mètres. Géographiquement, elle est située entre les longitudes 2°32'00" à 3°19'00" et les latitudes 36°25'17" à 36°47'40". Cette plaine est répartie sur quatre wilayas : Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes.

Les limites de la nappe aquifère coïncident avec celles de la plaine de la Mitidja elle-même. Elle est délimitée au sud par les piémonts de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen et au nord par le Sahel, une bande collinaire de quelques kilomètres de large bordant la mer Méditerranée. À l'est de la ville, la baie d'Alger incise le Sahel, le divisant ainsi en deux parties distinctes : le Sahel Ouest et le Sahel Est.

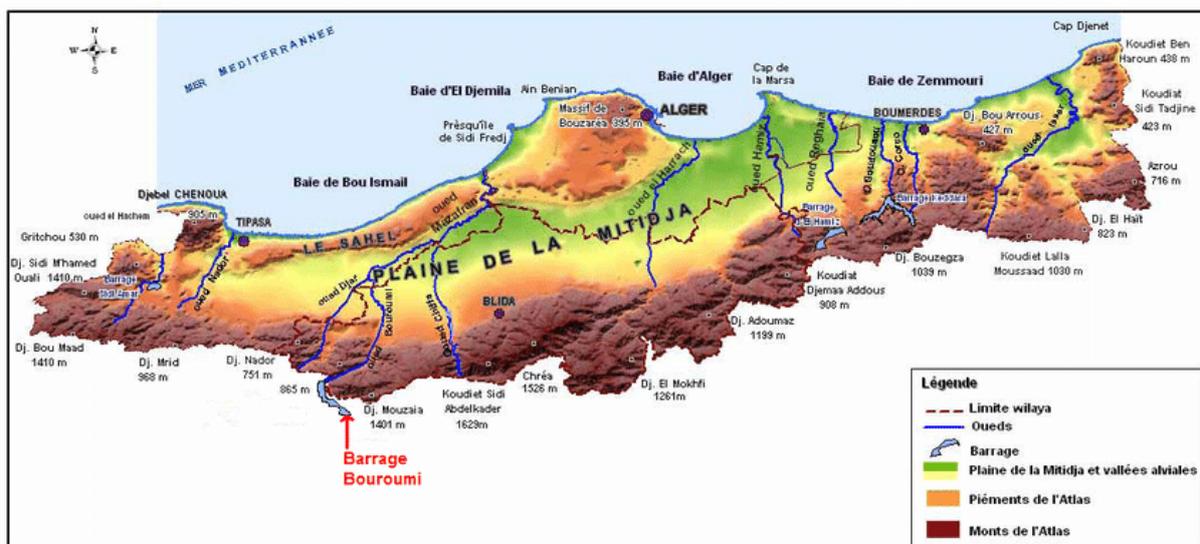


Figure I-1 : Localisation géographique de la plaine de la Mitidja

Source(<https://www.researchgate.net/publication/42741780>)

I.2 Présentation de la zone d'étude : EL HAMIZ

La périphérie d'El Hamiz est située à environ vingt kilomètres au sud-est d'Alger et s'étend sur une superficie totale de 17 000 hectares, répartie en 9 secteurs distincts.

Les limites de ce périmètre sont définies comme suit :

- Au sud, il est délimité par la commune de Meftah dans la Wilaya de Blida.
- À l'est, par la Wilaya de Boumerdes, incluant les communes de Hamadi, Ouled Moussa, Khemis El Khechna, Arbatache, Boudouaou, Ouled Haddadj, et Boudouaou El Bahri.
- À l'ouest, par la wilaya d'Alger, comprenant les communes de Heuraoua, Réghaia, Ain Taya, El Marsa, Dar El Beida, et Bordj El Bahri.
- Au nord, il est bordé par la mer Méditerranée.

Le périmètre est divisé en deux parties distinctes par l'autoroute Alger-Constantine :

- ❖ Une partie nord, composée de trois secteurs sableux (secteurs 09, 08 et 07) le long du littoral.
- ❖ Et une partie sud, constituée de six secteurs (secteurs 01, 02, 03, 04, 05 et 06) qui sont caractérisées par une plaine argilo-limoneuse.

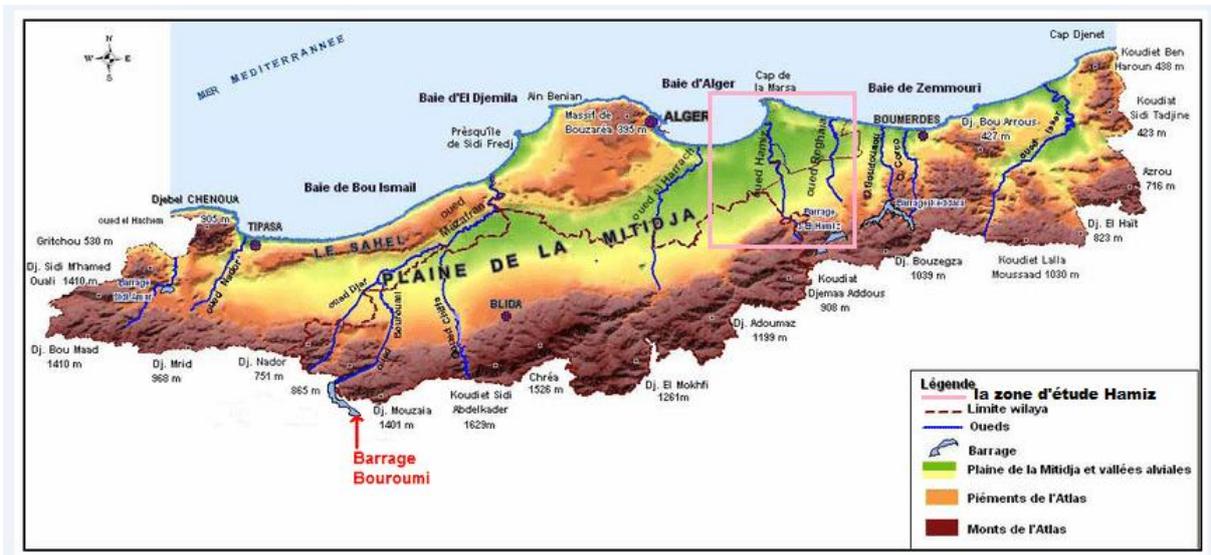


Figure I-2 : situation géographique de la région d'El Hamiz

Source(<https://www.researchgate.net/publication/42741780>)

II. ETUDE GEOMORFOLOGIQUE DE LA REGION D'ETUDE

La région d'El Hamiz présente une grande homogénéité sur le plan géomorphologique. Ce phénomène est dû à la nature subsidence de cette région, ce qui a entraîné une dynamique particulière caractérisée par la divagation des Oueds jusqu'à la régression post-flandrienne.

II.1 Topographie

La topographie de la région d'El Hamiz est principalement plane, avec une pente d'environ 0,5% s'inclinant de 100 à 150 mètres d'altitude sur la limite sud et à environ 20 mètres sur la limite nord. Cependant, cette pente peut atteindre 2 à 5% sur les cônes de déjections des dépôts fluviaux.

Le bassin versant d'El Hamiz est constitué de trois grandes unités, du nord au sud :

❖ L'Atlas :

Il constitue la limite sud de la région d'étude. Ce massif montagneux, s'étendant en direction Nord-est à Sud-ouest, commence à la bordure de la plaine et atteint une altitude moyenne allant de 1200 à 1600 mètres. Il représente le point de départ des cours d'eau traversant la plaine.

- En outre, la plaine d'El Hamiz est divisée entre deux sous-bassins versants, à savoir le bassin versant des oueds El Harrach et El Hamiz, qui font partie du grand bassin versant des côtes algéroises (02).

❖ La plaine :

C'est une vaste région en dépression avec un axe orienté Est-Nord-est à Ouest-Sud-ouest. Elle est bordée par le Sahel au nord et l'Atlas Blidéen au sud, avec une altitude variant de 10 à 100 mètres. La plaine est remarquable en raison de ses ressources en eaux souterraines, et elle est également la région la plus développée sur le plan agricole, industriel et démographique

❖ Le Sahel

C'est une région littorale bordant la plaine d'El Hamiz. Sa partie méridionale fait partie de la Mitidja et se situe à une altitude de 200 à 250 mètres. Cette zone forme un bombement anticlinal à faible pente, séparant la plaine de la mer. Les précipitations qui tombent sur la partie nord s'écoulent directement vers la Méditerranée.

II.2 .Réseau hydrographique

Cinq oueds principaux traversent la plaine de la Mitidja : Oued Nador, Oued Mazafran, Oued El Harrach, Oued Hamiz et Oued Reghaia. Originaires de l'Atlas, ces cours d'eau coulent du sud au nord à travers la plaine et franchissent le Sahel par des cluses. Cependant, en raison des cônes de déjections formés à leur embouchure dans la plaine (comme les cônes de Blida et de Rovigo), ils peuvent occasionnellement divaguer de leur trajectoire originale.

Dans notre étude, nous nous concentrons uniquement sur la partie orientale de la région d'El Hamiz, drainée par trois oueds principaux : Oued El Harrach, Oued El Hamiz et Oued Réghaïa.

Oued El Hamiz :

Ce cours d'eau prend une direction nord-ouest de Fondouk à Hamadi, puis se redresse vers le Sahel avant de se jeter dans la mer au sud du cap Matifou (Bordj El Bahri). Auparavant, l'Oued El Hamiz se jetait dans la mer par la cluse de l'Oued Reghaia. Cependant, l'Oued Smar, un affluent de l'Oued Reghaia, a opéré une capture de l'Oued El Hamiz par érosion régressive. Depuis, le Hamiz suit le cours de l'Oued Smar et se jette dans l'Harrach.

Oued Reghaia :

Privé de l'Oued El Hamiz, l'Oued Reghaia a du mal à s'écouler au fond de l'immense cluse dont il a hérité, ce qui peut expliquer la persistance du marais. Il est important de noter que les trois principaux oueds de la Mitidja Est sont représentés dans le réseau hydrographique (voir figure II-1 dans les documentations de l'ANRH d'Alger).

Oued El Harrach :

Cet oued a connu plusieurs déviations. Actuellement, il traverse la plaine du sud au nord avant de s'infléchir vers le nord-est au pied du Sahel jusqu'à la cluse d'El Harrach. Au milieu de la plaine, l'Oued El Harrach reçoit l'Oued Djemaa sur sa rive droite.

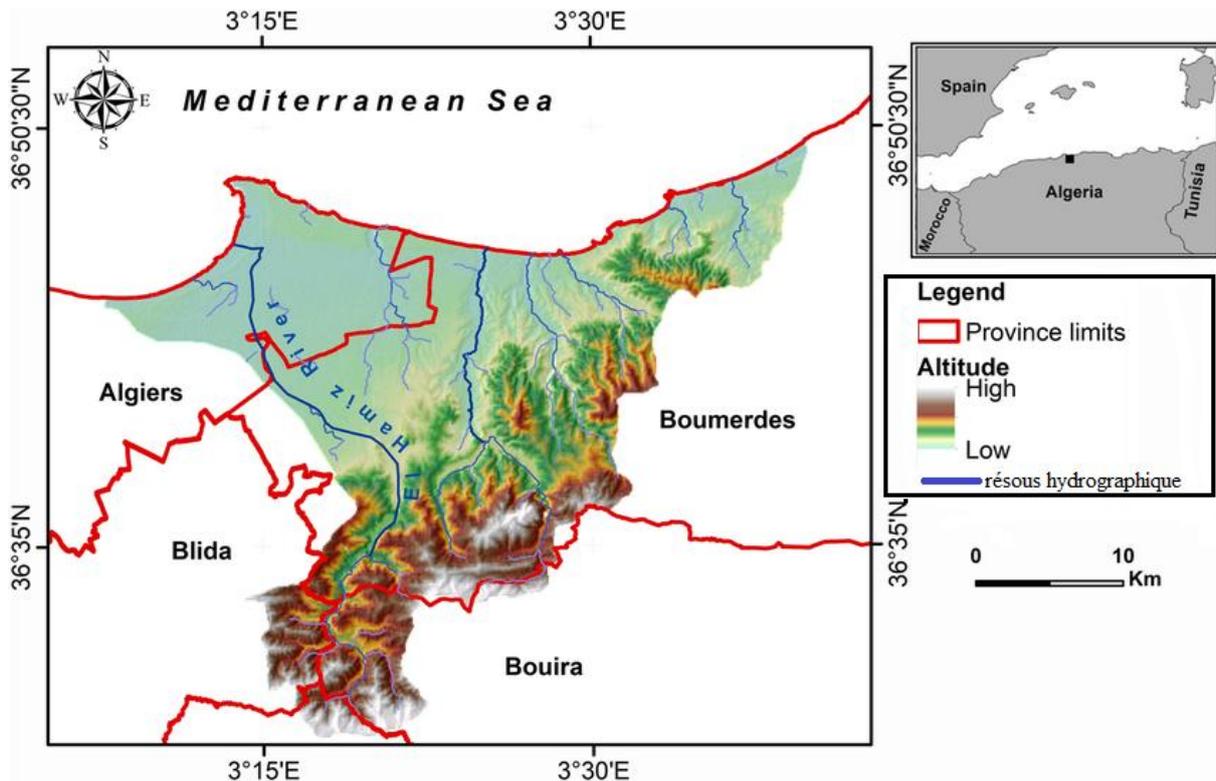


Figure 1.3 : réseau hydrographique du bassin versant d'el Hamiz

Source (Environmental Earth Sciences)

II-3. Hydrogéologie

Puisque notre zone d'étude fait partie de la région d'El Hamiz, nous donnons un bref aperçu des formations géologiques des plaines.

Hamiz se compose de deux aquifères principaux.

II-3-1. Asiatique

Le grès ou grésocalcaire, bien défini entre une matrice argileuse (marnes bleues) et d'épais revêtements marneux, maisons carrées, puits de L'Astien en amont sur la ligne Sud-ouest-Nord-est depuis Boufarik et El Affroune. Aquifère asiatique est Infiltration des pluies provenant principalement de la région du Sahel ou de ses affluents Contreforts de l'Atlas.

Il est également alimenté par un système de drainage de l'aquifère alluvial en contrebas. Fine marne jaune.

II-3-2. Réservoir quaternaire

Il est essentiellement formé par la superposition de l'ancienne alluvion quaternaire et le fond de nouvelles alluvions.

Les aquifères alluviaux sont rechargés de la manière suivante :

- Zones de plaine dues à l'infiltration des précipitations.
- Dans les contreforts des montagnes de l'Atlas, s'infiltré à travers les cours d'eau.
- Le long de la région du Sahel, les eaux souterraines s'écoulent d'Astien vers l'Atlas travers une couche de marne jaune.

Il est alimenté uniquement par l'eau de pluie des affluents. Sur la majeure partie de la plaine, ces deux aquifères superposés sont séparés par un complexe argileux de différentes épaisseurs. Les deux couches sont en communication hydraulique directe.

Cependant, considérant que les anciennes eaux souterraines alluviales sont presque omniprésentes par rapport aux aquifères de surface.

En revanche, dans les zones de pompage intensif et prolongé, la nappe phréatique baisse, le sens d'écoulement peut être inversé. Les raisons de la baisse du niveau des eaux souterraines dans la zone d'EL HAMIZ sont :

- sécheresse prolongée (deux dernières décennies) plus Le forage a considérablement augmenté.
- En raison de cette sécheresse, l'irrigation a commencé plus tôt.
- L'importance des surfaces irrigables.
- L'eau est dispersée par ruissellement.
- Pompage continu.
- Le forage illégal est endémique.

II-4. Couvert végétal

Le couvert végétal joue un rôle important dans le comportement hydrologique du bassin versant Quartier El Hamiz. En plus de son influence mécanique sur le ruissellement de surface, il a également une influence mécanique sur le ruissellement de surface. En effet, il détermine l'évapotranspiration et donc le bilan hydrologique du bassin versant.

La région de Hamiz est une plaine agricole très dense en Algérie en raison de la topographie plane du terrain et sa fertilité. Les activités agricoles les plus répandues sont l'arboriculture et cultures maraîchères.

II.5. Géologique

D'un point de vue géologique El Hamiz peut être décrit comme une région synclinale, encadrée par deux bordures anticlinales. Cependant, actuellement, cette configuration synclinale a évolué et est désormais remplie de limon et de matériaux rocheux, résultant de l'érosion des formations géologiques environnantes, notamment celles issues des montagnes de la chaîne de l'Atlas.

Parmi les formations géologiques présentes dans la région d'El Hamiz, on peut identifier :

II-5-1. Pliocène marin :

Cette formation constitue la ceinture sahélienne et marque la frontière des anciennes collines. Elle est constituée d'une épaisse couche de marnes bleues, parfois sableuses, ainsi que de l'Astien, qui inclut des strates de marne jaune, avec des variations de faciès gréseux et de calcaire gréseux.

II-5-2. Quaternaire marin :

Cette formation se localise sur le versant nord du Sahel et crée une dépression Mitidjienne s'étendant entre Alger et Bordj El-Bahri.

II-5-3. Quaternaire continental :

Cette formation se divise en deux parties distinctes :

II-5-3-1. Villafranchien supérieur :

Elle est composée de graviers fluviatiles riches en silice ainsi que de graviers issus du grès crétacé, mélangés à une argile de teinte rougeâtre. Cette strate se situe entre 100 m et 300 m d'altitude.

II-5-3-2. Quaternaire ancien :

Présent sous forme de répliques sur les bordures en terrasse du Sahel, ce quaternaire s'échelonne entre 50 m et 150 m au-dessus des cours d'eau caillouteux.

II-5-3-3. Quaternaire moyen :

Ce niveau correspond aux terrasses qui s'étendent entre 8 m et 30 m au-dessus des cours d'eau. Les alluvions forment la majeure partie des contreforts de l'Atlas et créent un relief typique à la jonction entre le Sahel et les plaines.

- ❖ **Quaternaire récent** : Ces alluvions représentent le plus récent remplissage de la Mitidja. Elles correspondent aux terrasses de Rhabien, d'une élévation d'environ 5 mètres. Ces alluvions comprennent des limons gréseux, des limons argileux, des limons, des limons sableux, des limons caillouteux, ainsi que des cailloux grossiers.
- ❖ **Quaternaire actuel** : Cette couche est présente exclusivement dans les lits mineurs et majeurs des oueds caillouteux, constitués de galets roulés Plats, de blocs volumineux, ainsi que de plages de limons principalement.

III. ETUDE AGRO PEDOLOGIQUE

D'après les travaux de (Z. Benkhoa et L. Berkemel en 1992) , l'étude agro-pédologique d'El Hamiz a permis d'identifier quatre classes de sol présentant une grande diversité :

- Peu évolués,
- calcimagnésiques,
- à sesquioxydes de fer,
- Hydromorphes.

III.1 .Sols peu évolués :

Cette classe de sols est la plus répandue dans la région, couvrant une superficie de 16,675 hectares, soit 59.81 % de la surface totale. Ces sols ne sont pas d'origine climatique. Ils se trouvent principalement le long des oueds et ont été formés à partir de dépôts alluviaux et colluviaux. Le profil de ces sols est caractérisé par un horizon peu humifère reposant sur des matériaux peu différenciés. Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols comprennent :

- Une texture allant de moyennement fine à très fine en surface, avec une hétérogénéité dans les horizons subséquents, allant de limoneux et sableux à argileux.
- Une faible teneur en matière organique, variant de 0,7 % à 0,3 % en profondeur.
- Une perméabilité modérément faible, généralement entre 0,5 et 1,9 m/j.
- Un pH neutre à faiblement alcalin, avec des valeurs entre 6,6 et 8.
- Une teneur en azote et une capacité d'échange cationique plutôt faibles à moyennes. Parfois, une présence limitée de calcaire actif.

Au sein de cette classe, sept sous-groupes ont été distingués : Modal, Hydromorphe, Vertique, Noircie, Modal-Hydromorphe, Modal-Vertique, et Vertique-Hydromorphe (Z. Benkhoa et L. Berkemel, 1992).

III-1-2. Groupe d'apport Colluvial

- ❖ **Sous-groupe Modal** :

Ces sols d'apport colluvial se trouvent au nord des collines et au sud de Bouinan, couvrant une superficie de 558 hectares (2.00 % de la superficie totale).

III-1-3. Groupe d'apport Alluvial-Colluvial

❖ Sous-groupe Modal :

Ces sols, formés par l'apport conjoint d'alluvions et de colluvions, se situent en bas des versants et dans les lits des oueds de la zone de Chebli. Ils occupent une superficie de 1690 hectares, soit 6.06 % de la surface totale (Z. Benkhoa et L. Berkemel, 1992).

III-2. Sols calcimagnésiques :

Ce groupe de sols se caractérise par une saturation en calcium et en magnésium supérieure à 90 %. Deux sous-groupes ont été identifiés :

Brun Calcaire Modal : Ces sols ont une texture argilo-limoneuse et une teneur en matière organique située entre 1,89 % et 1,4 %. Ils occupent environ 453 hectares, soit 1,62 % de la superficie totale.

Brun Calcaire Hydromorphe : Ce type de sol, avec une texture allant de limono-argileuse à argileuse en profondeur, occupe une superficie très réduite de 127 hectares (0,46 %). Ils se caractérisent par une faible teneur en matière organique, plus prononcée en surface, et un pH légèrement acide. La conductivité est très faible (Z. Benkhoa et L. Berkemel, 1992).

III-3. Sols à sesquioxydes de fer :

Ces sols sont localisés au sud de Blida et sur le cône de déjection de la Chiffa. Ils couvrent une superficie de 1550 hectares, soit 5,5 %. Ils se forment sous un climat méditerranéen et se caractérisent par des profils de type A.B.C ou A (B) C. Trois sous-groupes ont été distingués :

Rouge Non Lessivé Modal Brun Non Lessivé Modal, et Brun Non Lessivé Modal. Leur développement est associé aux oxydes de fer et à la formation de sols rouges et bruns (Z. Benkhoa et L. Berkemel, 1992).

III-4. Sols Hydromorphes :

Les sols Hydromorphes se développent en raison de l'asphyxie des sols par manque d'oxygène, favorisant la réduction des oxydes, en particulier du fer. Ces sols se forment sur les alluvions récentes et présentent une texture argilo-limoneuse. Les sols étudiés ont une faible teneur en matière organique ou sont essentiellement minéraux. Ils occupent une superficie de 3485 hectares, soit 12,51 %.

Trois sous-groupes ont été identifiés selon (Z. Benkhoa et L. Berkemel, 1992) :

- ✓ pseudo-Gley de surface

- ✓ Gley peu profond (<80 cm)
- ✓ Gley profond (>80 cm)

Il est important de noter que la plupart des principaux oueds de la région d'El Hamiz présentent des lits bien marqués et se jettent directement dans la mer. Cependant, quelques petits oueds le long de la côte algérienne ne parviennent généralement pas à creuser un lit majeur et rejoignent celui de l'oued principal lorsqu'ils atteignent la plaine. Ils s'incisent à la rupture de pente, c'est-à-dire à la transition entre les sols colluviaux et les sols de la plaine.

Pour notre cas on a Sols peu évolués : Cette catégorie comprend des sols avec des **profils AC** qui comportent un horizon Humifère reposant sur un matériau fragmenté mais peu altéré.

III-5 Description du profil pédologique :

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle a été échantillonné le 13 avril 2012. La profondeur du profil dépend des caractéristiques spécifiques du sol observées localement, tout comme la profondeur de l'horizon qui varie en fonction des changements de couleur. La classification et la caractérisation des sols sont obtenues grâce à des études portant sur diverses propriétés physico-chimiques et hydrodynamiques des profils, notamment la structure, la texture et la solution du sol.

Couleur

Horizon A : 0-30 cm	Horizon A : 7.5 YR 5/2
Horizon B : 30-60 cm	Horizon B : 7.5 YR 6/6
Horizon C : 60-90 cm	Horizon C : 7.5 YR 6/2

III.6 Etude granulométrique :

Les analyses granulométriques nous fournissent des informations sur la texture du sol, qui est une composition résultant de divers éléments. Le triangle textural est un outil permettant d'obtenir une vision des proportions relatives d'éléments fins et grossiers qui composent ce sol. L'analyse granulométrique du profil du sol est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau I-1- : Analyse granulométrique du profil pédologique (ANRH)

Profondeur (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)	Texture
0-30	32.54	42.61	24.85	Limono – argilo- sableux
30-60	11.64	32.09	26.3	Sablo- limono- argilo
30-60	31.26	48.51	20.23	Limono- argilo- sableux

D'après le tableau, on peut dire que notre sol a une texture limono- argileuse, et on confirme ce résultat sur le triangle de texture, il est pauvre en matières organiques, ces agrégats sont facilement détruits par l'irrigation.

IV. HYDROLOGIE

Dans le cadre de l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, qui nécessite la détermination des caractéristiques des précipitations pour certaines fréquences, en vue de calculer les besoins en eau des cultures et de dimensionner le réseau de distribution, nous avons choisi la station pluviométrique d'El Hamiz comme station représentative de la zone d'étude.

IV -1.Ce choix a été motivé par plusieurs facteurs, tels que :

- Localisation géographique : La station est située à proximité immédiate du périmètre d'étude.
- Longue période d'observations : Les relevés de cette station couvrent une période d'observation de 25 ans, ce qui est considéré comme une période acceptable.
- Altitude comparable : L'altitude de la station pluviométrique est proche de l'altitude moyenne de la vallée d'Issir.

Fiabilité des données : Les données météorologiques utilisées dans l'étude proviennent de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) d'Alger, avec des compléments provenant de l'Office National de la Météorologie (ONM).

- ✓ Représentativité : La station climatique existante peut être considérée comme représentative de la région d'étude et fournit des données fiables.

Les caractéristiques géographiques de la station sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I-2 : Caractéristiques géographiques de la station d'El Hamiz, Période 25 ans

Station	Latitude (X)	Longitude (Y)	Côte (Z)	Code
Hamize	558.55	367.4	130	020602

Source ANRH Alger (2023)

Tableau I-3 : Pluies moyennes mensuelles observées. (ANRH Alger 2023)

	Sep	oct	nov	dec	Jan	fév	mar	Avr	mai	Jui	juil	out	p annuel
1974	15	94.8	39.6	16.9	61.5	79.1	93.1	24	72.6	60.7	0	52.2	609.5
1975	64	13	188.4	75	82	261.1	23.6	70.8	78.9	11.3	20.9	4.5	893.5
1976	4	130.2	97.2	107.7	71.7	25.2	12.3	76.7	16.4	4	0	2.2	547.6
1977	8.4	4.6	79	5.3	77.7	35.7	62.6	143.6	87.1	12.6	0	0	516.6
1978	8.2	82.6	41.3	48.6	65.8	110.7	104.3	46.9	10.9	1.6	0	2.2	523.1
1979	80.9	92.8	160	76.2	134.3	38.7	48.1	118.5	69	0.9	0	0	819.4
1980	0	46.1	80.5	308.5	54.2	81	55.7	100.6	63.1	0	0	21.8	811.5
1981	3.5	37.4	10.9	125	194.6	141.2	22.8	33.2	78.1	44.1	0	0.5	691.3
1982	61.5	109	203.6	110.8	1.2	79.7	34	9	0	0	9.3	8	626.1
1983	0	29.4	33.1	62.8	121.5	144.3	67.6	44.3	74.9	15.7	0	0	593.6
1984	13.2	185.6	28	156.9	81.9	32.9	164.4	10.8	106.2	1.7	2.8	2.7	787.1
1985	109.7	38.7	84.5	44.7	76.5	80.4	228	38.7	9.5	23.3	8.2	0	742.2
1986	18.7	80.2	84.8	282.2	59.2	151.7	14.5	0	15.6	21	0.4	0	728.3
1987	47.7	39	101.8	37.1	44.7	61.6	68.4	38.4	61.1	31	0	0	530.8
1988	64.5	8.1	53.4	225.5	37.4	28.7	29	74.6	11.6	8.6	2.5	4.7	548.6
1989	24	19.4	35.5	21.5	71.4	0	42.6	46.5	86.6	13.4	27.9	0	388.8
1990	5.6	27.7	68.3	133.2	69.7	168.9	78.6	36.1	28.3	1.7	0	6.4	624.5
1991	17	163.3	47.1	8.8	195.7	28.8	128.2	136.4	102.5	11.1	3.8	0	842.7
1992	18.4	68.3	150.4	90.7	37	88.8	26.5	87.5	39.5	0	1.5	2.6	611.2
1993	25.6	63.9	95.5	127.1	132.7	35.8	2.5	59.2	4.2	0	0	0	546.5
1994	76.5	54	49.2	100.7	207	37.5	117.6	22.7	1	15.8	0	13.2	695.2
1995	22.6	19.2	44.3	62.3	100.9	245.1	68.8	252.6	25	27.6	5.5	5	878.9
1996	42	56.6	27.1	36.6	26.8	26.4	6.4	82.4	19.7	3.7	1.9	11.8	341.4
1997	49.7	66.3	234.9	109.3	32.9	63.6	47.3	80	171.8	2.7	0	5.3	863.8
1998	34.4	57.7	146.1	76.8	138.7	133	89	21	0	2	0	7	705.7
1999	9.5	27.3	131.5	214.5	5.5	3	20	41.5	73.5	0	5	0	531.3
2000	3.5	51	107.5	75.5	166.5	90	0	37	10.5	0	0	0	541.5
2001	22	1	40	58	46	23.5	39.5	67.5	29.5	0	7.5	25.5	360
2002	13.5	35.9	186.7	194	239.2	167.4	10.8	175.4	32.1	0	0	3.6	1058.6
2003	53.2	40.6	62.7	140.4	130.9	61.7	90.2	77.9	195.1	30.7	0	0	883.4
2004	10.7	56.8	105.3	172	128.5	103.3	44	44.5	4.1	0	0	2.9	672.1
2005	41.2	67.6	83.6	88.9	143.6	123.1	39.2	9.9	87.6	2.2	0	2.8	689.7
2006	14.1	13.6	36.6	225.2	10	58.6	189.2	133.9	28.4	3.2	4.2	5.5	722.5
2007	82	154.5	192.5	85.3	17.4	23.6	94.8	50.6	96	3.9	4.8	0	805.4
2008	47	91.4	130.1	140	180.8	20.4	52.7	86.9	21.5	2	0	1.5	774.3
2009	100.3	25.2	84.5	129.3	79.6	58	102.2	43.6	34.5	8.5	0	23.2	688.9
2010	15.4	163.8	137	82.9	75.4	192.3	45.1	94	154.9	40.9	0	0	1001.7
2011	11.5	77.1	192.3	78.7	62.2	289	139.3	192.9	21.5	0	0	24.6	1089.1
2012	4.9	92.1	74.4	36.7	126.9	139.2	68.2	92.6	158.8	1.6	1.1	0	796.5
2013	0	18.1	194.1	83.5	69	107.2	151.8	4.9	5.1	74.7	0	0	708.4
2014	31.8	18.2	54.7	280	109.6	224.3	87.8	0	11.7	10.6	0	0	828.7
2015	9.9	63.1	69.2	0	78	96.2	176.9	72.8	45.4	0	0	0	611.5
2016	4.5	17.8	73.8	149.5	238.7	19.1	52.8	41.4	0	6.6	0	0	604.2
2017	0	26	120.9	135.4	25.5	132.2	111.4	141.9	45.9	38.2	0	0	777.4
2018	28.6	90.9	154.9	67.2	161.4	26.1	59.2	56	29.1	9.1	0	0	682.5
2019	48.4	36.3	100.8	24.4	52.3	0	90.1	104	20	5.7	0	13.7	495.7

IV-2. Vérification de l'homogénéité en série

L'homogénéité de la série doit être vérifiée avant de poursuivre l'ajustement. L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information qui comprend :

Détecter les anomalies dans les séries hydrologiques ;

Corriger ces anomalies par les moyens appropriés ;

On vérifie l'homogénéité de la série en testant la médiane, le principe est :

- ✓ Trier les échantillons par ordre croissant ;
- ✓ Déterminez la médiane (Me) ;
- ✓ Remplacer une plage de valeurs non catégorisées par un signe (-) ou un signe (+)
- ✓ (-) pour $X_i > Me$;
- ✓ (+) signifie $X_i < Me$;

❖ Calculons le nombre de N et de TS,

Après avoir classé la séquence de la plus petite valeur à la plus grande valeur, nous calculons :
Médian:

La séquence étant paire, la médiane observée est de rang (N)/2, soit le rang 23.

Médiane ($X_{50\%}$) = 689,7 mm

Ts : Taille de la plus grande série en (+) ou (-).

Ns : Nombre des valeurs supérieures ou inférieures à la médiane.

Ns = 20.

Ts = 5

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

$$N_s > 1/2(N+1-u \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) - \sqrt{N} + 1) = 19.09$$

Tapez une équation ici.

$$T_s < 3.3(\log_{10}(N) + 1) = 8.78$$

Avec $\alpha = 5\%$ $u \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) = 1.96$

Les deux conditions sont vérifiées **donc la série est homogène.**

IV-3. Ajustement des séries de précipitation

Ajustement statistique des précipitations

Les données pluviométriques annuelles peuvent souvent être ajustées à un certain nombre de régularités statistiques, ce qui garantit le meilleur ajustement avec une des lois d'ajustement les plus courantes

n cas de précipitations annuelles, utilisez ce qui suit :

- Loi de Gauss ou loi générale
- Loi de Galton ou loi log-normale

IV -3-1. Ajuster les précipitations annuelles à la loi de Gauss ou à la loi normale

Les procédures de calcul comprennent :

- Trie les valeurs d'échantillon par ordre croissant.
- Attribuez des numéros de série à des valeurs catégorielles.
- Calculer la fréquence expérimentale (par exemple en utilisant la formule de Hazen).

Variable réduite de gauss : $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$

-Calcul des caractéristiques empirique de loi (\bar{X} ; δ ; Cv; CS=0).

-Calculer le coefficient de variation : $Cv = \frac{\delta}{\bar{X}}$

Le quantile de pluie pour une période de retour donnée est:

$$XP\% = \bar{X} + \delta * Up\%$$

Avec : XP% : précipitation de probabilité P%.

Up% : variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type

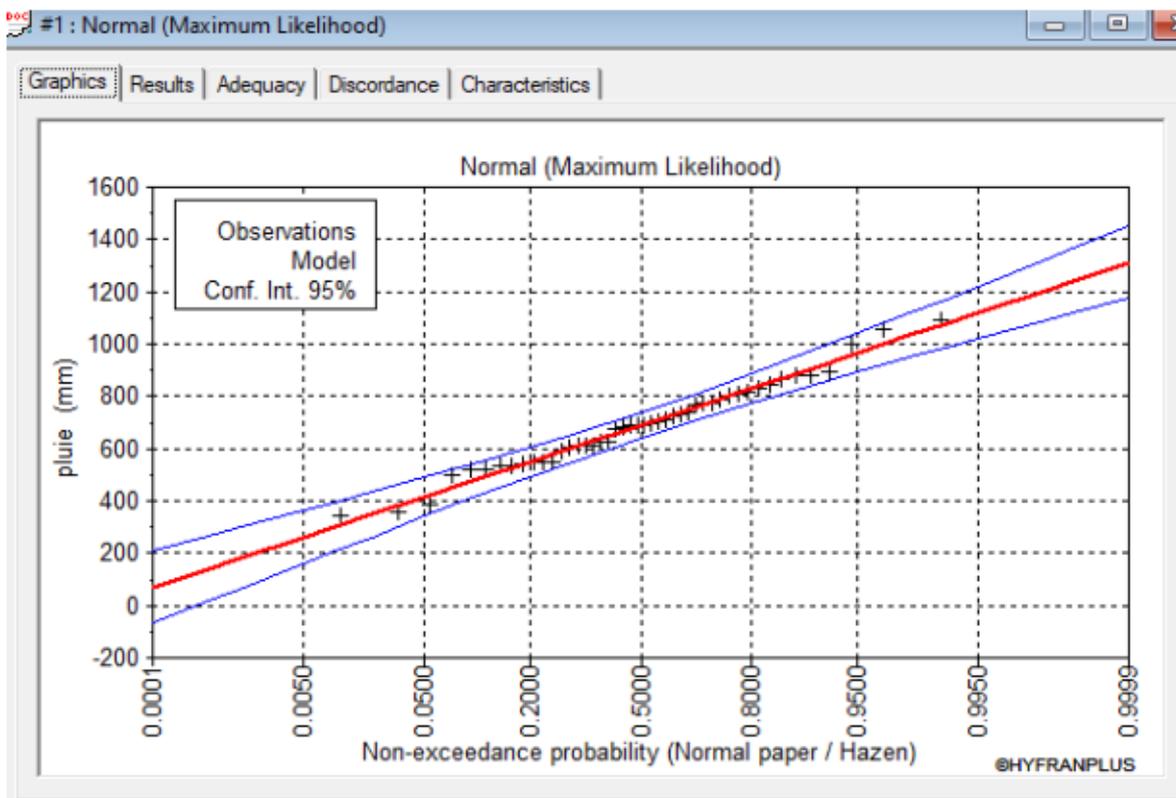


Figure 1-4 : l'ajustement des pluies annuelles par la loi normale

IV-3-2. Ajustement à la loi log-normale (Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

- Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit

$$\ln(Xp\%) = \bar{\ln(X)} + \delta \ln * Up\%$$

et Xp% : précipitation probable à P%.

$\bar{\ln(X)}$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta \ln$: la variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmiquesa formule s'écrit comme suit

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

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

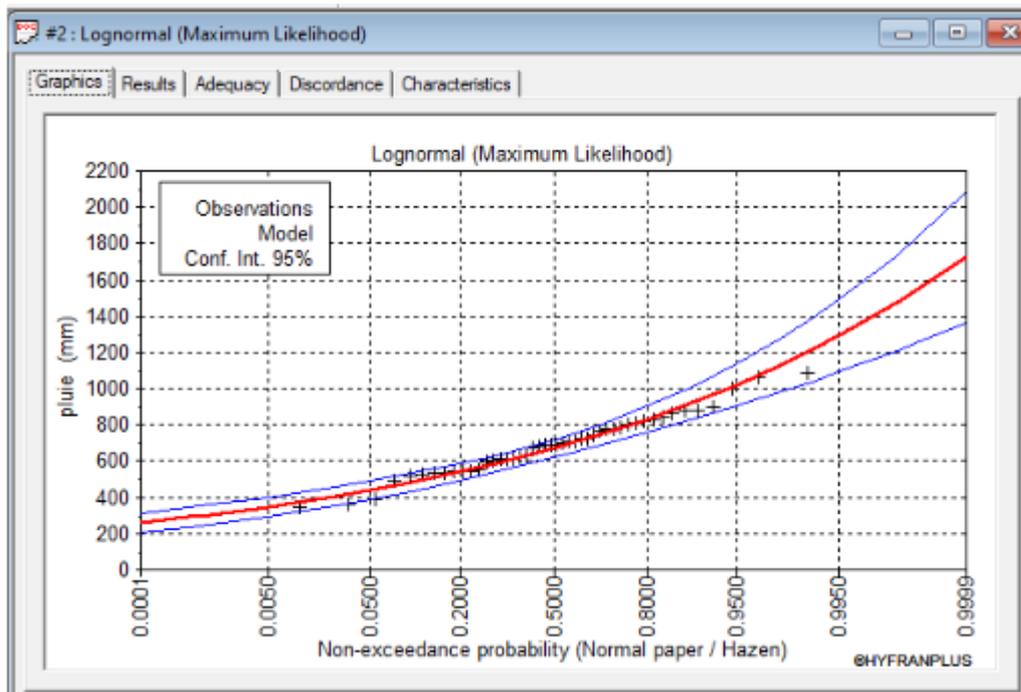


Figure 1-5 : Ajustement à une loi Log- normale

Puisque la distribution log-normale est la mieux ajustée, nous la gardons

IV-4. Détermination de l'année de calcul

Représente une estimation des précipitations mensuelles moyennes pour la région L'estimation est pour les années sèches avec une fréquence de 80%.

Pour trouver les précipitations moyennes mensuelles avec une probabilité de 80 %, nous utilisons Les lois suivantes :

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

$$P \text{ théorique (80\% annuelle)} = 670 \text{ mm}$$

$$P \text{ théorique (50\% annuelle)} = 540 \text{ mm}$$

Les pluies moyennes mensuelles de probabilité 80% sont récapitulées dans le tableau I-3 suivant :

Tableau I-4 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	Sep	Oct	nov	dec	Jan	Fev	mars	avril	mai	Juin	Juil	aout	année
P moy mensuelles	29.72	59.92	98.21	106.77	94	89.96	71.76	70.08	50.84	12.01	2.33	5.51	691.12
P moy mensuelles (80%)	23.95	48.29	79.15	86.06	75.76	72.5	57.84	56.48	40.98	9.68	1.88	4.44	557.02

Source : (ONM) Dar El-Beida(2023)

V. CLIMATOLOGIE

Les données météorologiques et climatiques sont importantes pour la planification et la gestion des activités humaines, l'une des activités principales étant l'agriculture. Ils permettent de délimiter une zone en différentes zones agrométriques spécifiques pour chaque type d'exploitation agricole.

Dans les projets d'irrigation, les facteurs climatiques les plus décisifs sont la température, l'humidité relative, la force du vent et sa direction, le sirocco ; ils forment un ensemble de facteurs décisifs.

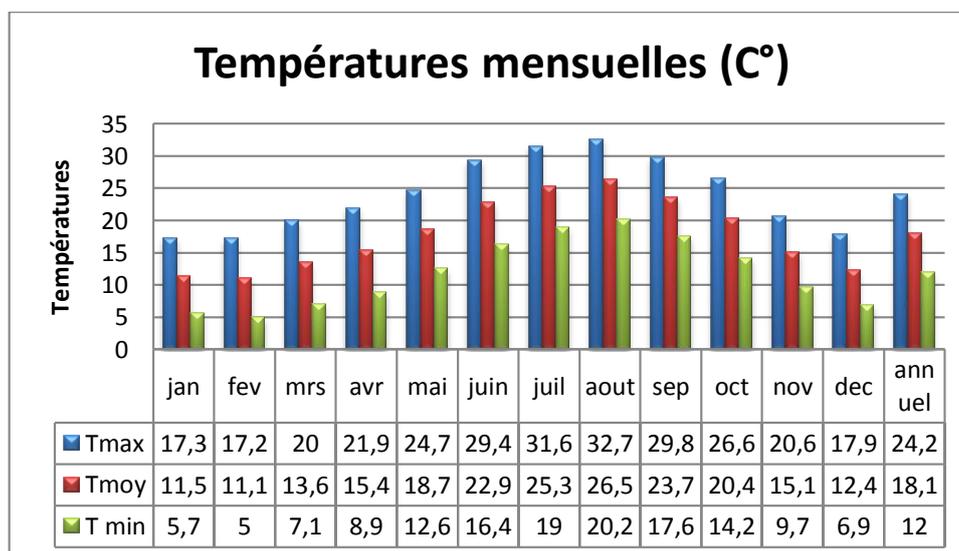
V-1. Température

La période d'observation de 10 ans (1996 à 2005) comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-6 : Températures moyennes mensuelles en (C°)

Mois	Jan	fev	Mrs	Avr	mai	juin	juil	Aout	sep	oct	nov	Dec	annuel
Tmax	17.3	17.2	20.0	21.9	24.7	29.4	31.6	32.7	29.8	26.6	20.6	17.9	24.2
Tmoy	11.5	11.1	13.6	15.4	18.7	22.9	25.3	26.5	23.7	20.4	15.1	12.4	18.1
T min	5.7	5.0	7.1	8.9	12.6	16.4	19.0	20.2	17.6	14.2	9.7	6.9	12.0

Source : (ONM) Dar El-Beida(2023)



Graphe I-1 : Températures moyennes mensuelles

- ❖ Les températures baissent pendant les trois mois d'hiver (décembre, janvier, février) D'un minimum de 5°C, les mois d'été (juin, juillet, août) se réchauffent et la valeur maximale est de 32,7°C, et la différence entre ces deux valeurs extrêmes donne l'amplitude thermique 27,7°C et la température moyenne annuelle est de 18,1°C.
- ❖ Le mois le plus chaud de l'année est août avec une température de 26.5°C et le mois le plus frais est Février 11,1°C.

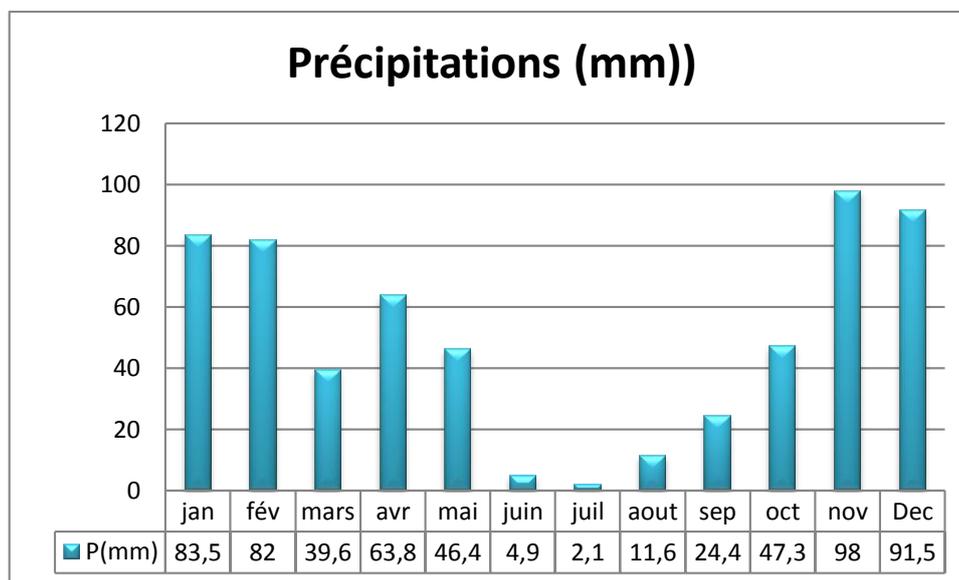
V-2. Précipitation

La station pluviométrique représentative est la station pluviométrique de Hamiz, et les données couvrant la répartition mensuelle des pluies de (1996 à 2005) est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau I-5 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en (mm)

Mois	Jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	83.5	82	39.6	63.8	46.4	4.9	2.1	11.6	24.4	47.3	98	91.5

Source: (ONM) Dar EL- Beida



Graphe I-2 : Répartition mensuelle moyenne de la pluie en (mm)

- ❖ Le graphe montre qu'il existe 3 saisons :
 - ✓ Saison pluvieuse en novembre, décembre, janvier et février.
 - ✓ Saison sèche en juin, juillet et août.
 - ✓ Saison moyenne de septembre, octobre, mars, avril et mai.

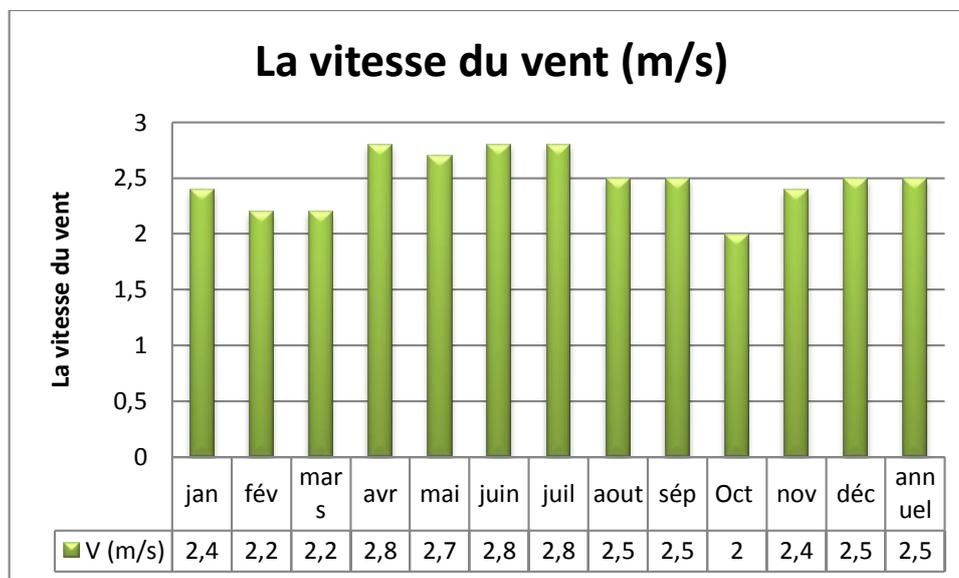
V-3. La vitesse du vent

Le vent constitue un facteur exerçant une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigations. Il est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Son étude nous semble nécessaire pour l'orientation et l'implantation des brises vents.

Tableau I-6 : Vitesses moyennes mensuelles de vent (m/s)

Mois	Jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sép	Oct	nov	Déc	Annuel
V (m/s)	2.4	2.2	2.2	2.8	2.7	2.8	2.8	2.5	2.5	2.0	2.4	2.5	2.5

Source: (ONM) Dar El-Beida(2023)



Graphe I-3 : Vitesses moyennes mensuelles de vent (m/s)

Les vitesses moyennes du vent sont jugées "modérées" et homogènes tout au long de l'année, avec une moyenne annuelle de 2,48 m/s.

V-4. Humidité Relative

L'humidité relative, ou état hygrométrique, se définit comme le pourcentage de la tension moyenne de la vapeur d'eau par rapport à sa tension maximale, en corrélation avec la température mesurée au thermomètre sec.

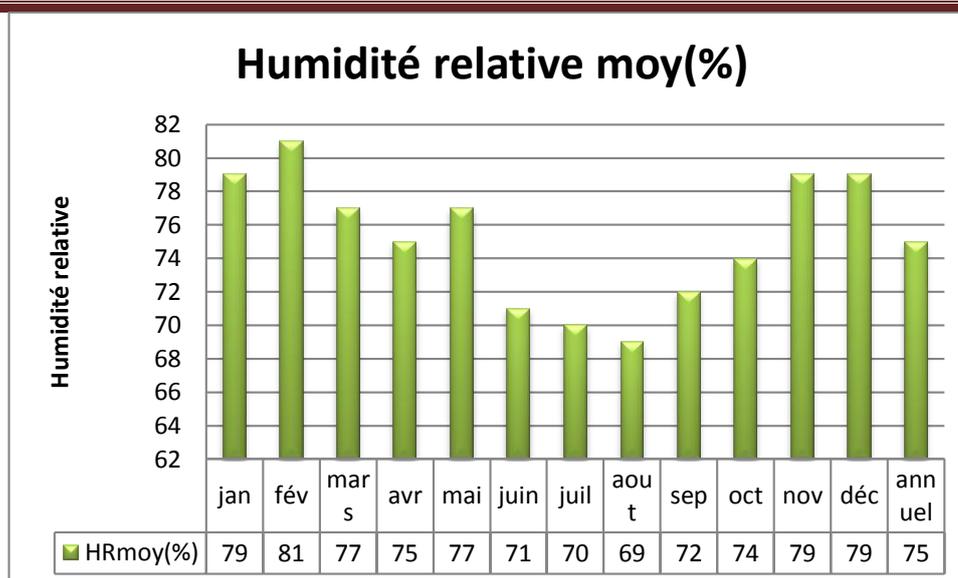
L'humidité relative joue un rôle crucial dans le cycle hydrologique en influençant l'évaporation du sol ainsi que le développement de la végétation. Elle indique le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau.

Les valeurs mensuelles moyennes d'humidité relative dans la région, mesurées au moyen du psychromètre, sont présentées dans le tableau ci-dessous ;

Tableau I-7 : Répartition mensuelle de l'humidité relative de l'air en (%)

Mois	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc	annuel
HRmoy(%)	79	81	77	75	77	71	70	69	72	74	79	79	75

Source : (ONM) Dar El-Beida(2023)



Graphe I-4 : Humidité relative %

En se basant sur le graphique, on peut conclure que :

- Le mois le plus humide est février, avec un taux d'humidité relative de 81%.
- Le mois le moins humide est août, avec un taux d'humidité relative de 69%.

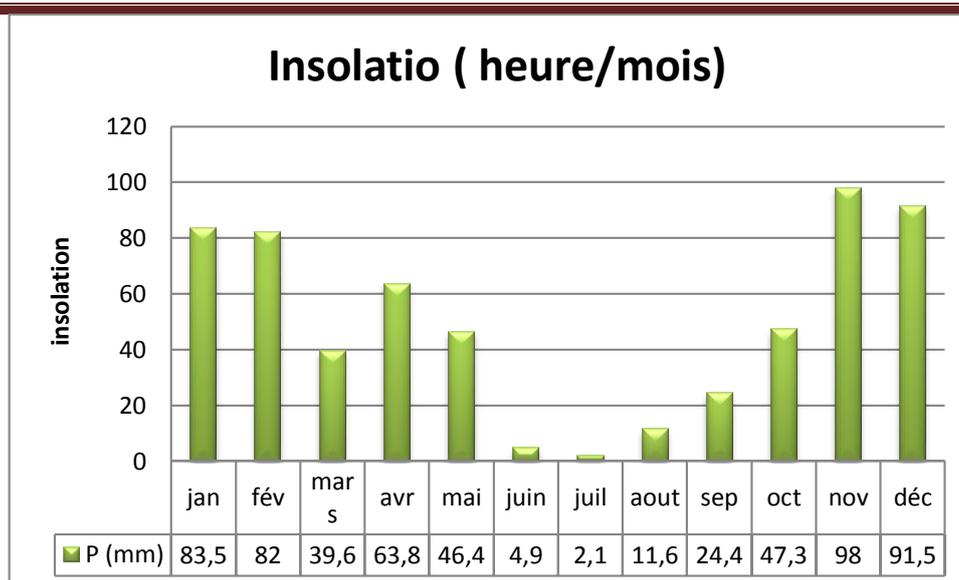
V-5. Insolation

L'insolation désigne la durée, en heures, pendant laquelle le soleil a été visible et a brillé au cours de la journée.

Tableau I-8 : Insolation totale mensuelle en heures par mois.

Mois	jan	fév	mars	Avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	Nov	Déc	annuel
heure/mois	173.7	184.6	228.2	245.4	264.1	315.2	323.6	297.9	255	227.4	169.7	157.9	2842.5

Source: (ONM) Dar El-Beida(2023)



Graphes I-5 : Insolatio moyenne mensuelle en h/mois

Les records d'ensoleillement tout au long de l'année ont des valeurs différentes, la plupart

- ✓ Se produit pendant la période chaude d'avril à septembre, avec les valeurs les plus élevées
- ✓ Le plus haut a été atteint en juillet avec 323,6 heures/mois. Selon la figure ci-dessous
- ✓ Le plus bas a été atteint en décembre à 157,9 heures/mois.

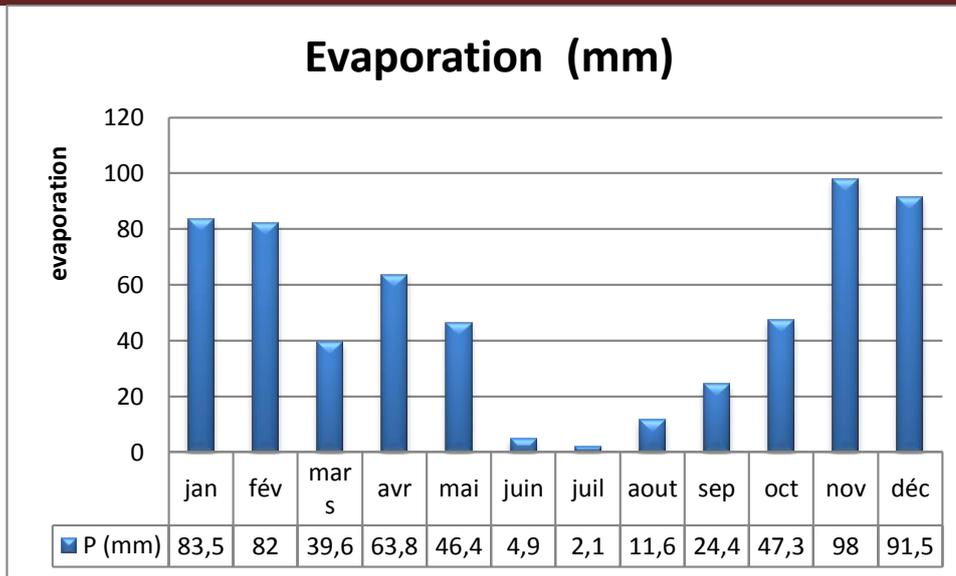
V-6. Évaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température et la sécheresse Air. La quantité d'eau évaporée en un temps donné dépend de plusieurs facteurs liés . D'une part elle est liée à l'état de l'atmosphère et d'autre part elle est liée à la surface d'évaporation.

Tableau II-9 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne

Mois	Jan	fév	mars	avr	mai	juin	Juil	aout	sep	oct	Nov	Déc	annuel
EVP (mm)	64.3	50.3	67.2	86.9	84.8	114.1	129.4	137.3	113	88.4	65.7	61.5	1062.4

Source: (ONM) Dar El-Beida(2023)



Grphe I-6 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne

L'évaporation atteint son maximum au mois d'août, s'élevant à 137,3 mm. Sur l'ensemble de l'année, l'évaporation totale est de 1062,4 mm.

V-7. Classification Climatique

V-7-1. Classification selon l'Indice d'Aridité de De Marton

L'aridité ou indice de De Maton est un paramètre qui classe les climats de sorte qu'il nous Informe de l'indispensabilité de l'irrigation liée au climat.

Indice de siccité est donné par l'expression suivante :

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

Avec :

- ✓ IA : indice de Marton ;
- ✓ P : précipitation annuelle moyenne de la région en (mm/an) ;
- ✓ T : température moyenne annuelle en °C.

Tableau I-10 : Classification de climat selon Marton

Valeurs d'IA	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 Bulletin n=24 FAO)

On a : $P_{moy} = 595.1 \text{ mm/an}$ ET $T_{moy} = 18.1^\circ\text{C}$

On aura: $I_A = 595.1 / (18.1 + 10) = 21.178$

D'après le calcul de l'indice d'aridité ($I_A = 21.178$), qui se situe dans l'intervalle de 20 à 30, la classification climatique précédemment présentée indique que la région est soumise à un régime de climat **relativement humide**. Dans ce type de climat, **l'irrigation peut parfois s'avérer utile**.

V-7-2. Classification Climatique selon le Diagramme d'Emberger

La méthode repose sur un diagramme élaboré par Emberger, fournissant des informations sur le climat ainsi que le type d'hiver prédominant dans une région. Dans cette optique, nous avons évalué le quotient d'Emberger, que nous avons ensuite représenté sur le diagramme bioclimatique.

$$Q = \frac{1000 * P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

Tel que :

Q : quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : précipitation moyenne annuelle de la région (mm) ;

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°) ;

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°).

Pour

$$P = 595.1 \text{ mm}$$

$$M = 26.5 + 273 = 299.5 \text{ K}^\circ$$

$$m = 5 + 273 = 278 \text{ K}^\circ$$

$$D'où Q = (1000 * 595.1) / ((299.5 + 278) / 2 * (299.5 - 278)) = 95.85$$

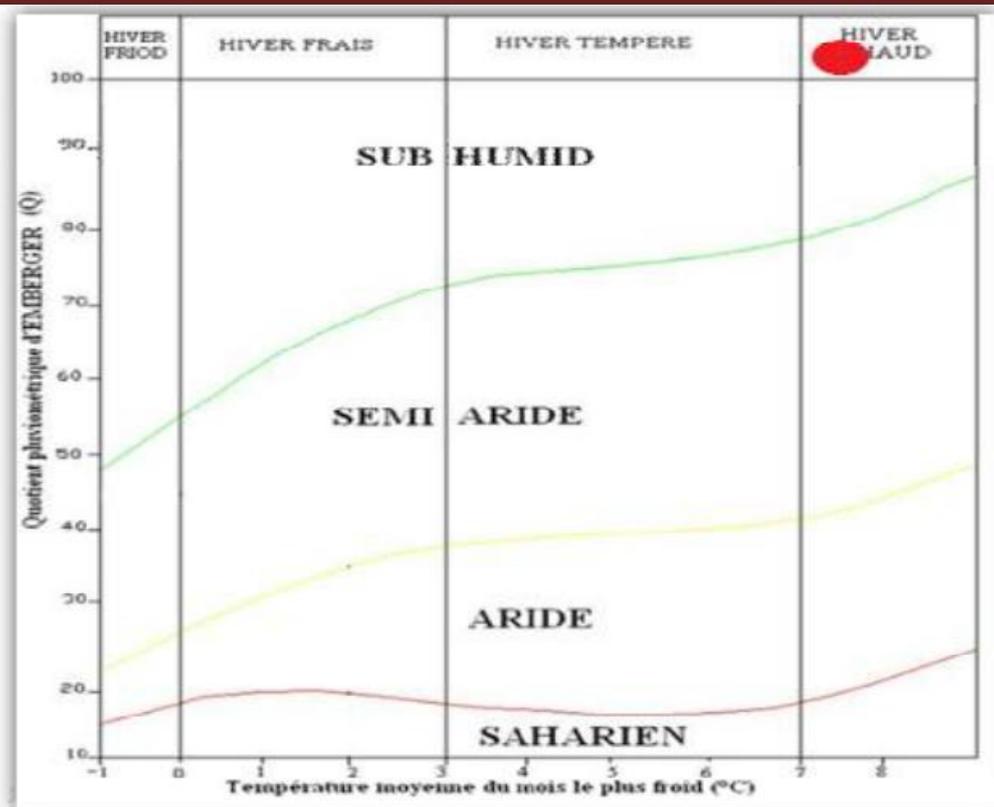


Figure I-6 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

Après avoir projeté les valeurs ($Q = 95.85$; $m = 5C$) sur le diagramme bioclimatique d'Emberger, nous pouvons conclure que le climat de la région est classé comme **sub-humide** . Ces informations viennent compléter la méthode de Marton et sont d'une importance considérable pour une compréhension approfondie du climat de la région.

V-7-3. Représentation d'un graphe gaussien : (Voir Figure I-7)

Une carte de Gossen est une représentation graphique des changements de précipitations et la température en fonction du temps (mois), ce qui nous permet de déterminer L'irrigation est indispensable (périodes sèches). Les précipitations, exprimées en millimètres, égales ou inférieures à deux fois la température moyenne de l'air Exprimé en (C°) par mois. Bien sûr, l'inverse est vrai pendant les mois humides.

Tableau I-11 : Précipitations et températures moyennes mensuelles

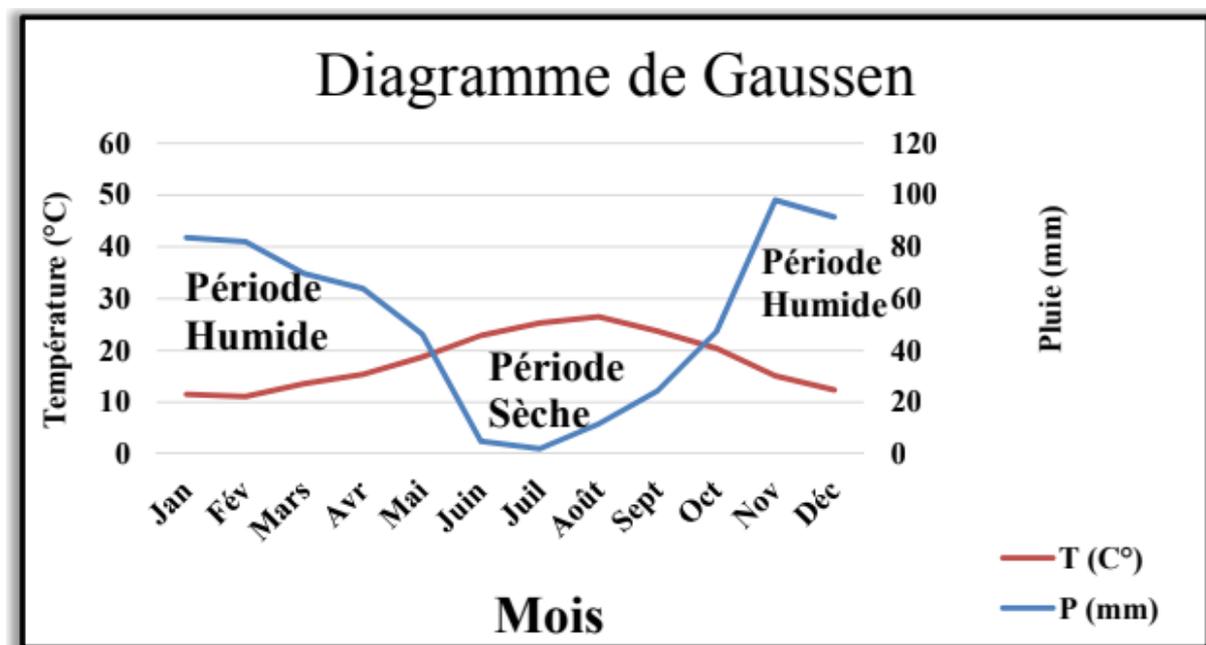
Mois	Jan	fév.	mars	avr	Mai	juin	juil	aout	sep	Oct	Nov	déc
P (mm)	83.5	82	39.6	63.8	46.4	4.9	2.1	11.6	24	47.3	98	91.5
T (c°)	11.5	11.1	13.6	15.4	18.7	22.9	25.3	26.5	24	20.4	15.1	12.4
2T (c°)	23	22.2	27.2	30.8	37.4	45.8	50.6	53	47	40.8	30.2	24.8

Source: (ONM) Dar El-Beida(2023)

En résumé:

Période sèche : $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$

✓ Période humide : $P \text{ (mm)} \geq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$



Graph I-7 : Diagramme ombrothermique de Gausse

Nous avons deux saisons, une sèche et une humide. Il dure plus de 5 mois, de mai à octobre, période pendant laquelle il est irrigué est absolument nécessaire.

VI. RESSOURCES EN EAU

La végétation a généralement besoin d'eau pour croître et se développer. L'irrigation pendant les mois secs est impérative pour son environnement naturel.

La zone environnante de la rivière Hamiz est principalement alimentée par les eaux de surface Rejet. Le volume affecté de **75 Hm³**, d'autre part, il est alimenté à partir des nappes phréatiques (forages, puits) dont le débit est **limité à quelques mètres cubes par an**, Sauf pour les forages illégaux.

Donc les ressources sont à la fois de surface et souterraines.

VI-1. Ressources en eau superficielle

Le périmètre d'EL HAMIZ est principalement assuré par deux (2) ressources superficielles :

VI-1-1. Barrage du Hamiz

Le barrage de Hamiz a été construit à 35 kilomètres au sud-est d'Alger, non loin en amont de la rivière Alger. L'Oued Hamiz traverse l'extrémité orientale de la grande plaine d'Alger.

Alors à 6 kilomètres du village de Fondouk, à 25 km de la mer et à 35 km de la ville d'Alger. Le volume livré au périmètre est de 15 Hm³.

Caractéristiques hydrologiques :

- ✓ Oued Arbaatache
- ✓ Capacité initiale.....14 hm³
- ✓ Capacité après surélévation..... 21 hm³
- ✓ Apport moyen annuel..... 55 hm³ /an
- ✓ Envasement..... 0,35 hm³/an
- ✓ Surface du bassin versant139 km²



Figure I-7 : Barrage du Hamiz

VI-1-2. Lac de Réghaia

Le plan d'eau (lac) couvre une superficie de 25 hectares, du nord au sud.

Au sud, la longueur totale est de 2,5 kilomètres. La capacité de stockage est de 6 millions de mètres cubes eau. C'est le seul vestige de l'ancien marais de Mitidja.

Le volume livré au périmètre est de **05 Hm³** Lac Réghaia correspondant à l'exutoire de l'oued Réghaia, dont l'embouchure est bloquée par des cordes dunaires, comme le montre la photo 8. Aujourd'hui, en amont, à environ 600 m de ces dunes, il y a une digue Les eaux du marais actuel sont artificiellement préservées.



Figure I-8 : lac de Réghaïa

VI-2. Ressources en eaux souterraines

Le champ captant de Bouréah approvisionne les secteurs 8 et 9 de la zone littorale du périmètre d'El Hamiz, couvrant une superficie de 2 860 hectares. L'eau de la nappe souterraine est exploitée par un ensemble de 16 forages. Cette ressource est utilisée à la fois pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation. Toutefois, l'affectation de 7 des forages les plus performants à la SEAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger) afin de répondre aux besoins en eau potable des communes de Ain Taya, Heuraoua, Bordj El Bahri et Marsa, a eu un impact significatif sur l'irrigation dans les secteurs 8 et 9, entraînant des perturbations majeures.

Tableau I-12 : Les forages affectés à l'A.E.P

N° Forage	F 1	F10	F10 °	F11	F12	F13	F13°	Total
Débit (L/S)	08	15	15	51	20	25	15	149

Source : ONID Alger capitale (2010)

Tableau I-13 : Les forages affectés à l'irrigation

N°Forage	F2	F3	F4	F7	F8	F9	FA	FB	FC	Total
Débit (L/S)	00	15	00	00	12	10	17	00	16	70

Source: ONID Alger capitale (2010)

NB :

- F3 : Mauvaise qualité d'eau affectée à l'irrigation de la ferme de CVITAL
- F7: Affecté a l'A.E.P
- F9: Affecté a l'A.E.P total 39 l/s

- FB : Affecté à l'A.E.P
- FC : Affecté à l'A.E.P (nouveau réalisé)
- FA : Nécessite un développement
- F2 : A l'arrêt pas d'eau

La nappe phréatique a chuté de façon spectaculaire au cours de la dernière décennie en raison de la baisse de la nappe phréatique.

Le forage illégal de puits dans les mines alimente la sécheresse chronique et le surdéveloppement Le périmètre et l'intérieur du champ minier de Bouréah.

Les zones autour de Hamiz sont attaquées par l'urbanisation. Taux d'urbanisation moyen pour l'ensemble de la périphérie, selon les études diagnostiques 26% (4 003 ha irrigables/15 122 ha irrigables), le ratio le plus élevé enregistré en 08 et 09, 59% et 44% respectivement, donc la superficie irrigable actuelle est ces secteurs ont 971 hectares de superficie irriguée (1986 hectares étaient irrigués à l'origine).

V-4- Qualité de l'eau d'irrigation :

Une étude par sondage a été réalisée sur la qualité chimique de l'eau du barrage EL Hamiz au cours des années. La classification de l'eau selon la qualité chimique a été établie selon les valeurs moyennes EC et SAR des résultats d'analyse de la qualité de l'eau, la qualité de l'eau d'El Hamiz est classé C3S1 ; grade S1 (SAR varie de 0 à 10) avec une teneur en sodium de Qualifiée de faible, cette eau ne causera pas de problèmes, si ce n'est un éventuel impact sur les arbres fruitiers; **classe de salinité C3** (CE varie de 0,75 à 2,25 mmhos/cm), **salinité acceptable Moyenne, autorisée uniquement sur les sols bien drainés et les cultures rustiques.**

Il est à noter que les critères proposés par cette classification sont considérés comme très importants. Sévères, En dépit de plusieurs essais ayant démontré l'utilisation des eaux salées, même qualifiées de dangereuses, et ayant abouti à des résultats satisfaisants, une vigilance particulière sera accordée au traitement des eaux industrielles. Cette mesure vise à garantir une meilleure qualité de l'eau et à minimiser les risques de contamination.

Chapitre 2

Situation actuelle du réseau

INTRODUCTION

Ce chapitre vise à dresser un état des lieux et à établir un diagnostic du périmètre visé. Avant d'entreprendre cette démarche, il est essentiel de comprendre la raison sous-jacente à ce diagnostic. En effet, celui-ci permettra de minimiser les interventions non prévues, d'identifier les problèmes potentiels et de prévenir toute exploitation désordonnée. Les résultats de ce diagnostic serviront de référence pour évaluer l'état actuel du périmètre.

Le diagnostic englobe les éléments suivants :

- ✓ Collecte de données existantes : Cette étape consiste à rassembler toutes les informations disponibles concernant le périmètre en question.
- ✓ Zonage du périmètre : Cette phase consiste à diviser le périmètre d'étude en zones spécifiques afin d'analyser en détail chaque zone.
- ✓ Enquête et mesures des paramètres de performance : Cette partie se concentre principalement sur les caractéristiques de l'exploitation agricole, les techniques de culture utilisées et le système d'irrigation en place.

Pour mener à bien ce diagnostic, deux parcelles ont été sélectionnées à l'intérieur du périmètre d'étude. La première parcelle est irriguée par aspersion, tandis que la seconde utilise un système d'irrigation localisé. Cette approche permettra d'obtenir des informations spécifiques sur les différentes méthodes d'irrigation utilisées dans le périmètre.

II-1. L'étude foncière

Le but de cette tâche est de fournir une quantité considérable d'informations qui faciliteraient la projection d'un réseau. Afin d'établir un système d'irrigation adapté à la zone environnante, il est impératif d'identifier d'abord les limites du périmètre sur une carte.

Lorsque l'on discute d'un morceau de littérature, il est important d'analyser à la fois la propriété et l'intrigue. La propriété fait référence à l'espace physique dans lequel le récit se déroule, y compris tous les bâtiments ou paysages qui jouent un rôle important dans l'histoire. L'intrigue, quant à elle, fait référence aux événements et aux actions qui se produisent tout au long du récit et font avancer l'histoire. Il est crucial d'examiner les deux aspects afin de bien comprendre et apprécier l'œuvre dans son ensemble.

II-2. Réseau hydraulique

Fait partie intégrante du système global. Opérationnel depuis 1937, ce périmètre a la particularité d'être l'un des plus anciens. Il peut être trouvé situé vers la région orientale, à environ 20 kilomètres. La région d'Alger s'étend sur une étendue bien équipée de **17 000 hectares** qui est séparée en **9** secteurs distincts.

Deux méthodes d'irrigation existent : l'une utilise la force de gravité, tandis que l'autre consiste à pomper.

II-2-1. Equipement du périmètre

Il comprend :

- un réseau d'irrigation par pompage.
- un réseau d'irrigation par gravité.
- deux adductions.
- un réseau d'assainissement agricole et de prise.
- trois stations de pompage.
- trois réservoirs de régulation et une prise gravitaire.

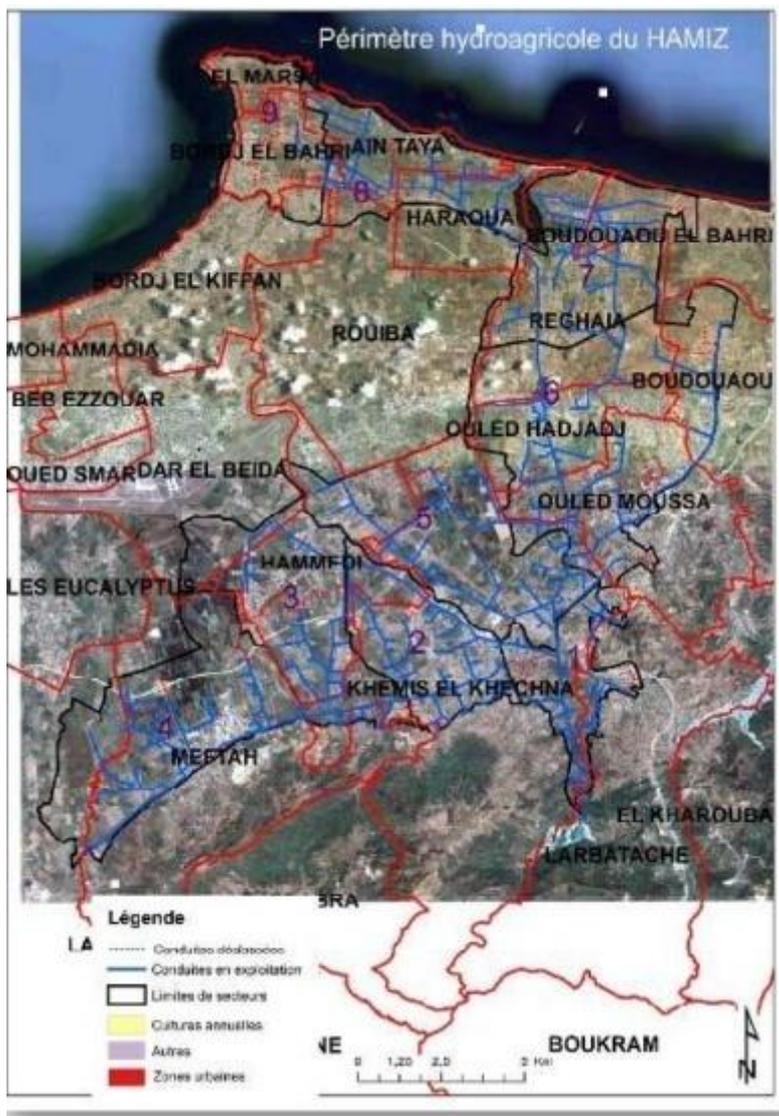


Figure II-1 : Périmètre hydro agricole du Hamiz (Source : ONID)

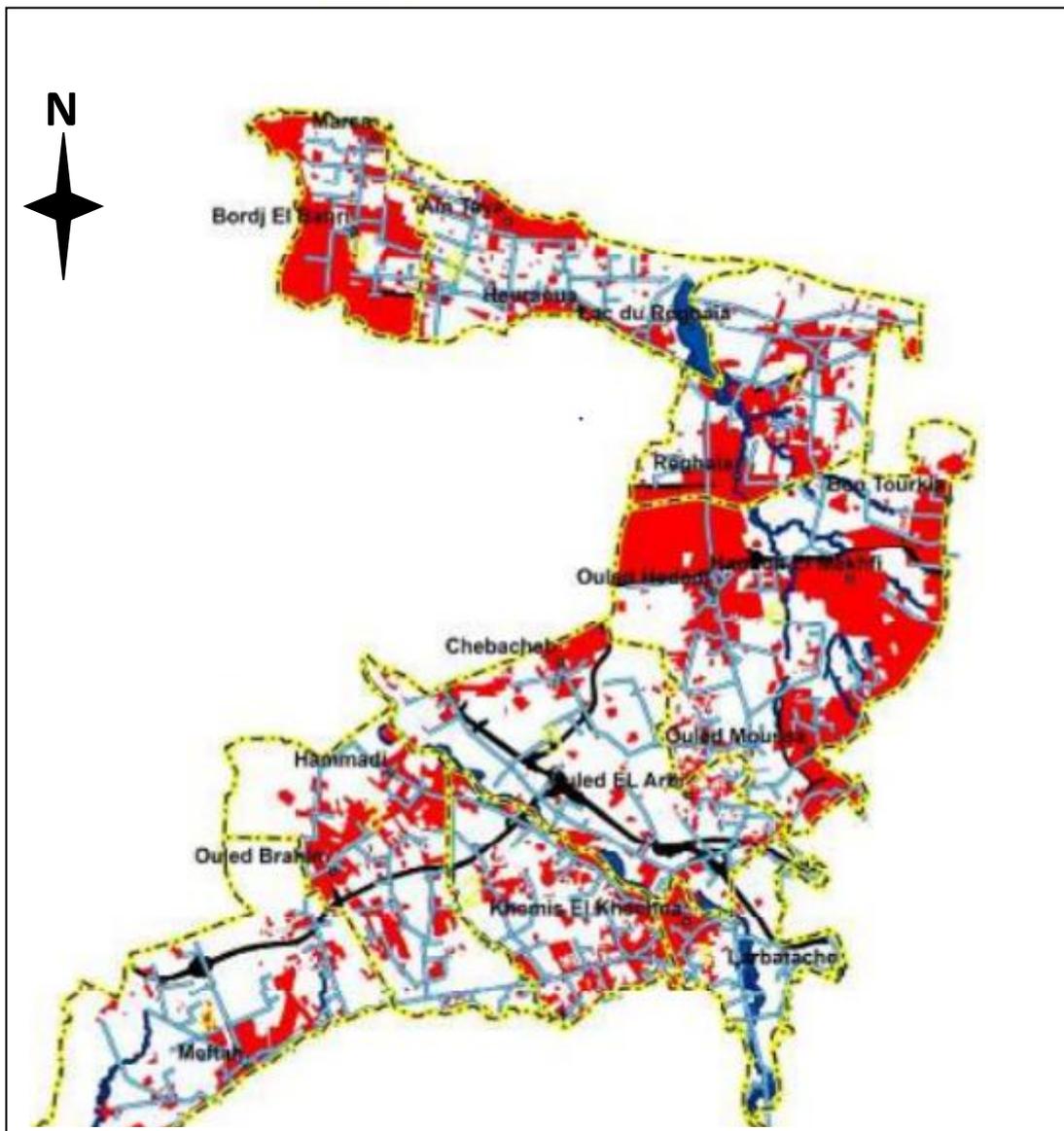


Figure II-2 : situation du périmètre du Hamiz en 2010 (1/25000) (Source : ONID)

Tableau II-1. Représentation des détails de chaque secteur

Secteurs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Superficies total en Ha
Cultures annuelles	510	622	1030	1608	1698	1805	958	917	351	9499
Cultures pérennes	110	329	550	760	413	301	197	44	24	2728
Emprise du bati	227	535	626	444	475	2043	780	498	854	6482
Emprises autoroutières	28	15	15	38	133	57	16	0	0	302
Emprise du réseau hydrographique	83	50	33	38	73	69	63	16	9	434
Végétation arbustive	78	20	30	15	43	37	118	191	38	570
Eau libre	1	0	0	0	0	4	0	96	0	101
Superficie en Ha	1037	1571	2284	2903	2835	4316	2132	1762	1276	20116

Source : ONID Alger (2010)

II-3 Réseau d'irrigation existant

II-3-1 Exploitation Agricole Communale (EAC)

L'équipement d'irrigation mobile existant a été diagnostiqué. Ça implique l'état des bouches d'irrigation, des gicleurs et des tuyaux en PVC (chlorure de polyvinyle), et comme ligne d'irrigation principale.

Ce diagnostic a été réalisé à travers une enquête auprès des agriculteurs.

II-3-1-1 Borne d'irrigation

La pressurisation du réseau est assurée par une seule borne de type B, Parcelle n°1, caractérisée par : débit 20 l/s, diamètre 150 mm, pression 3bar (avec limiteur de pression), jusqu'à 12 bar, Vannes d'hydrant (diamètre 80 mm Directement connectées à la rampe principale 76 mm de diamètre connecté au terminal via un tuyau souterrain Acier (diamètre 150mm) avec convergent

II-3-1-2 Débit d'installation

Débit maximum pour les installations en réseau (20 l/s). En cas de coupure du réseau, les agriculteurs utiliseront des groupes motopompes électriques et Percer des trous où le débit ne dépasse pas 5 l/s

II-3-1-3 Éléments du réseau

La parcelle est équipée d'un kit d'asperseur :

- Rampe principale en PE (polyéthylène) d'un diamètre de **76 mm**.

- Une quarantaine de rampes secondaires de **6 m** de long de même diamètre (**76 mm**) en PE

Les asperseurs utilisés étaient tous du même type. Ce sont des d'asperseurs en plastique à double buse (diamètre, mesurant **5,6 mm**), monté sur une perche verticale **60cm**. La particularité de cet appareil est que chaque buse est équipée d'une petite soupape.

Caractéristiques de fonctionnement des gicleurs fournis par le fabricant n'existent pas, nous sommes obligés de récupérer tous ces paramètres depuis le site et les résultats estimés sont les suivants:

Débit de l'asperseur= **2,05 m³/h (0,57 l/s)** diamètre de la buse 7/32» (**5,56mm**), la pression = **3 bars** (pression de fonctionnement prise comme hypothèse) L'espacement entre asperseurs est de **12 m**. La portée mesurée varie de **6 à 8 m**. Lors de l'arrosage, aucune chute de pression n'a été constatée.

La pression moyenne par buse n'a pas été mesurée en raison d'un manque de pression moyenne matérielle.

Faciliter les opérations d'installation d'autres éléments complémentaires, y compris Composants insérés tels que : coudes, joints, vannes, etc. (l'étude a été réalisée au niveau de **I'O.N.I.D**)

II-3-1-4 Schéma du réseau

Les schémas utilisés sont des schémas partiellement couverts (déplacement de canalisations, greffage Chaque station d'irrigation sur l'ensemble de la parcelle est équipée de gicleurs mobiles).

Exemple concret

Sur une superficie de **2,5 hectares**, l'agriculteur doit déplacer le tuyau 8 à 10 fois Mobile, le nombre de stations est égal à 8 pots, et le temps d'irrigation de chaque pot est de 2 heures, en tenant compte de la durée de déplacement des équipements **30 minutes** par travailleur pour un total d'environ **8 heures/jour** de temps d'irrigation, Le problème ne peut être arrosé que trois jours plus tard.

II-3-1-5 perte d'eau et colmatage

A) perte d'eau

De la borne d'irrigation, l'eau est acheminée jusqu'à la vanne hydrante, elle est véhiculée aux parcelles par la conduite principale qui distribue aux conduites secondaires qui à leur tour vers les sprinklers.

Durant tout ce parcours les pertes d'eau enregistrée sont au niveau de la vanne hydrante (Assez importantes) et au niveau de la conduite principale.

Les pertes les plus importantes sont au niveau des conduites secondaires notamment au niveau des joints et tubes d'asperseurs malgré que le réseau s'avère en très bon état.

Deux pertes banales sont à signaler :

- En irrigation par aspersion les pertes par évaporation sont très importantes vu, la répartition de l'eau sur toute la superficie par comparaison au micro irrigation.
- Perte par infiltration.

B) Colmatage

Vu la qualité des eaux aucun colmatage n'est remarqué.

II-3-2 Ferme pilote

II-3-2-1 Bornes d'irrigation

C'est le plus récent et similaire au colis précédent (diamètre 150mm, débit de 20 l/s, pression 3,5 bar), mais adapté aux grandes surfaces irriguées (30 ha).

Le terminal est actuellement inutilisé et la principale source d'eau est toujours le barrage, Le débit est d'environ 4l/s.

Réservoir de stockage de **100 mètres cubes** (, 10 m de long, 5 m de large, et 2m de haut) alimenté par le barrage précité pour l'irrigation des agrumes,

Cependant, le bassin n'est qu'à moitié rempli pour plusieurs raisons :

- Eau disponible sur la parcelle.
- Débit de forage par injection d'eau
- Évitez de dépasser la fréquence recommandée.

La pression et le débit recommandés sont fournis par une pompe centrifuge, qui Ce dernier est relié au bassin par un tuyau en acier d'un diamètre de **85 mm**.

II-3-2-2 Station de tête

La station de tête se compose de deux filtres à sable, chacun d'une capacité de 12.81 Hm³ selon les données du dernier bilan de 2012. Ces filtres ont un diamètre de 63 mm et sont reliés à la pompe via une conduite en PVC (poly chlorure de vinyle). Un filtre à tamis est installé à la sortie de la conduite principale.

II-3-2-3 Débit d'installation

Le débit d'installation n'a pas pu être révélé en raison du manque d'information sur la pompe utilisée par les exploitants du réseau. En conséquence, il est possible que la pompe choisie ne soit pas adéquate pour les besoins réels.

II-3-2-4 Éléments du réseau

Le schéma illustré dans la Figure II-3 représente le réseau, qui comprend :

- Un bassin d'accumulation.
- Une station de tête.
- Une conduite principale en PVC (diamètre 90 mm), ou en PE si le terrain ne convient pas pour le PVC.

Les conduites principales sont généralement enterrées et reliées aux conduites secondaires par des vannes. Les conduites secondaires, également enterrées, sont des portes rampes en PVC (diamètre 63 mm).

Les portes rampes sont reliées aux arbustes par des rampes en PE (diamètre 20 mm), espacées de 6 mètres.

Les goutteurs ont un débit de 8 litres par heure.

D'autres accessoires sont nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du réseau. Chaque début de secteur est équipé d'une vanne qui permet la connexion entre les conduites principales et secondaires. Cette vanne facilite l'exploitation et la gestion de l'irrigation en permettant l'ouverture et la fermeture de chaque poste selon les besoins.

De plus, une vanne de purge est également installée pour permettre la vidange du système en cas de besoin.

II-3-2-5 État du réseau

Lors de l'enquête effectuée par les ingénieurs de l'ONID, ils ont constaté que la plupart des éléments du réseau étaient en place, à l'exception de quelques composants tels que la station de tête, certaines vannes et la pompe. Cela est dû au fait que l'irrigation n'avait pas encore commencé au moment de notre étude.

Les rampes d'irrigation ont été répondues, ce qui permettait de faciliter l'accès des engins agricoles pour les travaux de labour et de désherbage dans la parcelle.

Cependant, l'état général du réseau laissait à désirer. De nombreux goutteurs et rampes étaient bouchés ou endommagés, et certaines vannes étaient cassées ou manquantes. Malgré sa récente installation, le réseau d'irrigation ne répondait pas aux normes requises et était considéré comme insuffisant pour une utilisation efficace.

II-4 Conduites d'irrigation

II-4-1 Exploitation Agricole Communale (EAC)

L'irrigation jouant un rôle clé dans l'intensification et le développement et la croissance des cultures et augmentation du rendement, contrôle au cours du processus, trois questions se posent : quand ? Combien ? Et comment irriguer ?

En début de saison, la décision d'irriguer est prise par l'agriculteur, en fonction des cultures, du type des sols, lancement d'activités d'irrigation, disponibilité de l'eau, ainsi que la superficie irrigable (6 ha)

Quand arroser?

- La plupart des agriculteurs savent à quel point le sol est humide en le touchant : le sol est assez sec il faut l'arroser, et les plus mouillés peuvent attendre un moment avant d'arroser.

Dans nos parcelles, le bilan se fait au niveau des racines (10 cm pour la racine). Bien que rapide et économique, l'appréciation sensorielle laisse beaucoup à désirer en termes de précision.

- On peut également utiliser un tensiomètre, un appareil qui nous permet de mesurer la tension superficielle due à l'humidité du sol. Cependant, de nombreuses exploitations sont désavantagées par rapport à la valeur indiquée, qui varie selon les cas.

- Enfin on peut utiliser la méthode du bilan hydrique, cette méthode se base sur des données Climat.

II-4-1-1 Dosage, durée et fréquence des arrosages

L'argile indique le dosage des arrosages en termes de durée et de fréquence (deux heures sont suffisantes pour irriguer 2,5 hectares de pastèques), selon le type de sol, la culture et climat. À travers des expériences Les agriculteurs savent comment estimer les besoins en arrosage supplémentaire précis.

Les agriculteurs varient la fréquence des arrosages en fonction de la saison de croissance. Ils déterminent le stress hydrique à partir des données sur les cultures.

Observation des plantes : L'apparence et le comportement des cultures ou des plantes indicatrices fournissent Informations importantes sur l'état de son eau.

La manifestation la plus typique du manque d'eau est le dépérissement des méridiens. Feuilles. Les feuilles peuvent devenir déformées, dures, enroulées ou changent de couleur (bleu ou rouge). Ces signes montrent également que les plantes Souffre de pénurie d'eau, mais n'est jamais complètement privée. En résumé, les agriculteurs doivent intervenir lorsque cela est approprié.

II-4-1-2 Uniformité d'arrosage

En irrigation par aspersion, une répartition inégale de l'eau se traduit par des pertes d'eau et une diminution du rendement des cultures. Cela se manifeste par des zones de la parcelle qui sont excessivement humides, pouvant provoquer une asphyxie des plantes, tandis que d'autres zones présentent un déficit en eau, entraînant un stress hydrique pour les plantes.

Cependant, il convient de noter que l'homogénéité des apports en eau n'est pas le seul facteur déterminant pour obtenir une irrigation efficace. Le pilotage de l'irrigation est également crucial.

Dans le but d'évaluer l'impact de l'inégalité des apports en eau sur l'efficacité de l'irrigation, deux essais expérimentaux ont été réalisés lors de la campagne de culture de la pastèque.

II-4-2-1 Dosage, durée et fréquence des arrosages

Le dosage de l'arrosage doit être bien adapté à la capacité de rétention du sol (réserve utile) Variation d'un sol à l'autre. Par exemple, les sols à faible réserve (sableux, pierreux...) nécessite des arrosages faibles mais fréquents.

Comprendre le comportement de l'eau du sol (capacité de stockage, vitesse, mesure tensiométrique "Infiltration et drainage, état d'évolution de l'humidité du sol "et bilan hydrique") sont indispensables à une bonne maîtrise de la gestion de l'irrigation.

En pratique, ces données sont souvent mal connues et les conduites d'irrigation sont Généralement sous-estimées.

En raison du manque de connaissances nécessaires sur le sol, les cultures, le dosage de l'arrosage Impossible d'estimer, les détails sont les suivants :

- La capacité du barrage ne peut répondre à la demande en agrumes.
- Irriguer à partir du bassin (généralement à moitié plein).

- Il est observé que la fréquence d'arrosage dépasse celle qui est souhaitée, avec un intervalle d'un mois pour chaque poste. En outre, le débit de chaque goutteur est de seulement 1 à 1,5 l/h, et la durée d'arrosage ne dépasse pas 6 heures. Cette combinaison de facteurs a entraîné un stress hydrique important au niveau des agrumes, se manifestant par des fissures dans le sol ainsi que le ternissement et le flétrissement des plantes. Les ressources en eau fournies par les gouttes semblent être insuffisantes pour répondre aux besoins en eau adéquates des agrumes, ce qui compromet leur santé et leur productivité.

En conclusion

a) la pratique de l'irrigation par aspersion, est conduite le plus souvent d'une manière Archaïque, qui manque de précision.

b) le réseau en place est en bon état, exception faite des fuites banales,

1. en conclusion la pratique utilisée ne répond pas aux conditions techniques d'irrigation.
2. économie de l'eau
3. apport de la dose optimale aux cultures.
4. uniformité d'arrosage (une meilleure répartition de l'eau d'irrigation).
5. Pluviométrie vis-à-vis la vitesse d'infiltration.

c) la micro irrigation (irrigation par goutte à goutte) est mal conduite, elle ne subit

Aucun entretien, de ce fait le réseau est en mauvais état. On est arrivé à conclure en fin de compte qu'on est loin de la bonne maîtrise des techniques d'irrigation

Chapitre 3

Systeme d'irrigation

III-1.Introduction

Quelle que soit la source de l'eau et son mode de transport (canal ou pipeline), la question la plus délicate est de choisir une méthode de distribution de l'eau dans le sol d'une certaine manière. Les plantes en font bon usage.

III-2.Différents systèmes d'irrigation

Les différentes techniques d'irrigation rencontrées dans le monde peuvent être simplifiées pour(3) Principaux types :

- ✓ Irrigation de surface (irrigation par gravité).
- ✓ irrigation goutte à goutte.
- ✓ irrigation par aspersion.

III-2-1. L'irrigation gravitaire

La technologie nécessite une grande quantité d'eau par unité de surface, le processus Consiste en une distribution d'eau qui exploite la pente du terrain. Il est ensuite divisé en :

III-3-1-1. Irrigation par ruissellement

La méthode consiste à faire couler de l'eau à la surface du sol et à l'infiltrer dans le sol. Verticale. Laisser couler l'eau suffisamment longtemps pour humidifier le sol à la profondeur de la couche active.

III-3-1-1-1. Avantages de l'irrigation par ruissellement

- ✓ Faible investissement en équipement
- ✓ Pas de frais d'eau sous pression
- ✓ Peut être lessivé sans risque d'érosion
- ✓ matériel d'irrigation assez simple

III-3-1-1-2. Inconvénients de l'irrigation par ruissèlement

- ✓ longue durée d'arrosage
- ✓ La nécessité du nivellement et son entretien
- ✓ perte d'eau importante

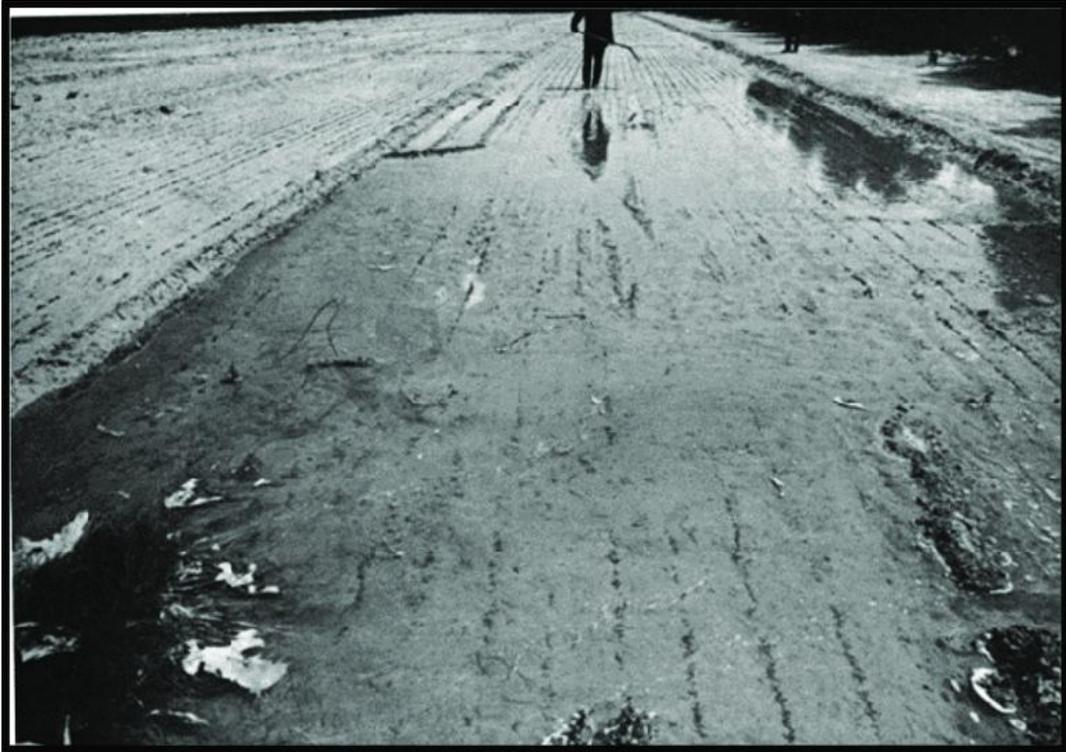


Figure III-1 : Irrigation par planche de ruissellement

III-3-1-2. L'irrigation par submersion

L'irrigation par submersion consiste à recouvrir le sol d'une couche d'eau épaisse pendant un certain temps afin de permettre son infiltration à la profondeur nécessaire pour répondre aux besoins de croissance des plantes. Cette méthode est adaptée aux terrains perméables et présentant une pente inférieure à 2 %.

III-3-1-2-1. Avantages de l'irrigation par submersion

- ✓ Éradication des mauvaises herbes (adventices)
- ✓ Protection contre le gel

III-3-1-2-2. Inconvénients de l'irrigation par submersion

- ✓ Tassement du sol
- ✓ Réduction de la porosité entraînant une diminution de la perméabilité du sol
- ✓ Nécessité d'assainissement pour gérer l'eau stagnante
- ✓ Manque d'aération du sol



Figure III-2 : Irrigation par submersion

III-3-1-3. L'irrigation par infiltration

L'irrigation par infiltration implique que l'eau soit dirigée vers des fossés, des rigoles ou des raies, où elle s'infiltrerait latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

III-3-1-3-1. Avantages de l'irrigation par infiltration

- Absence de risque d'érosion ou de formation de croûtes à la surface du sol
- Facilité d'accès au terrain pour les opérations d'irrigation

III-3-1-3-2. Inconvénients de l'irrigation par infiltration

- Perte d'eau importante due à l'infiltration profonde
- Demande une main-d'œuvre considérable pour diriger l'eau vers les rigoles et pour éviter les excès d'infiltration

III-2-2. L'irrigation goutte à goutte

L'irrigation goutte à goutte implique la distribution de l'eau à la surface du sol à travers des goutteurs qui fournissent un débit faible sur une longue période.

III-2-2-1. Avantages de l'irrigation goutte à goutte

- Économie d'eau significative
- Réduction de la main-d'œuvre requise (système fixe)
- Peu sensible aux vents forts
- Permet un apport régulier d'engrais
- Maintient une humidité élevée autour des racines
- Adaptée à l'irrigation de terrains accidentés

III-2-2-2. Inconvénients de l'irrigation goutte à goutte

- Risque d'obstruction des goutteurs
- Possibilité de salinisation du sol
- Nécessite une main-d'œuvre qualifiée
- Coût initial élevé
- Difficulté de contrôle des goutteurs
- Limitation du développement racinaire des cultures



Figure III-3 : Irrigation goutte à goutte

III-2-3. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion implique l'apport d'eau aux cultures sous forme de pluies artificielles, réalisées à l'aide d'appareils alimentés en eau sous pression, appelés asperseurs.

III-2-3-1. Avantages de l'irrigation par aspersion

- Ne nécessite aucune préparation préalable de la surface à irriguer.
- Fournit des conditions d'arrosage simples pour les exploitants.
- Requiert moins de main-d'œuvre.
- Peut être automatisée.

III-2-3-2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion

- Coût élevé des investissements initiaux.
- Favorise l'évapotranspiration pendant les périodes sèches.
- L'uniformité de l'arrosage peut se dégrader en présence de vents dépassant 4 à 5 m/s.



Figure III-4 : Irrigation par aspersion

III-3. Choix de la technique d'irrigation appropriée

Le choix de la technique d'irrigation appropriée dépend de l'analyse de plusieurs critères et contraintes, notamment :

- La topographie du terrain (pente, relief, géométrie de la parcelle, etc.).
- Les ressources en eau disponibles (quantité, qualité, débit et pression de l'eau).
- Le type de cultures cultivées.
- La nature du sol (perméabilité).
- Les facteurs socioculturels.
- Les facteurs économiques.

III-4. Description d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

Dans notre étude, nous nous concentrons sur la technique d'irrigation localisée, également appelée micro-irrigation ou goutte à goutte.

À l'échelle internationale, divers termes sont utilisés pour désigner cette technique d'irrigation

- ❖ **Micro-irrigation** : Ce terme a été adopté lors de la Conférence Internationale sur l'Irrigation et le Drainage (CIID) à Téhéran en 1976. Il est utilisé pour désigner cette technique en raison de l'utilisation de débits très faibles par rapport aux méthodes traditionnelles d'irrigation comme l'aspersion et l'irrigation de surface.
- ❖ **Irrigation goutte à goutte** : Certains auteurs préfèrent utiliser ce terme pour mettre en évidence l'utilisation spécifique d'un dispositif appelé gouteur dans cette technique.
- ❖ **Irrigation localisée** : Ce terme a été choisi par des organisations telles que la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) en 1976. Il met l'accent sur le fait que l'eau est fournie directement à proximité immédiate des plantes. C'est ce terme que nous utiliserons dans la suite de notre discussion.

III-4-1. Critères de choix de la méthode de micro-irrigation

Les conditions favorables à l'utilisation de la micro-irrigation peuvent être résumées comme suit (Vermeerien, 1983) :

- Coût élevé de l'eau ou rareté des ressources en eau ;
- Terrain présentant une forte pente ou accidenté ;
- Pénurie de main-d'œuvre et coût élevé de la main-d'œuvre ;
- Mauvaise qualité de l'eau (présence de salinité élevée ou d'autres impuretés).

III-4-2. Champs d'application de la micro-irrigation

La micro-irrigation est couramment utilisée dans les domaines suivants :

- Cultures fruitières : européennes, méditerranéennes et tropicales, sans limitation particulière ;
- Cultures maraîchères et florales en plein champ : qu'elles soient en plein champ ou sous des tunnels en plastique ;
- Cultures arbustives en pots ;
- Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac, bananiers, etc.

III-4-3. Composition d'une installation d'irrigation goutte à goutte

Pour mettre en place un système d'irrigation goutte à goutte, chaque parcelle doit être équipée d'un réseau comprenant une unité de tête, qui constitue l'élément central de tout système d'irrigation localisée. L'unité de tête a pour rôle de fournir de l'eau propre, éventuellement traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement à tous les secteurs à irriguer. Cette unité de tête, reliée au point d'approvisionnement en eau, est généralement composée des éléments suivants :

- Groupe de pompage ;
- Vanne ;
- Filtre à sable ;
- Débitmètre : pour contrôler et régler le débit en fonction des besoins ;
- Régulateur de pression : pour maintenir une pression constante ;
- Porte-rampes d'arrosage ;
- Conduites principales enterrées ;
- Rampes équipées de goutteurs espacés selon le schéma de plantation des cultures.

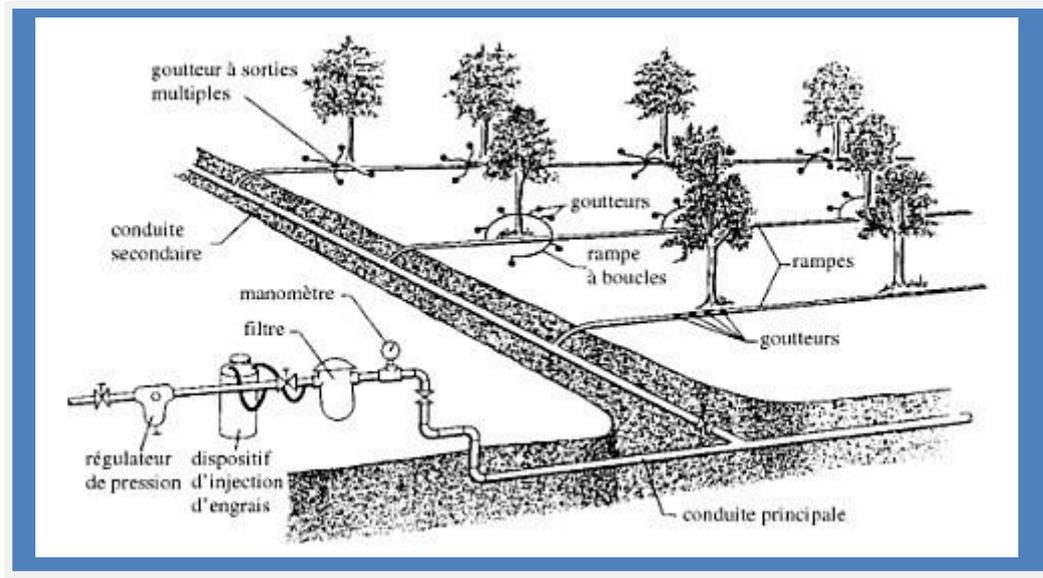


Figure III-5 : Partie essentielle d'un réseau de micro-irrigation (Vermeiren et al 1983)

III-4-3-1. Groupe de pompage

Le groupe de pompage est installé à la sortie du bassin d'accumulation. Il peut être de deux types :

III-4-3-2. Filtre à sable

Le filtre à sable est une cuve à pression remplie d'une couche épaisse de sable calibré. Son rôle est d'arrêter les particules solides en suspension dans l'eau qui le traverse, notamment les éléments organiques. Le sable peut être soit roulé, soit concassé. Utiliser du sable roulé d'une seule granulométrie permet une filtration plus homogène. Pour un fonctionnement optimal, le filtre doit retenir les particules dont la granulométrie est supérieure à 1/7 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans le distributeur.

III-4-3-3. Filtre à tamis

Le filtre à tamis est une cuve à pression contenant un tamis en plastique ou en acier inoxydable. Les mailles de ce tamis varient généralement de 80 à 150 μ . Les particules dont les dimensions sont supérieures à ces mailles sont retenues par le tamis.

III-4-3-4. Régulateur de pression

Le régulateur de pression est utilisé pour maintenir une pression constante à la tête du réseau et dans la conduite principale.

III-4-3-5. Les goutteurs

Les goutteurs sont les dispositifs qui délivrent l'eau directement à la surface du sol de manière ponctuelle. Ils ont pour fonction de fournir un débit faible (quelques litres par heure). L'eau sous pression est distribuée dans les goutteurs, où la pression est dissipée, et l'eau est évacuée à l'extérieur à pression nulle. Chaque arbre est généralement équipé de deux goutteurs ayant un débit de 4 l/h chacun.

III-4-3-6. Les distributeurs

En irrigation localisée, l'eau est acheminée le long des rangées de cultures et distribuée à proximité des plantes. Différents types de distributeurs sont utilisés :

- Distributeurs ponctuels : Ce sont les goutteurs qui apportent l'eau directement au sol, de manière localisée.
- Distributeurs en diffusion : Ces distributeurs, appelés mini-diffuseurs, diffusent l'eau sous forme de fines gouttelettes sur une petite zone.
- Distributeurs linéaires : Il s'agit des gaines perforées qui permettent la libération de l'eau le long de la ligne d'irrigation.

III-4-3-7. Les rampes et les portes-rampes

Les rampes et les portes-rampes sont des éléments utilisés pour la distribution de l'eau dans les systèmes d'irrigation localisée. Différents matériaux sont utilisés pour la fabrication des conduites en plastique utilisées en irrigation, dont :

- Le chlorure de polyvinyle (PVC)
- Le polyéthylène (PE), de basse densité (PEBD) ou de haute densité (PEHD)
- Le polypropylène (PP)
- L'acrylonitrile-butadiène styrène (ABS)

Parmi ces matériaux, le PEBD et le PEHD sont les plus couramment utilisés en irrigation localisée en raison de leur résistance à la pression. Le PVC est économique pour les gros diamètres, tandis que les PE, bien que moins résistants, sont employés pour les petits diamètres, notamment pour les rampes et parfois les portes-rampes.

a. Les rampes

Les rampes sont généralement fabriquées à partir de tuyaux en polyéthylène (PE) de basse densité (PEBD). Ce matériau est choisi pour sa flexibilité et sa résistance relativement bonne à l'exposition au soleil, ce qui est important car les rampes sont placées à la surface du sol.

Les diamètres intérieurs des tuyaux de rampe varient de 5 à 25 mm, mais les diamètres les plus couramment utilisés sont de 10, 12, 15 et 16 mm. L'épaisseur de paroi des tuyaux est généralement de 3 à 4 mm en fonction de la pression d'eau (une pression d'eau plus élevée dans le tuyau réduit le risque de fissuration). Il faut être prudent lors de la manipulation et du déploiement des tuyaux, car il est facile de les endommager.

Les fissures dans les tuyaux en PE, sous la forme de fentes longitudinales, peuvent poser problème, notamment lors de l'utilisation de raccords cannelés extérieurement. Cela peut se produire, par exemple, lorsque le diamètre extérieur de la cannelure d'un distributeur en ligne est trop grand par rapport au diamètre du tuyau utilisé pour former la rampe. Ce type de problème peut entraîner des fuites et une mauvaise distribution de l'eau.

b. Les porte-rampes

Les porte-rampes sont fabriqués à partir de polyéthylène (PE) ou de chlorure de polyvinyle (PVC), avec des diamètres allant de 20 à 80 mm. La plupart ont un diamètre intérieur compris entre 20 et 50 mm. Le choix du diamètre dépend en partie du calcul hydraulique et en partie du type de raccordement aux rampes. Parfois, le diamètre du porte-rampe peut être supérieur à ce qui serait strictement nécessaire d'un point de vue hydraulique, en particulier si la rampe est simplement insérée dans un trou réalisé dans la paroi du porte-rampe. Ce choix peut être influencé par des considérations pratiques et de facilité d'installation.

III-4-3-8. Les conduites principales

Les conduites principales en irrigation localisée sont similaires à celles utilisées en irrigation par aspersion classique, mais elles peuvent être plus petites et fonctionner à des pressions inférieures en raison des débits et des pressions plus faibles. Dans les petits réseaux, il est possible d'utiliser des tuyaux en polyéthylène (PE), mais le recours au PVC est plus courant. Ces conduites relient le bassin d'irrigation au reste de l'installation à travers des vannes et alimentent les porte-rampes tout au long de leur parcours.

III-5. CONCLUSION

En prenant en considération les conditions climatiques de la région étudiée, la nature du sol, les exigences des cultures et les ressources en eau disponibles, le choix des techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte est justifié. Ces deux méthodes offrent de nombreux avantages par rapport à l'irrigation de surface. Ainsi, pour les cultures en rotation, l'irrigation par aspersion est préférée, tandis que pour les agrumes, l'irrigation par goutte à goutte est la meilleure option.

Chapitre 4

Calcul des besoins en eau des cultures

IV-1. Calcul des besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures peuvent être définis comme la dose fournie à la culture. Planter au bon moment pour lui offrir les meilleures conditions d'humidité requise pour des performances optimales.

Le document de base pour quantifier la demande en eau du périmètre est le calendrier de cultures, élaborés par des agronomes. Ça montre différentes cultures qui occupent l'endroit à tout moment de l'année. L'évaluation des besoins en eau est déterminée en fonction des besoins de chaque culture qui y est conservée par le calendrier agronomique. Pour cela nous définissons :

IV-1-1. Évapotranspiration

L'évapotranspiration est la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur d'eau par une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et unité de temps, en m³ /ha/jour, en m³ /ha/mois ou en m³ /ha/an.

Bien sûr, l'évapotranspiration peut effectivement être exprimée en millimètres par jour, par mois ou par an. On distingue généralement plusieurs types d'évapotranspiration, l'évapotranspiration de référence (ET₀), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR) et (ETM).

IV-1-1-1. Évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ET₀)

L'évapotranspiration d'une culture lorsqu'elle est bien arrosée et que le sol est à son optimal de la capacité de rétention, autrement dit la limite maximale d'évapotranspiration. Par conséquent, pour mieux prédire l'évapotranspiration, nous introduisons une valeur de référence qui est définie comme le taux d'évapotranspiration à la surface de pelouse verte (gazon), d'une hauteur uniforme 8-15 cm, croissance active, le sol est riche et l'eau ne manque pas.

IV-1-1-2. Évapotranspiration réelle ou évapotranspiration de culture (ETR ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Dans la plupart des cas, il est inférieur à l'évapotranspiration potentielle puisque le sol n'est pas dans son état en permanence conserver sa capacité. On pense également que cela a changé au cours de cette période de végétation.

$$ET_{\text{culture}} = K_c * ET_0$$

Avec :

- K.C: Représente le coefficient de culture, qui dépend du type de culture et Son stade de développement et les conditions climatiques dominantes.

Le volume net d'eau de culture « BEC » est déterminé par la relation suivante

$$BEC = ET_{\text{culture}} - (P_{\text{eff}} + RFU) \dots\dots\dots(1)$$

Dans la quelle :

BEC : Besoins en eau de cultures nettes en (mm).

P_{eff} : Pluies efficaces en (mm).

IV-1-2. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Les méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration sont classées en deux catégories principales :

IV-1-2-1 Méthodes directes :

Ces méthodes mesurent directement l'évapotranspiration

➤ L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique :

Cet appareil permet de mesurer l'évapotranspiration en un endroit spécifique, que ce soit sur un sol nu ou sous un couvert végétal. Il est généralement composé d'une cuve dans laquelle se trouve le sol ou la végétation à étudier, et il mesure les variations de masse d'eau dans cette cuve pour calculer l'évapotranspiration.

➤ Le bac évaporant :

C'est un dispositif simple qui mesure directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Il fonctionne en mesurant la diminution de la hauteur d'eau dans un bac ouvert, ce qui permet d'examiner l'évapotranspiration potentielle.

➤ L'évaporomètre piché :

L'évaporomètre piché est un dispositif simple et efficace pour mesurer l'évaporation de l'eau. Il se compose d'un tube en verre rempli d'eau, dont l'extrémité inférieure est fermée par une rondelle de papier bu

IV-1-2-2. Méthodes indirectes

La formule de Blaney et Criddle pour estimer l'évapotranspiration potentielle (ETP) est une méthode indirecte basée sur des données climatiques, en particulier la température et la durée du jour. Voici la formule

$$\text{ETP} = \mathbf{K (0.46 t + 8.13) P} \dots \dots \dots (2)$$

Cette formule permet de calculer l'évapotranspiration potentielle (ETP) en millimètres par jour. Elle prend en compte plusieurs paramètres :

ETP : C'est l'évapotranspiration potentielle que l'on souhaite calculer, mesurée en millimètres par jour.

t : Il s'agit de la température moyenne en degrés Celsius pendant la période considérée, généralement par mois.

P : Ce paramètre représente le pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période par rapport à la durée moyenne du jour pour l'ensemble de l'année.

K : Le coefficient K est un facteur qui dépend à la fois du stade de croissance de la culture et de la température moyenne de la zone climatique.

En utilisant cette formule, vous pouvez estimer l'évapotranspiration potentielle en fonction de la température moyenne, de la durée du jour et de ces coefficients spécifiques.

Avec :

$$K = K_t * K_c$$

K_t : Coeff climatique dépendant de la $T^\circ C$

K_c : Coeff cultural

➤ **Formule de Turc**

* Si l'humidité relative est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0.4 (I_g + 50) \cdot \frac{T}{T+15} \text{En (mm/mois)}$$

* Si l'humidité relative de l'aire est inférieure à 50%. L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0.4 (I_g + 50) \left(\frac{T}{T+15} \right) \left(1 + \frac{50 - Hr}{70} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Avec : $I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$

Tel que

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle ($^\circ C$).

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

Hr : L'humidité de l'air en %.

I_{ga} : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures.

➤ **La méthode de Penman & Monteith**

Est une approche couramment utilisée pour estimer l'évapotranspiration potentielle, mais elle présente des limitations car elle ne prend pas en compte certains paramètres météorologiques importants. Pour pallier ces limitations, une nouvelle formule modifiée de Penman & Monteith a été développée. Cette nouvelle formule prend en considération l'effet du vent ainsi

que d'autres corrections pour tenir compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montré que cette nouvelle expression est valide non seulement dans les régions humides, mais aussi dans les régions très chaudes et semi-arides. La formule modifiée de Penman & Monteith est la suivante :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n (1-W) \times f(u) \times (ea - ed)] \dots \dots \dots (4)$$

L'évapotranspiration de référence (ET₀) est calculée en utilisant la méthode de Penman & Monteith modifiée. Cette méthode prend en compte plusieurs paramètres météorologiques pour estimer l'ET₀, y compris l'effet du rayonnement, du vent et de la tension de vapeur. Voici les variables utilisées dans le calcul :

ET₀ : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet du rayonnement à différentes températures et altitudes.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

F(u) : Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (ea-ed) constitue le facteur de correction pour tenir compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes. Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, basé sur la méthode de Penman & Monteith modifiée et recommandée par la FAO. Pour utiliser ce logiciel, il est nécessaire de fournir des données mensuelles de la station météorologique, et la méthode employée utilise les informations homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures moyennes doivent être données en degrés Celsius (°C).
- Humidité de l'air : L'humidité relative de l'air doit être exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : L'insolation journalière doit être fournie en heures d'insolation (de 1 à 20 heures).
- Vitesse du vent : La vitesse du vent peut être introduite en mètres par seconde (m/s).

Ces données sont essentielles pour le calcul précis de l'ET₀ en utilisant la méthode de Penman & Monteith modifiée. Assurez-vous d'obtenir des données mensuelles homogènes et fiables pour votre région à partir de la station météorologique.

IV-1-3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

Le calcul des besoins en eau des cultures est fait à l'aide du logiciel appelé CROPWAT version 8.0, qui permet de passer de l'évaporation an Évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la mieux adaptée de **Penman & Monteith** ET₀. Les résultats d'évapotranspiration calculés sont résumé dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Évapotranspiration de référence ET₀ calculée à l'aide d'un logiciel CROPWAT 8.0

Mois	Temp Moy °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m²/jour	ETo mm/mois
Janvier	11.5	79	2.4	5.7	9.4	44.45
Février	11.1	81	2.2	6.2	12.0	41.69
Mars	13.6	77	2.2	7.6	16.6	72.16
Avril	15.4	75	2.8	8.2	20.1	94.14
Mai	18.7	77	2.7	8.9	22.7	117.63
Juin	22.9	71	2.8	10.5	25.5	150.64
Juillet	25.3	70	2.8	10.8	25.6	169.22
Août	26.5	69	2.5	9.9	23.0	161.42
Septembre	24.0	72	2.5	8.5	18.6	121.58
Octobre	20.4	74	2.0	7.6	14.4	77.91
Novembre	30.2	79	2.4	5.7	9.9	77.70
Décembre	24.8	79	2.5	5.3	8.4	71.25
Moyenne	20.4	75	2.5	7.9	17.2	1199.79

IV-1-4. Pluie efficace

Est définie comme la partie des précipitations qui contribue effectivement à satisfaire les besoins en évapotranspiration de la culture. Cela se produit après avoir déduit les pertes dues au ruissellement en surface, à la percolation en profondeur, et autres facteurs similaires. Ces pertes sont estimées à environ 20% de la pluie totale tombée. Par conséquent, la pluie efficace (P_{eff}) est calculée comme étant égale à 80% de la pluie totale (P).

Donc P_{eff} = 80% P

Les valeurs moyennes mensuelles de la pluie efficace sont répertoriées dans le tableau IV-2.

Tableau IV-2 : Les pluies efficaces calculées à l'aide du logiciel CROPWAT

Mois	Jan	Fev	mar	avr	Mai	Jui	juil	aout	Sep	Oct	nov	dec	total
P(mm)	74.4	65.2	51.9	54.2	41.3	8.2	2.4	4.8	27.1	48.2	74.9	88.9	541.6
P _{eff} (mm)	59.5	52.2	41.5	43.4	33.1	6.5	1.9	3.9	21.7	38.6	59.9	71.2	433.3

IV-1-5. Efficience de l'irrigation

L'efficience de l'irrigation est définie comme le rapport entre le volume d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau réellement introduit dans le réseau d'irrigation. Cette mesure permet de quantifier les pertes d'eau qui se produisent pendant le processus d'irrigation. La formule utilisée pour calculer l'efficience d'un réseau d'irrigation est la suivante :

$$E_i = E_t \times E_d \times E_u$$

Avec :

E_i : Efficience d'irrigation en (%) **E_e** : Efficience de transport en (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%) **E_u** : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation précise des pertes d'eau dans un réseau d'irrigation est une tâche complexe en raison de nombreuses variables en jeu. Cependant, pour cette étude, une efficacité globale de **0,75** est prise en compte. Cela signifie que 25 % de l'eau introduite dans le réseau est perdue en raison de divers facteurs tels que l'évaporation, le ruissellement, la percolation, etc.

IV-1-6. Choix des cultures

Le choix des cultures à cultiver dans une région ou un périmètre donné est une décision cruciale qui doit être prise en tenant compte de plusieurs facteurs. Ces facteurs comprennent :

Conditions Climatiques : Il est essentiel de comprendre le climat de la région, y compris les précipitations, les températures saisonnières, les vents et les variations climatiques. Cela aidera à déterminer quelles cultures sont adaptées aux conditions climatiques locales.

Qualité et Disponibilité de l'Eau : L'eau est une ressource vitale pour l'irrigation. Il est nécessaire de savoir si la région dispose d'une source d'eau adéquate et si cette eau est de qualité suffisante pour l'irrigation. La quantité d'eau disponible déterminera également quelles cultures peuvent être cultivées et à quelle échelle.

Aptitude Culturelle des Sols : Une étude pédologique est essentielle pour évaluer la qualité des sols de la région. Différentes cultures ont des exigences en termes de type de sol, de pH du sol, de drainage, etc. Il est important de choisir des cultures adaptées aux caractéristiques des sols locaux.

Vocation Agricole de la Région : Certaines régions ont une tradition agricole particulière ou une expertise dans certaines cultures. Il peut être avantageux de suivre ces pratiques établies si elles sont appropriées aux conditions locales.

- En prenant en compte tous ces facteurs, les planificateurs agricoles peuvent choisir les cultures les plus appropriées pour maximiser la productivité et la durabilité de l'agriculture dans la région. Cela peut également aider à éviter les problèmes tels que le stress hydrique ou les échecs de récolte

a) Cultures proposées

Avant d'analyser les besoins en eau des cultures dans la zone d'étude, il est nécessaire de déterminer comment les terres seront utilisées et comment les différentes cultures seront réparties dans la zone.

Le tableau ci-dessous présente les propositions de répartition des cultures pour le projet :

Tableau N° IV -3 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

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

Dans notre situation, nous optons pour le scénario 3, qui se caractérise par un équilibre relatif et tient compte de la vocation agricole de la région d'étude. Les cultures envisagées sont résumées comme suit :

Tableau IV-4 : les cultures choisies

	Arboriculture	céréalières	Cultures maraichères	fourragères
Culture	Olivier Pêcher	Blé dur Orge en vert	Piment Petit pois Tomate	Sorgo

IV-1-7. Répartition des cultures

La répartition des cultures sur les 200 ha est représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-5 : Occupation de sol en fonction des cultures

Culture	Surface occupée	
	Ha	%
céréalières		
Blé dur	40	20
Orge en vert	30	15
Cultures maraichères		
Haricot	20	10
Petit pois	20	10
Tomate	30	15
Arboriculture		
Olivier	15	7.5
Pêcher	15	7.5
Fourragères		
Sorgo	30	15
Totaux	200ha	100%

B) Assolements des cultures

L'assolement se réfère à la division des terres d'une exploitation agricole en différentes parties distinctes, appelées "soles", chacune étant consacrée à une culture particulière au cours d'une saison culturale donnée. Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année à l'autre. Il est important de noter que la rotation, qui est une notion différente, concerne la succession des cultures au fil du temps.

La rotation culturale joue un rôle essentiel dans le maintien ou l'amélioration de la fertilité des sols, ce qui en fait un élément clé pour augmenter les rendements agricoles. Les rotations culturales peuvent varier en termes de fréquence, qu'il s'agisse de rotations biennales, triennales, quadriennales, et ainsi de suite.

c) La rotation des cultures présente plusieurs avantages :

- Elle contribue à interrompre le cycle de vie des organismes nuisibles aux cultures, en particulier en alternant des plantes de familles différentes (par exemple, en alternant des céréales et des plantes oléagineuses, telles que le blé et le colza), ce qui permet de perturber le cycle de certaines mauvaises herbes.
- L'utilisation de légumineuses dans la rotation permet d'enrichir le sol en azote grâce à la fixation symbiotique d'azote. En général, la composition des résidus de différentes cultures contribue à améliorer la qualité de la matière organique du sol.

Tableau IV-6 : Assolement proposé

Année I		Année II	
Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)
Blé dur	70	Orge en vert	70
Tomate	50	Haricot	40
Petit pois	20	Petit point	30
Arboriculture	Olivier	Arboriculture	Olivier
	Pêcher		Pêcher
Sorgo	30	Sorgo	30
Total	200	Total	200

d) Cycle végétatif des cultures

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous:

Tableau IV-7 : Cycle végétatif des cultures

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Blé due												
Orge												
Petit point												
Haricot												
Tomate												
Olivier												
Pêcher												
Sorgo												

IV-1-8. Détermination des besoins en eau d'irrigation

Le bilan hydrique d'une culture spécifique peut être défini comme la différence entre les besoins en eau de cette culture, tels qu'ils sont déterminés par les conditions climatiques et les caractéristiques de la plante (ETM), et la somme des apports réels provenant des précipitations.

Le calcul des quantités d'eau à apporter par l'irrigation se fait en effectuant période par période le bilan suivant :

$$Bi = ETM - (Peff + K * RFUi-1).....(5)$$

Où :

ETM représente l'évapotranspiration potentielle de référence en millimètres par mois.

Peff est la pluie efficace en millimètres.

RFU est la réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période.

K est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.5.

L'irrigation est nécessaire lorsque le résultat du bilan hydrique (Bi) est supérieur à zéro, **Bi > 0**

Ce qui signifie que les besoins en eau de la culture excèdent les apports naturels en eau par les précipitations.

Les coefficients culturaux (Kc)

Sont des valeurs qui varient en fonction du stade de développement des plantes, de la force du vent et de l'humidité moyenne minimale de l'air dans la région étudiée, comme indiqué dans le bulletin "irrigation et drainage». F.A.O N°24. (Annexe4).Ces coefficients sont utilisés pour ajuster les besoins en eau des cultures en fonction de ces facteurs variables.

✓ Pour le calcul des besoins, toutes les données sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau IV-8: Données de base

Culture	texture du sol	h _{cc} -h _{pt} (mm)	Y	Z	RFU (mm)
maraichère	limono-argileuse	160	0.5	2/3	53.60
arboriculture	limono-argileuse	160	1.2	2/3	128.64
Céréale	limono-argileuse	160	0.8	2/3	85.76

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont dans les tableaux ci-dessous :

1. Céréales et fourragères

Tableau IV-9: besoin en eau du **blé dur**

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5	85.76	44.45	0.7	31.1	0
Février	52.2	85.76	41.69	0.75	31.2	0
Mars	41.5	85.76	72.16	0.8	57.7	0
Avril	43.4	85.76	94.14	0.95	89.4	0
Mai	33.1	85.76	117.63	1.1	129.4	10.533
Juin	6.5		150.64	0.8	120.5	
Juillet	1.9		169.22			
Aout	3.9		161.42			
Septembre	21.7		121.58			
Octobre	38.6		77.91			
Novembre	59.9	85.76	77.7	0.3.		
Décembre	71.2	85.76	71.25	0.7		0

Tableau IV-10 : besoin en eau d'Orge

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5	85.76	44.45	0.3	13.3	0
Février	52.2	85.76	41.69	0.5	20.8	0
Mars	41.5	85.76	72.16	0.5	36	0
Avril	43.4	85.76	94.14	0.9	84.7	0
Mai	33.1	85.76	117.63	0.95	111.7	0
Juin	6.5		150.64			
Juillet	1.9		169.22			
Aout	3.9		161.42			
Septembre	21.7		121.58			
Octobre	38.6		77.91			
Novembre	59.9		77.7			
Décembre	71.2	85.76	71.25	0.3		0

Tableau IV-11 : besoin en eau de sorgo

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5		44.45			
Février	52.2	0	41.69			
Mars	41.5	0	72.16			
Avril	43.4	85.79	94.14	0.5	47	0
Mai	33.1	85.79	117.63	0.5	58.8	0
Juin	6.5	85.79	150.64	0.95	143	50
Juillet	1.9	0	169.22	0.95	160.7	158.8
Aout	3.9	0	161.42	0.7	113	109
Septembre	21.7	0	121.58	0.75	91.2	69.4
Octobre	38.6		77.91			
Novembre	59.9		77.7			
Décembre	71.2		71.25			

2. Cultures maraichères

Tableau IV-12: besoin en eau de Tomate

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5		44.45			
Février	52.2		41.69			
Mars	41.5		72.16			
Avril	43.4	53.6	94.14	0.5	47	0
Mai	33.1	53.6	117.63	0.85	99.9	13.2
Juin	6.5	0	150.64	1.02	153.6	147.1
Juillet	1.9	0	169.22	0.85	143.8	141.9
Aout	3.9	0	161.42	0.75	121	117.2
Septembre	21.7		121.58			
Octobre	38.6		77.91			
Novembre	59.9		77.7			
Décembre	71.2		71.25			

Tableau IV-13 : besoin en eau de Haricot

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5		44.45			
Février	52.2		41.69			
Mars	41.5		72.16			
Avril	43.4	0	94.14	0.5	47	3.7
Mai	33.1	0	117.63	1.15	135.3	102.2
Juin	6.5	0	150.64	0.5	75.3	68.8
Juillet	1.9	0	169.22	0.65	109.9	108
Aout	3.9	0	161.42	0.95	153.4	149.5
Septembre	21.7	0	121.58	0.9	109.4	87.7
Octobre	38.6	0	77.91	0.85	66.2	27.6
Novembre	59.9		77.7			
Décembre	71.2		71.25			

Tableau IV-14 : besoin en eau de Petit point

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5		44.45			
Février	52.2		41.69			
Mars	41.5		72.16			
Avril	43.4	53.6	94.14	0.5	47	0
Mai	33.1	53.6	117.63	1.15	135.2	48.6
Juin	6.5	0	150.64	1.15	173.2	166.7
Juillet	1.9	0	169.22	1	169.2	167.3
Aout	3.9		161.42			
Septembre	21.7		121.58			
Octobre	38.6		77.91			
Novembre	59.9		77.7			
Décembre	71.2		71.25			

3. Arboriculture

Tableau IV-15 : besoin en eau d'Olivier

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5	128.64	44.45	0.5	22.2	0
Février	52.2	128.64	41.69	0.5	20.8	0
Mars	41.5	128.64	72.16	0.5	36	0
Avril	43.4	128.64	94.14	0.6	56.5	0
Mai	33.1	128.64	117.63	0.7	82.3	0
Juin	6.5	128.64	150.64	0.75	135.6	0
Juillet	1.9	0	169.22	0.85	144	142
Aout	3.9	0	161.42	0.85	132.4	128.5
Septembre	21.7	0	121.58	0.75	91	77.1
Octobre	38.6	0	77.91	0.75	58.4	19.9
Novembre	59.9	0	77.7	0.75	58.3	0
Décembre	71.2	128.64	71.25	0.65	42.7	0

Tableau IV-16 : besoin en eau de la Pêcher

Mois	P eff	RFU mm	ET0 (mm/mois)	Kc	ETM mm	Besoin mm
Janvier	59.5	128.64	44.45	0.75	33.3	0
Février	52.2	128.64	41.69	0.75	31.3	0
Mars	41.5	0	72.16	0.75	54.1	12.62
Avril	43.4	0	94.14	0.55	51.8	8.37
Mai	33.1	0	117.63	0.55	64.7	31.6
Juin	6.5	0	150.64	0.55	82.8	76.3
Juillet	1.9	0	169.22	0.55	93	91.2
Aout	3.9	0	161.42	0.55	88.8	84.8
Septembre	21.7	0	121.58	0.55	66.9	45.2
Octobre	38.6	0	77.91	0.55	42.8	4.2
Novembre	59.9	128.64	77.7	0.55	42.7	0
Décembre	71.2	128.64	71.25	0.75	53.4	0

IV-1-9 : Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2

Les besoins en eau des cultures pour les deux modèles (assolements) sont résumés comme suit

Tableau IV-17 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1 :

Mois	Blé dur	Tomate	Petit point	Olivier	Pêcher	Sorgo	Bes/max (mm)	Somme (mm)
Janvier								
Février								
Mars					12.62		12.62	12.62
Avril					8.38		8.38	8.38
Mai	10.533	13.285	48.57		31.6		48.57	103.99
Juin		147.15	166.74	0.436	76.35	65.88	166.74	456.56
Juillet		141.94	167.32	184.242	91.17	158.86	184.242	743.53
Aout		117.16		173.66	84.88	109.1	173.66	484.8

Septembre				63.40	45.17	69.49	69.49	178.06
Octobre				8.15	4.25		8.15	12.4
Novembre								
Décembre								

Tableau IV-18 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2 :

Mois	Orge	Haricot	Petit point	Olivier	Pêcher	Sorgo	Bes/max (mm)	Somme (mm)
Janvier								
Février								
Mars					12.62		12.62	12.62
Avril		3.67			8.38		8.38	12.05
Mai		102.17	48.57		31.6		102.17	182.34
Juin		68.82	166.74	0.436	76.35	65.88	166.74	378.23
Juillet		108.093	167.32	184.242	91.17	158.86	184.2	709.68
Aout		149.45		173.66	84.88	109.1	173.6	517.09
Septembre		87.72		63.40	45.17	69.49	69.5	265.78
Octobre		27.62		8.15	4.25		27.6	40.19
Novembre								
Décembre								

❖ Les calculs font ressortir des besoins de pointe de **7435.3 m3**

IV-1-10. Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont calculés en fonction des besoins en eau de chaque culture, en prenant en compte la répartition culturale. Le débit spécifique correspond à la dose d'arrosage nécessaire pour satisfaire la consommation de pointe de chaque culture. Ce débit est fourni de manière permanente, 24 heures sur 24, pour répondre aux besoins mensuels de la culture en eau.

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \dots\dots\dots(6)$$

- B net** : besoin net du mois de pointe en mm/mois.
- Ni** : nombre des heures d'irrigation=22h
- Nj** : nombre de jours du mois de pointe =30 jours
- Ei** : Efficience d'irrigation=75%

Les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement I)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois Juillet

$$B_{net} = 743.53 \text{ mm/mois.} = 7435.3 \text{ m}^3$$

$$q_s = \frac{743.53 * 10 * 1000}{22 * 30 * 3600 * 0.75} = 4.17 \text{ l/s/ha}$$

$$q_s = 4.17 \text{ L/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

- Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (**Olivier 184.242 mm**) pour le mois de point
 - ❖ Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :
qs=1.04 l/s /ha

IV-1-11. Evaluation du débit caractéristique

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

$$Q_{car} = q_s * S \dots\dots\dots(7)$$

- qs**: débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)
- S** : la superficie nette à irriguer = 200 ha

$$Q_{car} = q_s * S = 1.04 * 200 = 208 \text{ l/s.} = 748.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

IV-1-12. Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau suivant.

Tableau IV-19:Besoins en eau totaux du périmètre.

Culture	Surface (ha)	Besoins Nets	Efficiencie	Besoins bruts (m ³ /ha)	Besoins en eau (m ³)
Blé	70	105.33	0.75	140.44	9830.8
Tomate	50	1419.4	0.75	1892.53	94626.5
Petit point	30	1673.2	0.75	2230.93	66927.9
Olivier	15	1842.42	0.75	2456.56	36848.4
Pêcher	15	911.7	0.75	1215.6	18234
Sorgo	30	1588.6	0.75	2118.13	63543.9
haricot	40	1494.5	0.75	1992.66	79706.4
Total	200	9035.12		12046.85	369717.9

- ❖ **Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est de l'ordre de 370 000 m³ soit 0.37 Mm³**

Conclusion

A partir de ce chapitre, nous déterminons les besoins en eau d'irrigation des cultures environnantes. A noter que le mois de pointe est Juillet, ce qui permet de calculer le débit spécifique ($q_s = 1,04 \text{ l/s/ha}$), en tenant compte des cultures les plus exigeantes.

Nous avons remarqué que la consommation totale d'eau dans notre périmètre était de **370 000** mètres cubes soit 0.37 Mm³. Ce volume peut être déduit par les ressources en eau du périmètre.

Chapitre 5

Dimensionnement de réseau d'irrigation

Introduction

Le système d'irrigation choisi dépend de la culture, du sol et du climat. Nous avons choisi l'irrigation par aspersion pour le tomate et le système goutte à goutte pour l'olivier.

V-1. Aspersion

❖ Aspersion

L'irrigation par aspersion se fait pour la tomate avec une superficie de 15 ha.

V-1-1. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du

Nombre de rampes

V-1-1-1 Le diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol $K = 5 \text{ mm/h}$.

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

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

$$P = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots \dots \dots (1)$$

$$d = \frac{5 \cdot 1.04}{1.5} = 3.47 \text{ mm} \quad d = 3.47 \text{ mm}$$

$d = 3.47 \text{ mm}$

Selon la fiche technique des buses (IV.2), le diamètre des buses est normalisé comme suit :

Le plus proche est **de 3,5 mm**.

V-1-1-2 La portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25} \dots \dots \dots (2)$$

Avec

d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$L = 13.65 \text{ m}$

$$L = 3 \cdot 3.5^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 13.65 \text{ m}$$

$$L = 13.65 \text{ m}$$

Puisque cette formule demande plus de précision, nous prendrons les valeurs suivantes Au catalogue, pour une buse d'un diamètre de 3,5 mm et d'une pression de 3,5 bar, la portée est **13,65m**.

V-1-1-3 Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'espacement maximum suivant :

- ✓ E_L Entre les lignes d'arrosage : 1,3 à 1,02 L.
- ✓ Diamètre = 3,47 mm
- ✓ Longueur = 13,65 m
- ✓ E_a entre buses sur rampe : 0,8 à 0,5 L.

La valeur maximale correspond à des conditions de vent léger (<10Km/h).

La valeur minimale dans les conditions correspond à la condition de vitesse du vent Assez difficile (>15Km/h).

La vitesse maximale du vent dans notre zone d'étude est d'environ 2,8 m/s = 9

Km/h, on prend donc la valeur maximale :

$$E_L = 3.1 * 13.65 = 17.75 \text{ m} \dots \dots \dots (3)$$

$$E_a = 0.8 * 13.65 = 10.92 \text{ m} \dots \dots \dots (4)$$

$E_L = 18\text{m}$
$E_a = 12\text{m}$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc : $E_L = 18\text{m}$, $E_a = 12\text{m}$.

V-1-1-4 Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 * \frac{\pi * d^2}{4} * \sqrt{2 * g * h} = 0.95 * \frac{3.14 * (3.5 * 10^{-3})^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * 35} = 0.86 \text{ m}^3 / \text{h} \dots \dots \dots (5)$$

$q = 0.86 \text{ m}^3 / \text{h}$

V-1-1-5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si l'on suppose que la variation de l'écartement est proportionnelle à la longueur L, on peut estimer la pluviométrie horaire, notée p en millimètres par heure, en utilisant la relation suivante :

$$P = \frac{q}{E_a * E_L} \dots \dots \dots (6)$$

$$P = \frac{0.86}{12 * 18} = 3.98 \text{ mm} / \text{h} = 4 \text{ mm} / \text{h}$$

$q = 4 \text{ mm} / \text{h}$

✓ Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=5\text{mm/h}$.

V-1-1-6 Le temps nécessaire pour donner d'une dose par 1 asperseur :

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après

La relation suivante :

$$T = \frac{D_{net}}{p} \dots \dots \dots (7)$$

La dose nette est la réserve facilement utilisable RFU en mm.

$$RFU = \frac{2}{3} * (H_r - H_{pf}) * h * d_a \dots \dots \dots (8)$$

Avec

H_r : humidité au point de rétention.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

h : profondeur racinaire.

D_a : densité apparente.

D'après le tableau des besoins en eau **D_{net}=53.60mm**

$$T = \frac{53.6}{4} = 13.4 \text{ heure}$$

T=13.4 heure

Par conséquent, nous ne pouvons régler qu'une seule position de l'asperseur, par jour, ce qui fait Les têtes d'arrosage fonctionnent l'équivalent de 13,4 heures par jour. Nous passons 14 heures par jour

- ✓ Temps de travail maximum w=18 heures
- ✓ Un asperseur travail une fois (1) par jour

V-1-1-7 volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

V = nombre de positions par jour × nombre de jour par mois × dose × El × Ea(9)

$$v = 1 \times 26 \times 53.60 \times 18 \times 12 = 301.01\text{m}^3$$

V=301.01m ³

V-1-1-8 Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

V_t = besoin mensuel en eau × S(10)

$$V_t = 0.14194 \times 15 \times 10000 = 21291 \text{ m}^3$$

V _t =21291m ³

V-1-1-9 Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$N = \frac{Vt}{v} = \frac{21291}{301.01} = 70 \dots\dots\dots(11)$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 70 asperseurs

Remarque :

Ce nombre est acceptable si nous allons faire une projection intégrale (installation de tous les rampes, portes rampe et asperseurs) c'est-à-dire, si l'agriculteur peut supporter cet investissement qui est très important, chose que peu d'agriculteurs peuvent ce le permettent. Dans le cas ou ils ne peuvent pas supporter ce coût élevé ils travailleront avec une projection totale (installation de tous les rampes, portes rampe et 5 asperseurs déplaçable). Nous allons travailler avec 5 asperseurs.

V-1-1-10 Calcul du nombre de rampes :

La longueur de la rampe = $\frac{L\ argeure}{2} - \frac{Ea}{2} = \frac{300}{2} - \frac{18}{2} = 141m \dots\dots\dots(12)$

Nombre d'asperseurs par rampe : $N_a = \frac{Longeur}{Ea} = \frac{64}{12} = 5 \dots\dots\dots(13)$

Nombre de rampes : $N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{70}{5} = 14 \dots\dots\dots(14)$

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.....(15)
 $= 0.86 * 5 = 4.3m^3/h$

Le débit total par nombre de rampes : $4.3 * 14 = 60.2m^3/h$

V-1-2- Dimensionnement des canalisations :

V-1-2-1 : calcul des pertes de charge

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée

Généralement par une formule de type Manning :

$$J = a * \frac{Q^b}{D^c} \dots\dots\dots(16)$$

Tel que :

j : perte de charge unitaire en m/m

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 \text{ n}^2$$

$$b=2$$

$$c=5.333$$

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E, avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left(a \cdot \frac{Q^b}{D^c} \right) \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \cdot \sum_{i=1}^m i^b \dots \dots \dots (17)$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoqué par le Débit Q entrant dans la rampe de diamètre D.

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe Lf , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = J \cdot L_f$$

Soit FC le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

$$F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \cdot \sum_{i=1}^m i^b \dots \dots \dots (18)$$

Cette équation remplacée par une bonne approximation qui s'écrit :

$$F_c = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2}$$

Pour notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement E. le rapport Lf/Lr vaudra :

$$F_m = \frac{F_c - \frac{1}{2m}}{1 - \frac{1}{2m}}$$

En ce qui concerne la perte de charge, chaque rampe de notre réseau peut être considérée comme équivalente à une conduite transportant un débit de 18.016 m³ par heure sur une longueur fictive de 38.25 mètres.

$$i = \frac{7}{427.02} = 0.017 \text{ m/m}$$

V-1-2-2- Diamètre de la conduite d'approche :

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les

Diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

Le diamètre minimum admissible sera calculé en fonction de la vitesse maximale autorisée (1.8 m/s) comme suit :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 60.2}{3.14 \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 108.7 \text{ mm} \dots \dots \dots (19)$$

Seules les conduites de diamètre 110 à 140 mm respectent cette condition.

-Les diamètres économiques se calculent sur base des vitesses économiques (entre 1.25 et 1.5 m/s) :

$$119.16 \text{ mm} < \text{Déco} < 130.5 \text{ mm} \dots\dots\dots(20)$$

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.01m/m sera :

$$D = \sqrt[5.33]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{4 \cdot 60.2^2}{0.016 \cdot 3600^2}} = 128.18 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 110 à 130 mm respectent cette condition.

- ✓ -Le choix se portera en vu de ces trois contraintes sur la conduite de diamètre **125.5mm.**

D=125.5 mm

Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre 125.5 mm sont (voire figure annexe 04) :

$$Q=60.2 \text{ m}^3/\text{h} \quad L=80 \text{ m} \quad i=0.0164 \text{ m} \quad \Delta h=1.64 \text{ m}$$

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est : 1.44m.

V-1-2-3- Diamètre de la rampe :

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$7 - 1.44 = 5.56 \text{ m}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 67.02 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$I = \frac{5.57}{67.02} = 0.075 \text{ m/m}$$

-Le diamètre minimum admissible qui correspondra à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q^2}{v \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.3}{1.8 \cdot 3.14 \cdot 3600}} = 29.07 \text{ mm} \dots\dots\dots(21)$$

Les conduites qui respectent cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 32 mm à 140 mm

-Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

Pour $1.25 < v < 1.5 \text{ m/s}$ on a $31.84 > \text{Déco} > 34.88 \text{ mm}$.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.07m/m est :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot 4.3^2}{0.07 \cdot 3600^2}} = 36.332 \text{ mm}$$

Les diamètres qui respectent la condition sont ceux allant de 32 mm jusqu'à 140 mm.

- ✓ -Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de 40 mm.

D=40mm

-La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \dots \dots \dots (22)$$

Donc

$$i = 0.00103 \cdot \frac{4.3^2}{3600^2 \cdot 0.0689^{5.333}} = 0.00230 \text{ m/m}$$

-Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0.00230 \cdot 100 = 0.230 \text{ m}$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe}) \dots \dots \dots (23)$$

$$\Delta H_t = 1.44 + (2 \times 0.184) = 1.9 \text{ m.}$$

Remarque : l'écart de pression de 20% (7m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

❖ Le goutte à goutte

V-2-3-1. Données générales

- ✓ Cultures : Oliviers
- ✓ Espacement entre arbres : 5m
- ✓ Espacement entre arbres rangs : 5m
- ✓ Caractéristique de goutteur
- ✓ Débit nominale : 4l/h
- ✓ Pression nominale : 10mce
- ✓ Espacement des goutteurs : 1m

V-2-3-1-1Caractéristiques des conditions climatiques

Besoin en eau journaliers ETM= 6.2 mm/j

V-2-3-1-2Caractéristique des données de bases

Temps maximum journaliers de travail 8h/24h

V-2-3-1-3Détermination des données de bases

Surface totale à irriguée s(t)=15ha

V-2-3-2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée**V-2-3-2 -1. Influence du taux de couverture du sol**

Essentiellement, pour l'irrigation localisée dans le cas des cultures en rangées où seulement une partie de la surface est occupée par les plantes, les chiffres des besoins en eau calculés en considérant toute la surface comme devant être irriguée doivent être ajustés en utilisant un coefficient de réduction "Kr" qui dépend du pourcentage de couverture "Cr".

Le Coeff Kr est donné par plusieurs formules comme :

- ✓ La formule de Keller et Karmeli (1974) : $Kr = \frac{Cs}{0.85}$
- ✓ La formule de Freeman et garzoli :
 $Kr = CS + 0.5*(1 - CS)$
- ✓ La formule de Decroix (CTGREF) : $Kr = 0.1 + Cs$

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

$Kr = 71.0$ Selon Keller et Karmeli ;

$Kr = 80.0$ Selon Freeman et Garzoli ;

$Kr = 70.0$ Selon Decroix (CTGREF).

On prend le **Kr = 0.8**

V-2-3-2-1-2 Les Besoins nets

$$B_{\text{net}} = \text{ETM}_{\text{pointe}} * K_r \dots \dots (24)$$

$$B_{\text{net}} = 6.2 * 0.8 = \mathbf{4.96 \text{ mm/jour}}$$

V-2-3-2-1-3 Les besoins brutes

$$B_{\text{brute}} = \frac{B_{\text{net}}}{R_p} = \frac{4.96}{0.85} = \mathbf{6.2 \text{ mm/j}} \dots \dots \dots (25)$$

$$\text{Avec } R_p = C_u * E = 0.85$$

V-2-3-2-2. Réserve facilement utilisable RFU

$$R_U = 160 \text{ mm/m}$$

$$H = 1,2 \text{ m pour l'olivier}$$

H : profondeur d'enracinement

$$Y = \frac{2}{3} Y : \text{degré de tarissement admis}$$

$$R_{FU} = \frac{2}{3} * 160 * 1.2 = 128 \text{ mm} \dots \dots \dots (26)$$

V-2-3-2-3. Pourcentage de sol humidifié

- $q_g = 4 \text{ L/J}$
- $e_g = 1 \text{ m}$
- $e_r = 5 \text{ mD}$ après l'annexe: **P=32%**

V-2-3-2-4. Dose nette pratique

$$D_{\text{nette}} = R_{FU} * P = 128 * 0.32 = \mathbf{40.96 \text{ mm}} \dots \dots \dots (27)$$

V-2-3-2-5. Dose brute

Cela correspond au volume réel d'eau d'irrigation nécessaire en pratique. La dose brute d'arrosage est en réalité déterminée par l'uniformité de l'irrigation et l'efficacité du réseau, et elle est reliée au besoin net d'irrigation par l'équation suivante.

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_{\text{nette}}}{R_p} \text{ alors } D_{\text{nette}} = \frac{40.96}{0.85} = 48.18 \text{ mm} \dots (28)$$

$$R_p : \text{coefficient d'uniformité } R_p = 85\%$$

V-2-3-2-6. Dose réelle

$$D_{\text{réel}} = (80-90\%) * \text{la dose pratique}$$

$$D_{\text{réel}} = 0.9 * 40.96 = 36.86 \text{ mm}$$

V-2-3-2-7. Fréquence d'arrosage

La fréquence ou l'intervalle entre deux arrosages dépend de la moyenne quotidienne de la transpiration pendant la période de pointe des cultures et de la quantité d'eau réellement appliquée à chaque arrosage.

$$f = \frac{Drééle}{Bnette} = \frac{36.86}{4.96} = 7.43 \text{ jours} \dots \dots \dots (29)$$

V-2-3-2-8. La durée d'arrosage

$$d = \frac{Dbrute * Eg * Er}{qg} = \frac{48.18 * 1 * 5}{8} = 30.11 \text{ heures} \dots \dots (30)$$

V-2-3-2-9. La durée d'arrosage journalier dj

dj: Irrigation / jour $\rightarrow 30/7 = 4$ heure/jour

Ecartement des lignes E = 5m. On a le choix entre différents goutteurs de débits variés q = (1 : 2 : 4 : 6 : 8) l/h.

V-2-3-2-10. Nombre de poste

$$N_{\text{poste}} = \frac{T_{\text{max}}}{t} = \frac{20}{4} = 5 \dots \dots \dots (31)$$

V-2-4. Choix des goutteurs dans la zone d'étude et la densité des cultures

Pour nos cultures, nous utilisons généralement 2 goutteurs ayant un débit de 4 litres par seconde (l/s) chacun.

Pour chaque poste, nous devons déterminer les paramètres de calcul. Lorsque tous les postes ont des surfaces similaires, nous effectuons les calculs pour un seul secteur en considérant ces paramètres.

La longueur de la rampe : $L_{\text{poste}} = L_r = 160/2 = 80\text{m} \dots (32)$

La longueur de la porte rampe 240m

❖ **Pour les rampes****V-2-4-1. Le nombre d'arbre par rampe**

$$N_{\text{arbres}} = L_r / E_r = 80/5 = 16 \text{ arbres} \dots \dots \dots (33)$$

V-4-4-2. Nombre des goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 16 * 2 = 32 \text{ goutteurs} \dots \dots \dots (34)$$

Avec : N_{arbres} Nombre des arbres

V-2-4-3. Le nombre des rampes

$$N_{\text{rampe}} = L_{\text{pr}} / E_r = 120 / 5 = 24 \text{ rampes} \dots \dots \dots (35)$$

Avec L_{pr} : Longueur de la porte rampe

V-2-4-4. Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g = 32 * 4 = 128 \text{ L/h} \dots \dots \dots (36)$$

❖ Pour la porte rampe

V-2-4-5. Nombre des rampes

$$N_{\text{rampe}} = L_{\text{pr}} / E_r = 240 / 5 = 48 \text{ rampe} \dots \dots \dots (37)$$

V-2-4-6. Nombre des goutteurs

$$N_g = N_{\text{gtt}} / \text{rampes} * n \quad \text{Donc} \quad N_{\text{goutteurs}} = 32 * 48 = 1536 \text{ goutteurs} \dots \dots \dots (38)$$

n : Nombre de rampes

V-2-4-7. Débit de la porte rampe

$$Q_{\text{pr}} = Q_{\text{gtt}} * N_{\text{gtt}} = 4 * 48 = 1536 \text{ L/h} = 6144 \text{ L/h} \dots \dots \dots (39)$$

V-3-5. Calcul hydraulique**V-3-5-1. Débit**

- ✓ $Q_r = Q_g * N_g / r \dots \dots \dots (40)$
- ✓ $Q_{\text{pr}} = Q_r * N_r$
- ✓ Q_r : Débit de rampe
- ✓ Q_g : Débit de goutteur
- ✓ N_g / r : Nombre des goutteurs par rampe
- ✓ N_r : Nombre des rampes
- ✓ Q_{pr} : Débit de porte rampe

V-3-5-2. Pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges pour les différents on a :

Dans une canalisation assurant un service d'extrémité

$$J_{\text{PEHD}} = 0.478 * D^{-4.75} * Q^{1.75} \dots \dots \dots (41)$$

$$J_{\text{PVC}} = 0.452 * D^{-4.76} * Q^{1.75} \dots \dots \dots (42)$$

Dans une canalisation assurant un service en route ;

$$J = j * \frac{L}{2.75} \dots \dots \dots (43)$$

Avec :

L : La longueur de la conduite ;(m)

Q : Débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

NB :

Ph_l : Perte de charge linéaire

Ph_s : Perte de charge singulière

Ph_t : Perte de charge totale

V-3-5-3. Conditions hydrauliques

- ✓ Variation maximale de débits entre goutteurs $\Delta q/q = 10\%$
- ✓ Variation maximale de la pression $q=K \cdot H^x$

$$\Delta q/q = x \cdot \Delta h / H_n \dots \dots \dots (44)$$

Telle que :

q_g ; Débit d'un goutteur

H_n ; Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \cdot \Delta h / 10 \Rightarrow \Delta h = 2 \text{ mce}$$

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 \cdot 0.1 = 0.2 \text{ mce} \quad P_{dc}(\text{sing}) = 0.2$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mce} \quad P_{dc}(\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

- ✓ PDC de la porte rampe = 1/3 * PDC linéaire = **0.6 m**
- ✓ PDC des rampes = 2/3 * PDC linéaire = **1.2 m**

V-3-5-4. Position de porte rampe

La valeur du diamètre de la rampe dépend de la position de la porte rampe. La porte rampe est au milieu

Tableau V-1 : caractéristique de la rampe

Cultures	L(m)	Ng	Qr (L/h)	PH _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	ph _l (m)
Oliviers	80	32	128	1.2	10	16	0.129

Les valeurs de pertes de charge sont toutes inférieures à 1,2 mce (la valeur maximale autorisée). Théoriquement, nous obtenons un diamètre nominal de 13 mm, cependant, ce

diamètre n'est pas couramment disponible sur le marché, donc nous adaptons en utilisant un diamètre de 16 mm.

Tableau V-2 : caractéristiques de la porte rampe

Cultures	Lpr (m)	Nr	qpr(L/H)	phL(m)	Dcal (m)	Dn (mm)	Phl (m)
Oliviers	240	48	6144	0.6	60.75	63	0.51

Les valeurs de pertes de charges sont inférieures à 0,6m.c.e (la valeur maximale).

V-4-6. Calcul de la canalisation principale

❖ **Le débit**

Le débit de la conduite principale est de :

$Q = 81824 \text{ l/h.}$

$Q=81824 \text{ L/h}$

❖ **Les vitesses**

On suppose La vitesse pour tous les éléments du réseau est =1.5 m/s

❖ **La surface**

$L \text{ rampe} = 80 \text{ m}$

$L \text{ porte rampe} = 240 \text{ m}$

$\text{Surface } S = 240 * 80 = 19200 \text{ m}^2 \rightarrow \text{soit } S = 1.92 \text{ ha}$

$S=1.92 \text{ ha}$

❖ **Le diamètre :**

D'après cette formule on va calcule le diamètre de la conduite principale est :

$$S = \frac{\pi * d^2}{4} ; Q = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.015}{3.14}} = 0.138 = 138.93 \text{ mm} \dots \dots \dots (45)$$

- ✓ Pour la conduite principale :
On choisit un diamètre commercialisable de 160 mm.

$DN=160 \text{ mm}$

❖ **La perte de charge**

Elle est donnée toujours par la formule suivante

$P.d.c = 0.478 / 2.75 * 160^{-4.75} * 81824^{1.75} * 80 \dots (46)$

$P.d.c = 0.19 \text{ m.c.e.}$

$P.d.c = 0.19 \text{ m.c.e.}$

Tableau V-3 : comparaison entre réseau actuel et réseau projeté :

	Réseau actuel	Réseau projeté
Matériau des conduites	PVC	PEHD
Débit total de la conduite principale	20L/S	22.73 L/s
Diamètre de la conduite principale	150mm	160mm
Diamètre de la porte rampe	76mm	63mm
Diamètre de la rampe	20mm	16mm
Longueur de la rampe	60m	80m
Diamètre de la buse	5.6mm	3.5mm
Débit d'asperseur	2.05m ³ /h	0.86m ³ /h
La pression de fonctionnement	3 bars	3.5 bars
L'espace entre les asperseur	12m	12m
La portée	8m	13.65m
La durée d'irrigation	2h/poste	4h/post
Débit des goutteurs	8 L/h	8 L/h

Chapitre 6

Organisation de chantier/étude technico- économique

Partie 1 : Organisation de chantier

VI-1. Exécution des travaux

A : Exécution de la tranchée

L'installation de tuyaux d'irrigation nécessite les opérations suivantes :

- ✓ Acheminement des tuyaux.
- ✓ Tranchées d'exécution.
- ✓ Aménagement du site de pose de canalisations.

La largeur de la Tranchées doit être égale au diamètre extérieur du tube augmenté 0,5 m pour que les installateurs puissent travailler sereinement et réaliser Différentes opérations de raccordement de canalisations.

B : Assise de la conduite

Lorsque la construction de la tranchée est terminée, une couche de 10-20 cm de sable ou de gravier fin pour maintenir le tuyau sur l'axe creusez une tranchée et supportez le poids du sol au-dessus du tuyau.

C : Pose des canalisations en tranchée :

Un équipement de levage sera utilisé pour placer le tuyau dans la tranchée creusée. Les tuyaux sont assemblés à l'aide de manchons.

D : Épreuve d'essai de pression

Pour éviter de laisser de longues rainures, il faut faire attention au remblayage lors de la pose des canalisations. Avant cela, des tests doivent être effectués pour garantir l'étanchéité des joints. Certains tests ont été réalisés sur des longueurs de 150 à 200 m, pour lesquels nous avons utilisé La pression d'essai est de 10 bars (le béton peut résister jusqu'à 20 bars de pression).

Matériel nécessaire à la réalisation des travaux :

- ✓ Pelle d'excavatrice pour creuser le sol des tranchées.
- ✓ Bulldozer ou chargeur utilisé pour le remblayage.
- ✓ Camions utilisés pour transporter des segments de pipeline.
- ✓ Grue automotrice pour le levage, le déplacement et le stockage de sections de tuyaux.

VI-2. Fonctionnement du système d'irrigation

L'exploitation des systèmes d'irrigation comprend l'exploitation des services d'eau Eau : assurer la mobilisation, le transport et la distribution de l'eau dans un cadre contractuel défini avec l'ensemble des partenaires du projet, elle se réalise sous quatre aspects :

- ✓ Planification de l'eau d'irrigation.
- ✓ Mesure du fonctionnement et de la distribution du système d'irrigation.

Chapitre 6 Organisation de chantier /étude technico-économique

- ✓ Moderniser et améliorer les systèmes à mesure que de nouvelles choses émergent technologie.
- ✓ Contrôler l'état des terres irriguées.

A. Objectif de l'action :

Le fonctionnement du système d'irrigation doit :

- ✓ Assurer le bon fonctionnement des canalisations et des structures.
- ✓ Utilisation globale et rationnelle des ressources en eau.
- ✓ Assurer la mise en œuvre des plans prévus.
- ✓ Protéger les terres agricoles des inondations, de la formation des marées,
- ✓ Salinisation et dégradation des sols dues à l'eau et au vent.

B. Estimation de la conservation de l'eau et de l'état agricole des terres irriguées :

Pour le phénomène de sol humide et de sol salé dû à la stérilité nous allons utiliser de l'eau d'irrigation pour la lutte contre ce phénomène peut être menée sur deux fronts :

a) Mesures d'amélioration technique :

- ✓ Créer un système de drainage pour les sols humides.
- ✓ Drainage et lessivage des sols salins.

b) Mesures opérationnelles :

Ils comprennent un inventaire détaillé des surfaces susceptibles d'être affectées. Ces phénomènes et surveillances permanentes sont résumés ci-dessous :

- ✓ Mesure de la variation du niveau de la nappe.
- ✓ Mesure de la concentration des sels de la nappe.
- ✓ Mesure de la concentration des sels dans le sol.
- ✓ Une bonne utilisation de l'eau d'irrigation.

C. Exploitation des ouvrages hydrauliques :

Les mesures à prendre pour entretenir les installations du système d'irrigation sont :

- ✓ Garde
- ✓ Lutte contre l'incendie.
- ✓ Visitez régulièrement.
- ✓ Suivi et maintenance des travaux.

D. Maintenance de l'ingénierie et des équipements :

a)-Premier niveau de maintenance :

Pour les interventions quotidiennes, les activités de maintenance de premier niveau sont généralement réalisé par l'exploitant à proximité des ouvrages dont il a la charge et la

Chapitre 6 Organisation de chantier /étude technico-économique

responsabilité, ce qui se traduit par des économies significatives en termes de personnel, de frais de déplacement, etc. L'intervention est extrêmement rapide.

b)-Entretien professionnel :

Pour les niveaux d'intervention supérieurs, de nature plus complexe et il faut que ce soit plus précis. Effectuez ensuite une maintenance professionnelle des différents types d'équipements correspondent à différentes technologies. Les spécialités les plus courantes sont :

- -Génie civil
- équipement:
 - ✚ -Mécanique
 - ✚ -électrique

c)-Choix des engins du chantier :

Lors de la planification des travaux, il est crucial de sélectionner les engins et le matériel les plus appropriés pour chaque type de tâche, afin d'optimiser l'efficacité et la productivité.

Dans notre situation, nous avons pris en compte différents engins classiques de chantier, qui Est récapitulés ci-dessous :

- 1- Un camion : Evacuée les déblais,
 - 2- Une pelle mécanique : Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible
- Dans le camion, poser le lit de sable et le remblai,
- 3- Un chargeur : Charger les déblais excédentaires dans les camions,
 - 4- Un compacteur à rouleau : Compacter la couche de sable de 10 cm,
 - 5- Appareil de soudure : Assurer l'assemblage des conduites,
 - 6- Sonde battu : Contrôler le compactage des tranchées,
 - 7- Une dame sauteuse : Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon Support.

Partie 2 :Etude technico-économique

VII Généralité

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

VII-1. Devis de réseau d'irrigation localisée

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau VII-1 : Factures préforma des pièces du réseau d'irrigation.

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix (DA)	Montant (DA)
Tube Ø16 PEBD	m/l	52400	19.77	1035948
Tube Ø20 PEHD	m/l	24576	38.48	945684.47
Tube Ø40 PEHD	m/l	173	90.9	15725.7
Tube Ø50 PEHD	m/l	180	140.46	25282.8
Tube Ø63 PEHD	m/l	232	288.17	66855.44
Tube Ø75 PEHD	m/l	392	404.81	158685.52
Tube Ø90 PEHD	m/l	368	188.62	69412.16
Tube Ø110 PEHD	m/l	392	721.62	282875.04
Tube Ø160 PEHD	m/l	512	1526.93	781788.16
Filtre	Un	1	14508	14508
Coude 90° Ø160	Un	6	16100	96600
TE Ø 40	Un	4	15000	60000
TE Ø160	Un	2	21000	42000
Vanne Ø160	Un	2	20000	40000
Vanne Ø40	Un	2	3993.6	7987.2
Goutteur réglable	Un	1536	6.13	9415.68
Bassin d'irrigation	Da/m ³	6	20000	120000
Fertiliseur	Un	1	23731.2	23731.2
Les Asperseures	Un	70	600	42000
Les Ramp (40mm)	MI	140	90	12600
Les porte Ramp(75mm)	MI	705	387.33	273067.65
Totale				4124167.02
TVA (19%)				783591.7338

Chapitre 6 Organisation de chantier /étude technico-économique

TTC1	4907758.754
------	-------------

Le prix de terrassement est égal à :

- Pour l'irrigation localisée :

❖ Pour le déblai :

- $F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$
- K_{deb} : prix de 1m³ de déblai = 450 DA
- V_{deb} : volume total de déblai
- $F_{deb} = 132.92 \cdot 450 = 59814$ DA

❖ Pour le remblai

- $F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$
- V_{rem} : volume total de remblai
- K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai = 300 DA
- $F_{rem} = 124 \cdot 300 = 37200$ DA

$$\text{Total (Ht)} = 37200 + 59814 = 97014 \text{ Da}$$

$$\text{TVA (19\%)} = 18432.66 \text{ Da}$$

$$\text{TTC 2} = 115446.66 \text{ Da}$$

- Pour l'irrigation par aspersion :

❖ Pour le déblai :

- $F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$
- K_{deb} : prix de 1m³ de déblai = 450DA
- V_{deb} : volume total de déblai
- $F_{deb} = 44.692 \cdot 450 = 20111.77$ Da

❖ Pour le remblai

- $F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$
- V_{rem} : volume total de remblai
- K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai = 300DA
- $F_{rem} = 47.344 \cdot 300 = 14203.2$ Da

$$\text{Total (Ht)} = 14203.2 + 20111.77 = 34314.97 \text{ DA}$$

$$\text{TVA (19\%)} = 6519.8443$$

$$\text{TTC 3} = 40834.8143 \text{ DA}$$

Le coup totale est de : TTC 1+TTC 2+ TTC3

PT = 5064040.23DA

Conclusion

En conclusion, il est évident que le coût estimé pour le projet de réhabilitation du réseau d'irrigation du périmètre du Hamiz est considérablement élevé. Cela résulte de l'utilisation d'un grand nombre de conduites et de l'incorporation d'équipements de filtration coûteux. Ce projet nécessitera donc un investissement substantiel pour sa réalisation.

Il est important de noter que la gestion efficace des ressources en eau et des coûts associés à l'irrigation est essentielle pour garantir la viabilité économique de ce projet. Il pourrait être bénéfique d'explorer des options de financement, telles que des subventions gouvernementales ou des partenariats public-privé, pour aider à couvrir les coûts élevés.

De plus, des mesures d'efficacité de l'irrigation, telles que l'utilisation de technologies modernes de contrôle de l'eau et de la distribution, pourraient

Contribuer à optimiser l'utilisation de l'eau et à réduire les coûts opérationnels à long terme.

En fin de compte, la réhabilitation du réseau d'irrigation est une étape importante pour soutenir l'agriculture dans la région, mais elle nécessite une planification minutieuse et une gestion prudente des ressources financières et en eau.

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

En résumé, ce travail a permis de mettre en lumière les points suivants :

Le périmètre d'EL Hamiz dispose de ressources en eau considérables, à la fois en eau de surface (provenant du barrage d'El Hamiz et du marais de Reghaia) et en eau souterraine (à travers les forages de Bouréah).

La pluviométrie annuelle moyenne dans la région est de 595.1 mm, caractérisant un climat sub-humide où l'irrigation est essentielle pour l'agriculture.

L'analyse de la situation agricole révèle diverses contraintes, notamment d'ordre climatique, pédologique, technique (niveau de compétence des agriculteurs) et financier (limitation des ressources financières pour l'autofinancement).

Malgré ces défis, la région présente des avantages favorables à la modernisation et à la promotion de l'agriculture, tels que la fertilité naturelle des sols et la motivation des habitants à adopter de nouvelles technologies pour le développement agricole.

Le projet de réhabilitation du périmètre aura des impacts positifs significatifs, notamment la diversification de la production agricole, l'amélioration des revenus des agriculteurs, la stimulation du commerce des produits agricoles et des intrants, la création d'emplois agricoles, et la promotion de l'investissement.

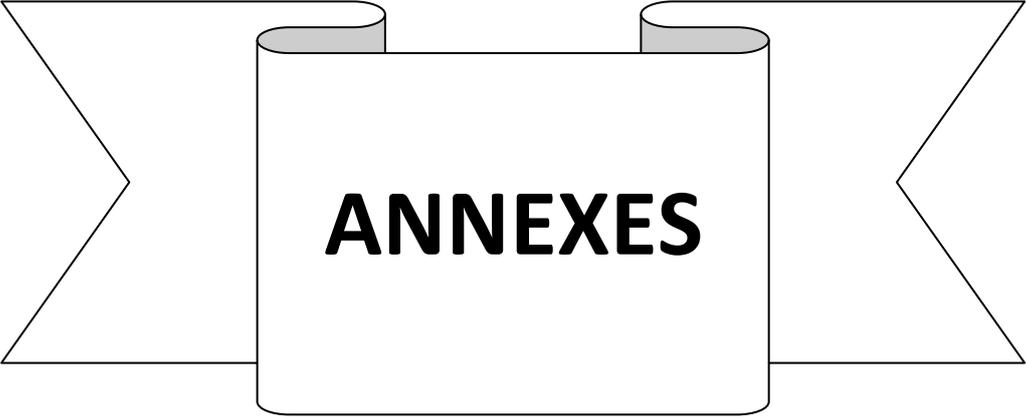
Le projet contribuera également à des objectifs environnementaux tels que la limitation de l'érosion des sols et la valorisation des ressources naturelles en terres et en eaux.

En fin de compte, ce projet de réhabilitation vise à stabiliser la population rurale, qui est actuellement encline à l'exode rural à la recherche d'opportunités d'emploi dans les grandes villes, tout en favorisant une dynamique socio-économique positive dans la région.

En conclusion générale, le projet de réhabilitation du périmètre d'EL Hamiz représente une opportunité majeure pour le développement agricole de la région, avec des retombées positives sur l'économie locale, l'emploi, et l'environnement.

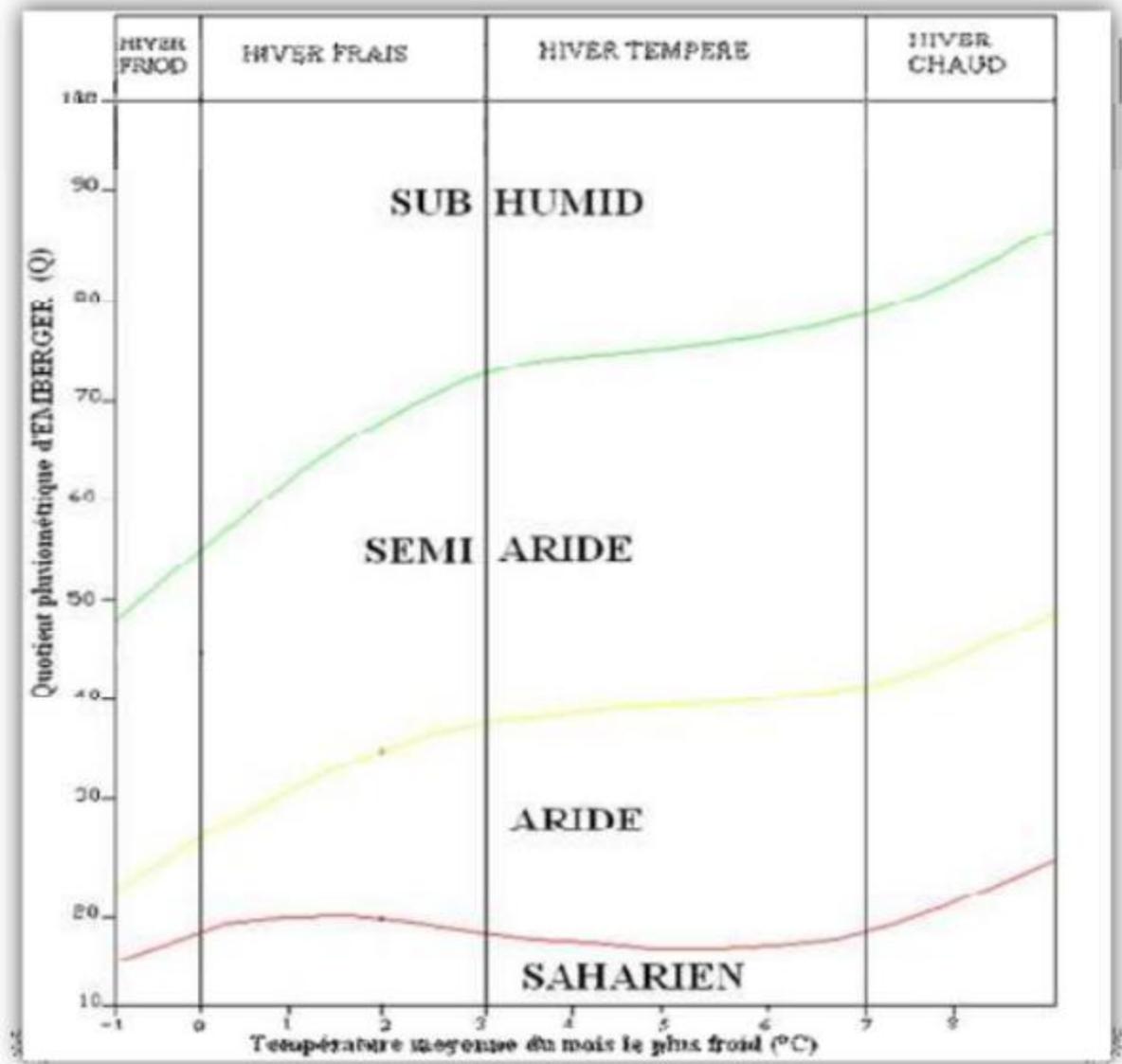
Références Bibliographiques

- [1] **BULLETIN DE FAO N°36** : l'irrigation localisée, calcul, mises-en
 - place, exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO. Rome ; 1983 P219
- [2] **KULKER** : La maîtrise de l'irrigation sous pression, aspersion et goutte à goutte. Edition NATHAN. Paris, 1988 p78
- [3] **TOUAIBIA. B** ; Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. 2004 p 34
- [4] **Z.BENKHAOA, L.BERKEMEL** ; Etude agro-pédologique de la plaine de Mitidja 1992 p10, 11,12
- [5] **Groupeement BRL/NEE/SCET Tunisie** ; Diagnostic du réseau du Hamiz (Mitidja est) les planches 1/4 et 3/6 2004 p 4, 8,16
- [6] **Ollier, C., Poiree, M.** Irrigation : Les réseaux d'irrigation ; théorie, technique et économie des arrosages). Edition Eyrolles. 61 boulevard Saint Germain 75005 Paris, 1983 pages 435, 436 et 469



ANNEXES

Annexe 1 ; Diagramme d'embergie



ANNEXE 2 ; Caractéristiques hydriques de quelques sol

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

ANNEXES

ANNEXE 3 ; Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

Annexe 4 ; Coefficients culturaux (Kc)

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

Premier chiffre: avec forte humidité (HR min > 70%) et vent faible (U < 5 m/s).

Second chiffre: avec faible humidité (HR min < 20%) et vent fort (> 5 m/s).

ANNEXE 5 ; Caractéristiques de l'aspersion circulaire PERROT ZF 30



**Caractéristiques de
l'asperseur circulaire
PERROT ZF 30**

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

dia de la buse ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m ³ /h	espacement m		surface irriguée m ²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,86	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,1	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)