



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Etude du périmètre d'irrigation de site Oued Lahreche (145.5 ha)  
à partir de la STEP de la ville de Medea, willaya de Medea**

**Présenté par :**

**MOULOUDJ Mohamed Sif Eddine**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
RASSOUL ABDELAZIZ	Professeur	Président
AZIEZ OUAHIBA	M.C.B	Examineur
SAIL NADHIRA	M.C.B	Examineur
KERID RACHID	M.C.A	Examineur
BOUZIANE OMAR	M.A.A	Promoteur

**Session Février 2024**

## **Remerciement**

- Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers DIEU, source inépuisable de sagesse et de force. Sa grâce infinie a illuminé mon chemin tout au long de ce parcours académique, me guidant à travers les défis et les succès. En Lui, je trouve la paix et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.
- Mes remerciements les plus sincères vont à mon promoteur, Mr Bouziane Omar. Sa guidance éclairée, ses conseils judicieux et son soutien constant ont été des piliers essentiels de mon mémoire. Son expertise a été une boussole précieuse, orientant mes efforts vers l'excellence académique. Je suis reconnaissant d'avoir eu la chance de bénéficier de son encadrement exceptionnel.
- Un immense merci à ma famille, à mes amis et à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Votre encouragement indéfectible, vos encouragements chaleureux et votre compréhension ont été des moteurs essentiels de ma réussite. Chaque mot d'encouragement a été une bouffée d'air frais, propulsant mon engagement envers ce projet.
- Mes sincères remerciements s'étendent également à l'ensemble du personnel de l'ENSH. Leur dévouement à l'excellence académique, leur support logistique et administratif ont créé un environnement propice à l'apprentissage. Chaque membre du personnel a contribué à façonner mon parcours éducatif, et je leur suis reconnaissant pour leur travail acharné et leur engagement envers la réussite des étudiants.
- Je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail

**MOULOUDJ MOHAMED SIF EDDINE**

## **Dédicace**

À ma famille, source constante de soutien et d'inspiration, sans laquelle ce mémoire ne serait pas possible.

**MOULOUDJ MOHAMED SIF EDDINE**

## **ملخص :**

هذا المذكرة تركز على تصميم شبكة الري في منطقة المدينة، تغطي مساحة إجمالية قدرها 145.5 هكتار وتتغذى من محطة معالجة مياه ولاية المدينة. تم إجراء دراسة مستفيضة للمناخ، مما سمح باختيار الزراعات المناسبة للمنطقة. من خلال حساب الحجم الإجمالي للمياه اللازمة لتلبية احتياجات الزراعات، تم تفضيل نهج الري بالتنقيط لإدارة فعّالة للموارد المائية. في الختام، تم إجراء تحليل اقتصادي شامل لتقييم الجدوى المالية لهذا المشروع الري، مما يقدم نظرة شاملة حول تأثيره البيئي والاقتصادي.

## **Abstract :**

This thesis focuses on designing an irrigation network in the Medea region, covering a total area of 145.5 hectares and supplied by the wastewater treatment station of the Medea wilaya. An in-depth study of the climate was conducted, enabling the judicious selection of crops suitable for the region. By calculating the total volume of water needed to meet the crop requirements, the drip irrigation approach was favored for effective water resource management. In conclusion, a comprehensive economic analysis was conducted to assess the financial viability of this irrigation project, providing a comprehensive perspective on its environmental and economic impact.

## **Résumé :**

Ce mémoire se concentre sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation dans le périmètre de Médéa, couvrant une superficie totale de 145,5 hectares et alimenté par la station d'épuration de la wilaya de Médéa. Une étude approfondie du climat a été menée, permettant la sélection judicieuse des cultures adaptées à la région. En calculant le volume total d'eau nécessaire pour répondre aux besoins des cultures, l'approche d'irrigation au goutte-à-goutte a été privilégiée pour une gestion efficace des ressources hydriques. En conclusion, une analyse économique exhaustive a été réalisée pour évaluer la viabilité financière de ce projet d'irrigation, offrant ainsi une perspective complète sur son impact environnemental et économique.

# **TABLE DE MATIERE**

# TABLE DE MATIERE

## Chapitre I : Analyses des Conditions Naturelles

<b>I.1.Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>I.2. Présentation générale de la wilaya Médéa.....</b>	<b>3</b>
I.2.1 Situation géographique .....	3
I.2.2 Présentation du périmètre d'étude.....	4
<b>I.3. Relief et la géomorphologie.....</b>	<b>5</b>
<b>I.4 Réseau hydrographique .....</b>	<b>6</b>
<b>I.5.Etude climatologique.....</b>	<b>6</b>
I.5.1. Choix de la station de référence .....	7
I.5.2. Les températures.....	7
I.5.3. Pluies mensuelles .....	8
I.5.4 Humidité .....	9
I.5.5 Les vents .....	10
I.5.6 L'insolation .....	11
I.5.7. Calcul des indices Agro-météorologiques.....	12
I.5.7.1. Classification du climat selon l'indice d'aridité de Martonne .....	12
I.5.7.2. Classification du climat selon le diagramme d'EMBERGER .....	13
I.5.7.3. Classification du climat selon le diagramme de Gaussen.....	14
<b>I.6.Etude socio-économique et importance de l'agriculture .....</b>	<b>15</b>
I.6.1. Distribution des terres agricoles .....	15
I.6.2. Population de la wilaya.....	16
I.6.3. La production agricole .....	16
<b>I.7.Conclusion .....</b>	<b>17</b>

## Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

<b>II.1. Introduction</b> .....	<b>19</b>
<b>II.2. Ressources en sol</b> .....	<b>19</b>
II.2.1. But de l'étude pédologique .....	19
II.2.2. Description et classification des sols du périmètre .....	19
<b>II.3. Ressources en eau</b> .....	<b>21</b>
II.3.1 Station d'épuration .....	21
III.3.1.1 Fonctionnement de la station d'épuration de Médéa .....	22
II.3.2. Caractéristiques des eaux .....	28
II.3.3 Qualité des eaux .....	29
II.3.4. Classification des eaux d'irrigation .....	30
II.3.4.1 La concentration totale des sels solubles .....	30
II.3.4.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration) .....	30
<b>II.4. Calcul de la pluie de projet</b> .....	<b>32</b>
II.4.1. Choix de la station .....	32
II.4.2. Répartition de la pluie moyenne annuelle .....	32
II.4.4. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	33
II.4.4.1. Teste de Mood :( Paul Meylan, 2008) .....	35
<b>II.5. Ajustement des pluies annuelles</b> .....	<b>35</b>
II.5.1. Test de validité d'un ajustement .....	38
II.5.2. Détermination de l'année de calcul.....	38
<b>II.6 Conclusion</b> .....	<b>39</b>

## Chapitre III : Besoins en eau des cultures

<b>III.1. Introduction</b> .....	<b>41</b>
<b>III.2. Besoin en eau du périmètre</b> .....	<b>41</b>

III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation .....	41
III.2.1.2. L'évapotranspiration référence (ET0).....	42
III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration de référence .....	42
III.2.4 L'évapotranspiration maximale (ETM) .....	44
<b>III.3. Calcul de la pluie efficace .....</b>	<b>44</b>
<b>III.4. Calcul de la réserve en eau du sol .....</b>	<b>44</b>
<b>III.5. Choix des cultures .....</b>	<b>45</b>
III.5.1. Occupation des sols.....	45
III.5.2 Assolements des cultures .....	46
<b>III.6. Estimation des besoins en eau des cultures choisies .....</b>	<b>47</b>
III.6.1 Estimation des besoins en eau des céréales .....	47
III.6.2. Estimation des besoins en eau des arboricultures .....	49
<b>III.7. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2 .....</b>	<b>53</b>
III.7.1 Calcul du débit spécifique .....	54
III.7.2 Evaluation du débit caractéristique .....	55
III.7.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation .....	55
<b>III.8. Conclusion .....</b>	<b>56</b>

## **Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

<b>IV.1 Introduction .....</b>	<b>58</b>
<b>IV.2 Alimentation en eau du périmètre .....</b>	<b>58</b>
<b>IV.3 Organisation et structure du périmètre .....</b>	<b>58</b>
IV.3.1. Le plan d'implantation des bornes du réseau .....	58
IV.3.2. Calcul hydraulique des bornes .....	59
IV.3.3. Choix du diamètre de la borne .....	59



IV.3.4. Choix de type de borne .....	59
<b>IV.4. Etude du système de pompage .....</b>	<b>61</b>
IV.4.1 Informations générales sur les pompes .....	62
IV.4.1.1 Les turbopompes .....	62
V.4.2. Hauteur manométrique totale .....	62
IV.4.3. Calcul des pertes de charge totale .....	63
IV.4.4. Calcul des frais d'exploitation .....	64
IV.4.5. Puissance de la pompe .....	64
IV.4.6. Energie consommée par la pompe .....	64
IV.4.7. Calcul des frais d'amortissement .....	65
IV.4.8. Bilan total des frais .....	66
IV.4.9. Choix des pompes et nombre des pompes .....	66
IV.4.10. Protection contre de la cavitation .....	69
<b>IV.5. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin).....</b>	<b>70</b>
<b>IV.6. Etude du système d'adduction-distribution (Desserte gravitaire).....</b>	<b>70</b>
IV.6.1. Choix du matériau des conduites.....	71
IV.6.2. Calcul des diamètres .....	71
IV.6.3. Estimation des pertes de charge .....	72
IV.6.4. Calcul des pressions des nœuds et des bornes.....	72
<b>IV.7. Conclusion .....</b>	<b>75</b>

## **Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation**

<b>V.1. Introduction .....</b>	<b>77</b>
<b>V.2 Choix des techniques d'irrigation .....</b>	<b>77</b>
<b>V.3 Différentes techniques d'irrigation .....</b>	<b>78</b>

V.3.1 Irrigation de Surface.....	78
V.3.2 Irrigation par Aspersion .....	79
V.3.3 Irrigation au Goutte-à-Goutte .....	80
<b>V.4 Conclusion.....</b>	<b>82</b>

## **Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle**

<b>VI.1. Introduction .....</b>	<b>84</b>
<b>VI.2. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte .....</b>	<b>84</b>
VI.2.1. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	84
VI.2.1.1. Influence du taux de couverture du sol .....	84
VI.2.1.2. Dose nette pratique .....	85
VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr) .....	86
VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute) .....	86
VI.2.1.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h).....	86
VI.2.2. Calculs hydrauliques.....	87
<b>VI.3. Dimensionnement des canalisations du réseau .....</b>	<b>87</b>
VI.3.1 Pour les rampes .....	88
VI.3.2. Pour le porte-rampe .....	88
VI.3.3. Vérification des pertes de charges (Règle de Christiansen) .....	89
<b>VI.4. Conclusion .....</b>	<b>90</b>

## **Chapitre VII : Calcul technico-économique**

<b>VII.1. Introduction .....</b>	<b>93</b>
<b>VII.2 Devis de système d'adduction et distribution .....</b>	<b>93</b>
VII.2.1. Calcul du volume de terrassement .....	93

VII.2.2. Calcul du cout de terrassement .....	95
VII.2.3. Calcul du cout des conduites de l'adduction et distribution .....	96
VII.2.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation .....	97
<b>VII.3. Coût de la station de pompage .....</b>	<b>97</b>
<b>VII.4. Coût du réservoir de stockage .....</b>	<b>98</b>
<b>VII.5. Le cout total du projet .....</b>	<b>98</b>
<b>VII.6. Conclusion .....</b>	<b>98</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>100</b>

**Références bibliographie.**

**Annexes.**

## **Liste des tableaux**

### **Chapitre I : Analyses des Conditions Naturelles**

<b>Tableau I.1</b> : Températures moyennes annuelles en degrés Celsius. ....	7
<b>Tableau I.2</b> : Caractéristiques géographiques de la station de Médéa. ....	8
<b>Tableau I.3</b> : Les pluies moyennes mensuelles à la station de Médéa. ....	8
<b>Tableau I.4</b> : Humidités Relatives moyennes mensuelles. ....	10
<b>Tableau I.5</b> : Vitesse moyenne du vent. ....	11
<b>Tableau I.6</b> : L'insolation moyenne mensuelle ....	11
<b>Tableau.I.7</b> . Classification du climat selon l'indice d'aridité de Martonne .....	12
<b>Tableau.I.8</b> : la distribution des terres agricoles de la wilaya de Médéa .....	15
<b>Tableau.I.9</b> : Production agricole .....	16

### **Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau**

<b>Tableau III.1</b> : Granulométrie et matière organique. ....	20
<b>Tableau III.2</b> : Caractéristiques des eaux brutes.....	28
<b>Tableau II.3</b> : Caractéristiques de l'effluent .....	29
<b>Tableau II.4</b> : Résultats des analyses STEP de Médéa. ....	29
<b>Tableau II.5</b> : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.	30
<b>Tableau II.6</b> : classes de risque d'alcalinisation .....	31
<b>Tableau II.7</b> : Caractéristiques géographiques de la station de Médéa.....	32
<b>Tableau II.8</b> : Précipitations moyennes mensuelles.....	32
<b>Tableau II.9</b> : Caractéristiques de la série pluviométrique .....	33
<b>Tableau II.10</b> : Résultat du test de Mood.....	34

<b>Tableau II.11</b> Ajustement à la loi de gauss .....	36
<b>Tableau II.12</b> Ajustement à la loi log normale .....	37
<b>Tableau II.13</b> : Test de validité.....	38
<b>Tableau II.14</b> : Les pluies mensuelles de probabilité 80% .....	39

### **Chapitre III : Besoins en eau des cultures**

<b>Tableau III.1</b> : Evapotranspiration de référence ET <sub>0</sub> .....	43
<b>Tableau III.2</b> . Les pluies efficaces.....	44
<b>Tableau III.3</b> . Système de cultures proposées .....	45
<b>Tableau III.4</b> . Assolement du périmètre.....	46
<b>Tableau III.5</b> : Calcul des besoins en eau pour le Blé.....	47
<b>Tableau III.6</b> : Calcul des besoins en eau pour le blé tendre. ....	47
<b>Tableau III.7</b> : Calcul des besoins en eau pour l'orge en grain.....	48
<b>Tableau III.8</b> : Calcul des besoins en eau pour l'orge vert. ....	48
<b>Tableau III.9</b> : Calcul des besoins en eau pour la Figuiers.....	49
<b>Tableau III.10</b> : Calcul des besoins en eau pour les Agrumes. ....	49
<b>Tableau III.11</b> : Calcul des besoins en eau pour l'olivier. ....	50
<b>Tableau III.12</b> : Calcul des besoins en eau pour Pommier. ....	50
<b>Tableau III.13</b> : Calcul des besoins en eau pour Cerisier.....	51
<b>Tableau III.14</b> : Calcul des besoins en eau pour Pêcher. ....	51
<b>Tableau III.15</b> : Calcul des besoins en eau pour l'amande .....	52
<b>Tableau III.16</b> : Calcul des besoins en eau pour du raisin .....	52
<b>Tableau III.17</b> : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1.....	53
<b>Tableau III.18</b> : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2.....	53
<b>Tableau III.19</b> : volume d'eau d'irrigation.....	56

## **Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

<b>Tableau IV.1</b> : Choix du diamètre de la borne. ....	59
<b>Tableau IV.2</b> : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.	60
<b>Tableau IV.3</b> : calcul de la HMT .....	63
<b>Tableau.IV.4</b> : Les des frais d'exploitation .....	64
<b>Tableau IV.5</b> : Calcul des frais d'amortissement.....	65
<b>Tableau.IV.6.</b> Calcul du bilan total des frais. ....	66
<b>Tableau IV.7.</b> La variante de pompage .....	67
<b>Tableau IV.8</b> : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution. ....	73

## **Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle**

<b>Tableau.VI.1</b> : Organisation du réseau goutte à goutte.....	84
<b>Tableau.VI.2</b> : Caractéristiques du goutteur.....	84
<b>Tableau.VI.3</b> : Caractéristiques final du réseau goutte à goutte.....	90

## **Chapitre VII : Calcul technico-économique**

<b>Tableau VII.1</b> : Calcul du volume de terrassement. ....	95
<b>Tableau VII.2</b> : Calcul du cout de terrassement. ....	96
<b>Tableau VII.3</b> : Calcul du cout des conduites de l'adduction et distribution.....	96
<b>Tableau VII.4</b> : Estimation du cout des bornes d'irrigation.....	97
<b>Tableau VII.5</b> : Coût de la station de pompage.....	97
<b>Tableau VII.6</b> : Le cout total du projet .....	98

## LISTE DES FIGURES

### Chapitre I : Analyses des Conditions Naturelles

<b>Figure I.1.</b> Situation géographique de la wilaya de Médéa .....	4
<b>Figure I.2.</b> La zone d'étude.....	5
<b>Figure I.3.</b> Réseau hydrographique de la wilaya de Médéa.....	6
<b>Figure I.4 :</b> Répartition des températures moyennes.....	8
<b>Figure I-5 :</b> Evolution des Précipitations moyennes mensuelles. ....	9
<b>Figure I.6 :</b> Humidités Relatives .....	10
<b>Figure I.7:</b> Vitesse moyenne de vent .....	11
<b>Figure I.8:</b> Variation d'insolation moyenne mensuelle. ....	12
<b>Figure I.9 :</b> Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	14
<b>Figure I.10:</b> Diagramme de Gaussen.....	15

### Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

<b>Figure II.1 :</b> Plan géographique de la STEP de Médéa source Google earth .....	22
<b>Figure II.2:</b> Dégriilleur mécanique de la STEP de Médéa .....	23
<b>Figure II.3:</b> Dégriilleur automatique de la STEP de Médéa.....	23
<b>Figure II.4 :</b> Déssableur et déshuileur de la STEP de Médéa.....	24
<b>Figure II.5:</b> Bassin d'aération de la STEP de Médéa. ....	25
<b>Figure II.6:</b> Décanteur de la STEP de Médéa.....	25
<b>Figure II.7:</b> Bassin de chloration de la STEP de Médéa. ....	26
<b>Figure II.8:</b> épaisseur de la STEP de Médéa. ....	27
<b>Figure II.9 :</b> Lits de séchage de la STEP de Médéa.....	27
<b>Figure II.10:</b> La sortie de l'eau de la STEP de Médéa.....	28

<b>Figure II.11</b> : digramme de Riverside.....	31
<b>Figure II.12</b> : Courbe d'ajustement des pluies à la loi GAUSS.....	36
<b>Figure II.13</b> : Courbe d'ajustement des pluies à la loi normale.....	37

#### **Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

<b>Figure IV.1</b> : Bilan total des frais. ....	66
<b>Figure IV.2</b> : Courbes caractéristique de la pompe selon caprari .....	68

#### **Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation**

<b>Figure V.1</b> : Irrigation de surface. ....	78
<b>Figure V.2</b> : Irrigation par aspersion. ....	79
<b>Figure V.3</b> : Irrigation par goutte à goutte. ....	81



## **LISTE DES PLANCHE**

**PLANCHE 01** : LE PLAN D'OCCUPATION DU SOL.

**PLANCHE 02** : SHEMA DU RESEAU D'IRRIGATION.

**PLANCHE 03** : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE.

**PLANCHE 04** : SHEMA DE LA PERCELLE.

## **Introduction générale**

### **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau est une ressource naturelle vitale pour la vie humaine et les activités économiques. En effet, l'agriculture est un secteur fortement tributaire de l'eau pour assurer la production alimentaire et favoriser le développement économique. Cependant, l'accès à de l'eau de qualité se trouve de plus en plus restreint en raison de la croissance démographique, des effets du changement climatique et de la pollution.

La pollution des eaux usées représente un défi majeur dans de nombreuses régions du monde. Les stations d'épuration sont conçues pour traiter les eaux usées et réduire les niveaux de pollution avant de les rejeter dans l'environnement. Néanmoins, ces eaux traitées peuvent également se révéler une précieuse ressource pour l'agriculture, surtout dans les zones arides et semi-arides où l'eau se fait rare.

L'aménagement hydro-agricole après une station d'épuration est une approche innovante qui consiste à utiliser les eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures. Cette pratique permet de répondre aux besoins croissants en eau pour l'agriculture tout en réduisant la pollution de l'environnement.

Dans le cadre de cette étude, nous examinerons les différentes approches de dimensionnement d'un réseau d'irrigation après une station d'épuration, les avantages et les défis liés à cette pratique, ainsi que les mesures nécessaires pour assurer une utilisation sûre et durable de cette ressource en eau. Plus particulièrement, nous mettrons en lumière un projet d'irrigation novateur qui se déploie dans la wilaya de Médéa, mettant en avant l'utilisation de la station d'épuration localisée dans cette région. Ce projet exemplifie l'application concrète du dimensionnement d'un réseau d'irrigation pour répondre aux besoins de l'agriculture dans un contexte spécifique.

## **Chapitre I :**

### **Analyses des Conditions Naturelles**

## **Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles**

### **I.1.Introduction**

Le succès d'un projet d'irrigation repose en grande partie sur une compréhension approfondie des conditions naturelles du périmètre à irriguer. En effet, chaque région présente des caractéristiques environnementales uniques qui influencent considérablement la conception, la planification et la mise en œuvre d'un système d'irrigation efficace et durable.

Ce chapitre se penche sur l'analyse des conditions naturelles du périmètre de site Oued Lahreche, une étape fondamentale dans le processus de développement d'un projet d'irrigation. Nous explorerons les différents aspects qui doivent être pris en compte, des caractéristiques géographiques, géologiques et climatologiques. Chacun de ces éléments joue un rôle crucial dans la détermination de la viabilité du projet, de ses coûts, de sa durabilité environnementale et de son efficacité globale.

### **I.2. Présentation générale de la wilaya Médéa**

#### **I.2.1 Situation géographique**

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas tellien, avec des coordonnées de 36°16'nord ,2°45'est, la wilaya de Médéa s'étend sur une superficie de 8700 km<sup>2</sup>.

La wilaya de Médéa est limitée :

- Au nord, par la wilaya de Blida ;
- Au sud, par la wilaya de Djelfa ;
- A l'ouest, par les wilayas d'Ain Defla et de Tissemsilt ;
- A l'est, par les wilayas de M'sila et de Bouira.



**Figure I.1.** Situation géographique de la wilaya de Médéa

## I.2.2 Présentation du périmètre d'étude

Le périmètre de site d'Oued Lahreche, qui s'étend sur 145,5 hectares, est situé à environ 20 kilomètres au sud-ouest de la ville de Médéa, le long de la route menant à la commune d'Oued Harbil. Il se trouve en aval de la station d'épuration de la ville de Médéa, dont la capacité initiale est de 26 000 m<sup>3</sup>/jour, mais qui devrait atteindre 39 000 m<sup>3</sup>/jour d'ici 2020.

Ce périmètre, appelé Oued Lahreche, est réparti sur plusieurs zones dispersées, couvrant une partie de la commune de Médéa et une autre partie de la commune d'Oued Harbil. La portion est du périmètre s'étend sur les terres entre la station d'épuration et le point de croisement de la route Médéa-Oued Harbil, sur une distance de 3 kilomètres.



Figure I.2. Situation géographique du périmètre de site Oued Lahreche

### I.3. Relief et la géomorphologie

La wilaya de Médéa se distingue par un paysage varié comprenant des reliefs accidentés qui encerclent quelques plaines particulièrement fertiles, des plateaux steppiques élevés et des collines doucement ondulées. On peut identifier quatre (04) zones naturelles distinctes

**1. Le tell montagneux :** Il forme une bande quasi-continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat. C'est une région forestière et arboricole au relief marqué et au climat rude ; elle est peu peuplée.

**2. Le tell collinien** Situé au cœur de la wilaya, c'est une région de peuplement qui a de tout temps eu une vocation agricole. La polyculture y est bien développée : vigne et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

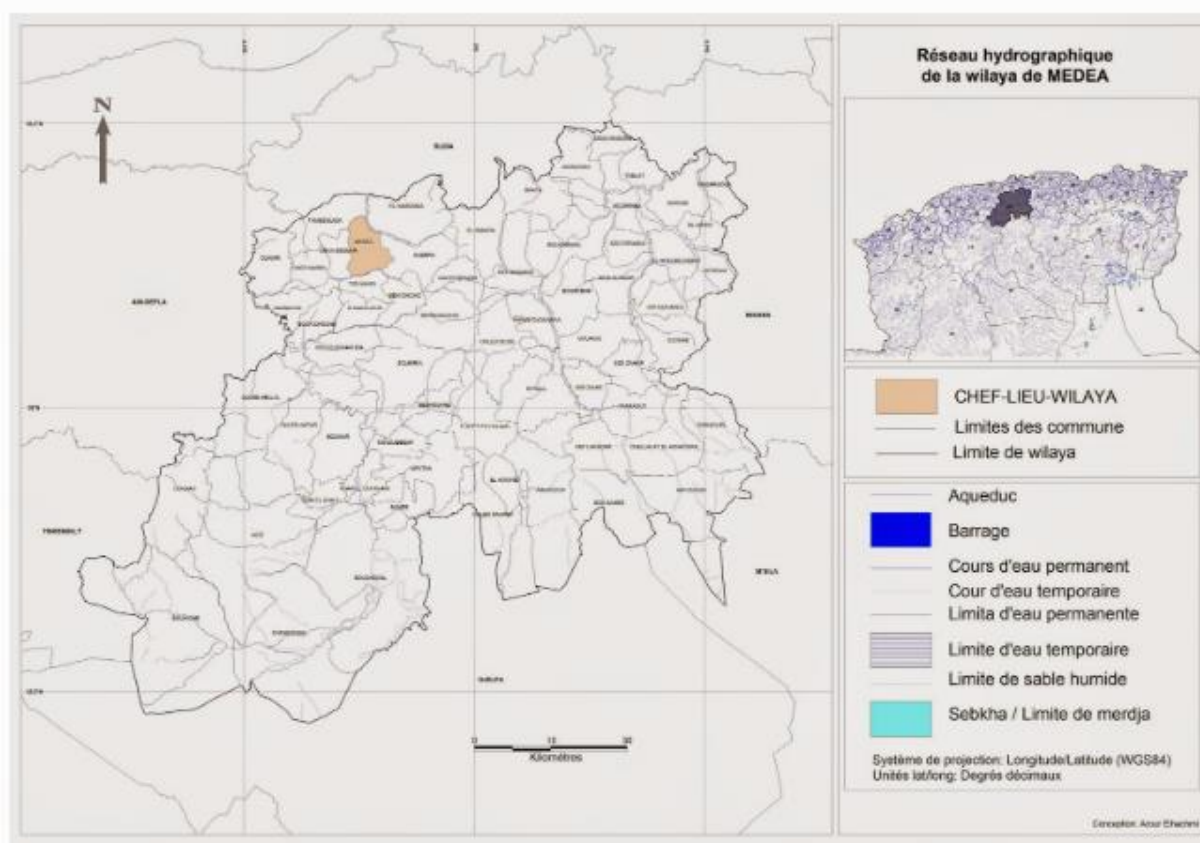
**3. Les plaines du tell :** Traditionnellement vouées à la céréaliculture, les plaines de Beni Slimane et Merachda sont enchâssées à l'intérieur du tell collinien. La mise en valeur de ces plaines a permis l'implantation de la polyculture associant cultures à sec et en irrigué ainsi que le développement de l'élevage.

**4. Le piémont méridional :** Caractérisé par une pluviométrie irrégulière située entre 300 et 400 mm, le piémont s'affirme comme une zone de transition vers les hautes plaines steppiques où la céréaliculture est très répandue.

### I.4 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique revêt une importance cruciale. Il fournit les ressources en eau nécessaires à l'irrigation, influence la topographie locale et affecte la qualité des sols. La compréhension de ce réseau hydrographique est essentielle pour la planification, la conception et la mise en œuvre efficaces d'un projet d'irrigation durable, tout en minimisant les risques liés aux inondations et à la disponibilité de l'eau.

Les cartes hydrographiques sont d'une grande importance pour la gestion de l'eau, la planification des projets d'irrigation, et la compréhension de la topographie de la région.



**Figure I.3.** Réseau hydrographique de la wilaya de Médéa



## I.5. Etude climatologique

La climatologie se focalise principalement sur l'analyse et la catégorisation des différents types de climats. De plus, les caractéristiques climatiques jouent un rôle fondamental dans l'évaluation des besoins en eau des cultures et dans la sélection du système d'irrigation approprié.

### I.5.1. Choix de la station de référence

Pour obtenir des données climatiques précises, la sélection d'une station de référence appropriée revêt une grande importance. Dans ce but, nous avons opté pour la station la plus proche du périmètre, en utilisant les données de la station de Médéa.

### I.5.2. Les températures

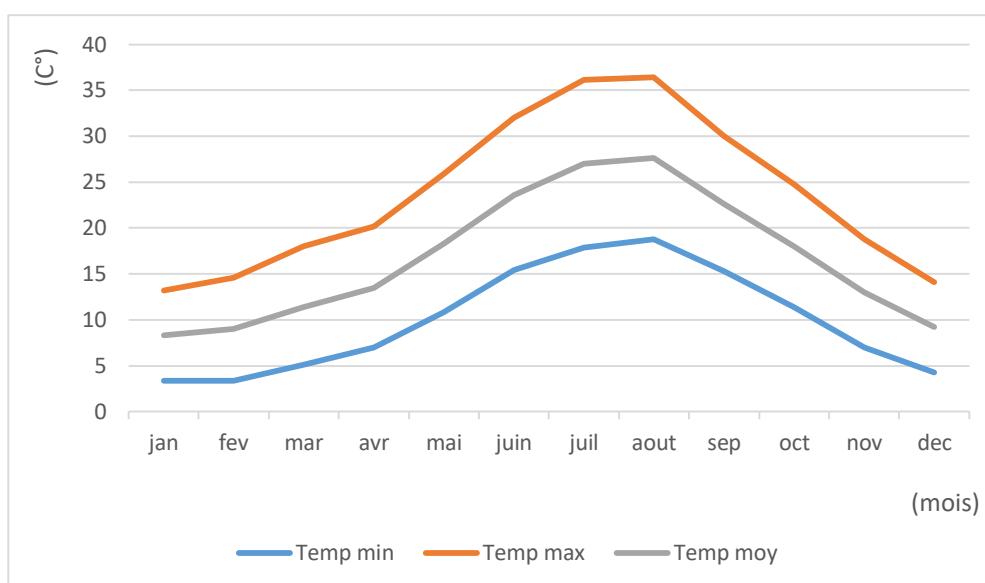
La température a un impact direct sur les besoins en eau des cultures, car elle affecte l'évapotranspiration des plantes, c'est-à-dire la perte d'eau due à l'évaporation du sol et à la transpiration des plantes. Une compréhension approfondie de la variation de la température dans la région du périmètre est essentielle pour déterminer les moments appropriés pour l'irrigation et le choix des cultures les mieux adaptées aux conditions thermiques locales.

**Tableau I.1 :** Températures moyennes annuelles en degrés Celsius.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
<b>Température min (°C)</b>	3.4	3.4	5.1	7.0	10.8	15.4	17.9	18.8	15.3	11.4	7.0	4.3
<b>Température max (°C)</b>	13.2	14.6	18.0	20.2	25.9	32.0	36.1	36.4	30.0	24.8	18.8	14.1
<b>Température moy (°C)</b>	8.3	9.0	11.4	13.5	18.3	23.6	27.0	27.6	22.6	18.0	13.0	9.2

(Source : ONM DAR EL BEIDA)

En observant le tableau précédent, il est évident que les mois de juillet et août se distinguent comme les plus chauds, affichant des températures maximales atteignant 36.4°C, tandis que la période la plus froide se situe généralement entre décembre, janvier et février, avec une moyenne minimale de 3,4°C.



**Figure I.4 :** Répartition des températures moyennes.

### I.5.3. Pluies mensuelles

Les pluies mensuelles sont importantes en irrigation car elles permettent de quantifier le bilan hydrique nécessaire pour le calcul des doses et des besoins d'irrigation.

Nous avons analysé les données de précipitations mensuelles en utilisant les informations fournies par la station météorologique de Médéa.

**Tableau I.2 :** Caractéristiques géographiques de la station de Médéa.

Nom de la station	Code	Coordonnées	Altitude (m)
Medea	011509	X= 504.85 km Y= 329.8 km	Z= 935

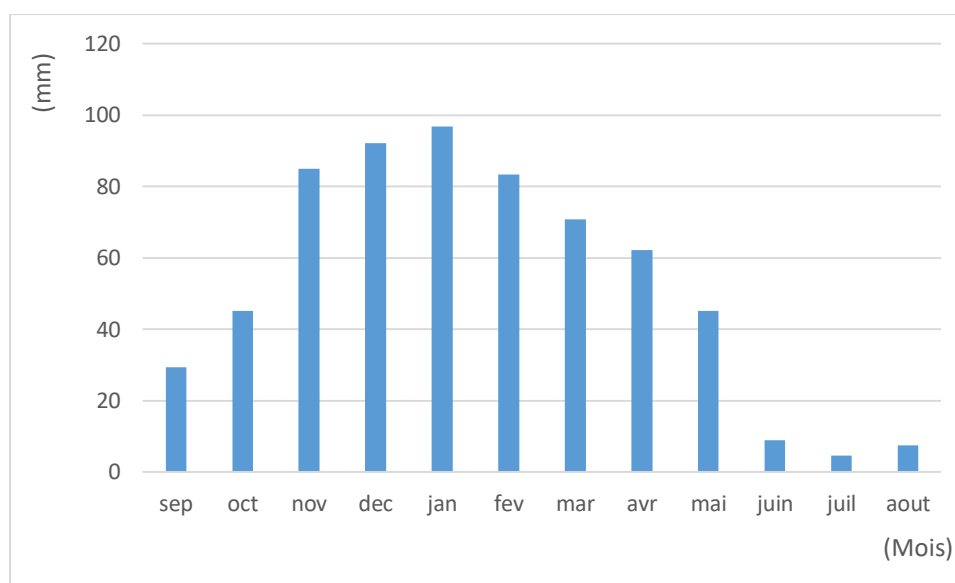
(Source : ANRH)

**Tableau I.3 :** Les pluies moyennes mensuelles à la station de Médéa.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Année
$P_{moy}$ (mm)	29.24	45.19	84.91	92.17	96.74	83.34	70.66	62.11	45.18	8.97	4.55	7.54	630.6

(Source : ANRH)

L'analyse des données de précipitations moyennes mensuelles à la station de Météo de Médéa montre des variations saisonnières significatives. Les mois d'automne et d'hiver, en particulier Novembre, Décembre, Janvier et Février, connaissent des niveaux de précipitations élevés, indiquant des saisons pluvieuses. En revanche, les mois d'été, Juillet et Août, enregistrent des précipitations considérablement plus faibles. Les mois de transition, comme Mars et Avril, présentent des valeurs intermédiaires. Ces données mettent en évidence les variations saisonnières importantes des précipitations, ce qui est essentiel pour la gestion de l'eau, l'agriculture et la préparation aux conditions météorologiques.



**Figure I-5 :** Evolution des Précipitations moyennes mensuelles.

#### I.5.4 Humidité

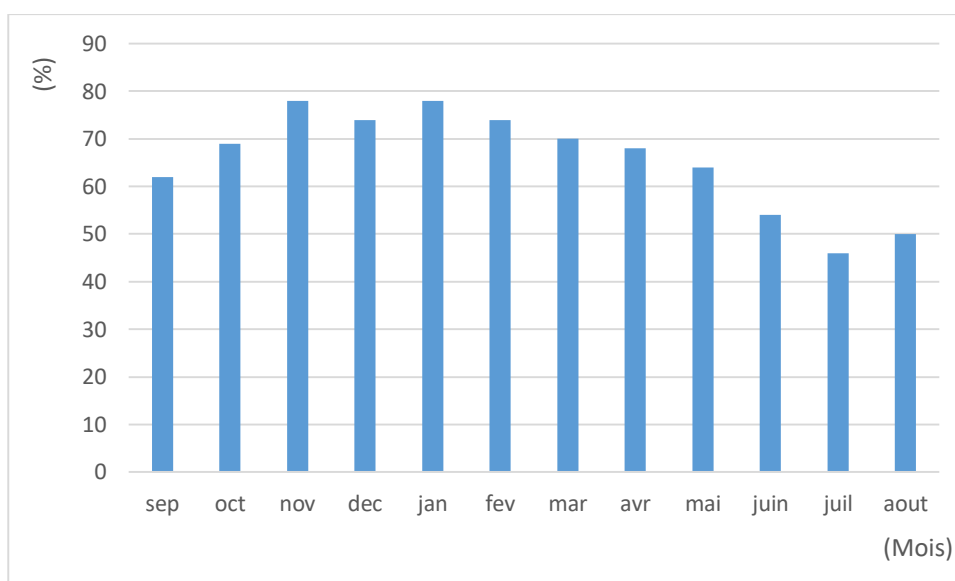
L'humidité relative est une mesure qui indique la quantité d'humidité présente dans l'air par rapport à la quantité maximale d'humidité que l'air peut contenir à une température donnée. Elle est généralement exprimée en pourcentage. Une humidité relative de 50% signifie que l'air contient la moitié de la quantité maximale d'humidité qu'il pourrait retenir à cette température. Une humidité relative élevée indique de l'air plus humide, tandis qu'une humidité relative basse indique de l'air plus sec. L'humidité de l'air est donnée par le tableau I.5 :

**Tableau I.4:** Humidités Relatives moyennes mensuelles.

Mois	sep	oct	Nov	Dec	jan	fev	mars	avr	Mai	jun	juil	aout
H%	62	69	78	74	78	74	70	68	64	54	46	50

(Source : ONM DAR EL BEIDA)

L'analyse des données d'humidité relative pour chaque mois de l'année révèle des tendances saisonnières intéressantes. Au fur et à mesure que l'année progresse, l'humidité relative tend à augmenter, atteignant son maximum en Novembre et Janvier, à 78%. En revanche, les mois d'été, Juillet (46%) et Août (50%), présentent les taux d'humidité les plus bas. Les mois de transition, comme Mars (70%) et Avril (68%), montrent des valeurs intermédiaires. Ces données mettent en évidence les variations saisonnières de l'humidité relative, ce qui peut être essentiel pour la météorologie, l'agriculture et d'autres domaines où l'humidité joue un rôle crucial.



**Figure I.6 : Humidités Relatives**

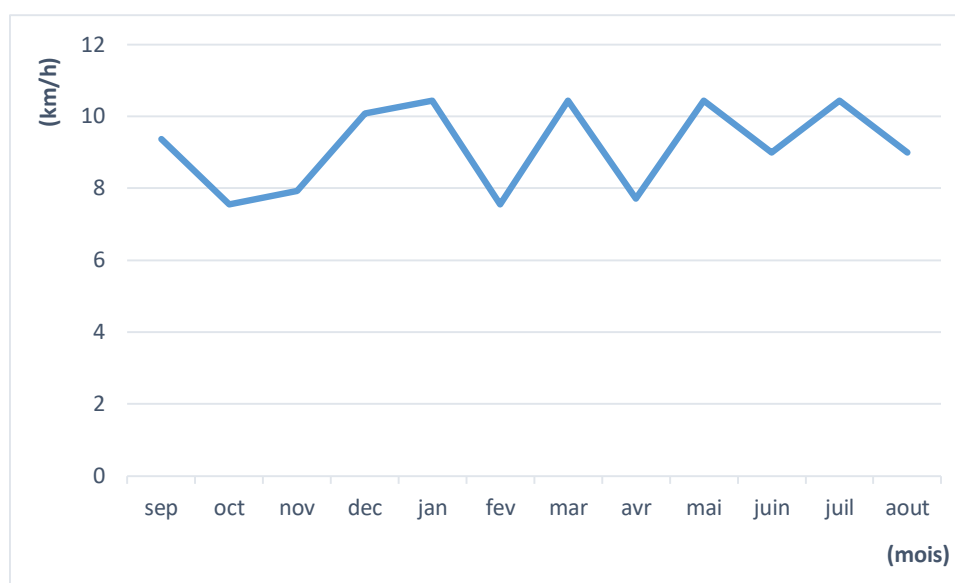
### I.5.5 Les vents

Le vent peut avoir un impact significatif dans les projets d'irrigation, en accélérant l'évaporation de l'eau du sol et des cultures, ce qui nécessite une irrigation plus fréquente.

**Tableau I.5:** Vitesse moyenne du vent.

MOIS	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout
$V_{moy}$ (km/h)	9.36	7.56	7.92	10.08	10.44	7.56	10.44	7.72	10.44	9.0	10.44	9.0

(Source ANRH)



**Figure I.7:** Vitesse moyenne de vent

Les données de vitesse moyenne par mois indiquent des variations saisonnières distinctes. Les mois d'été, comme Juillet, affichent des vitesses élevées (10.44 km/h), tandis que les mois d'hiver, dont Décembre, Janvier et Février, ont des vitesses légèrement plus basses (7.44 à 7.56 km/h). Les mois de transition se situent entre ces valeurs. Ces données sont utiles pour comprendre les tendances de circulation et les conditions météorologiques saisonnières.

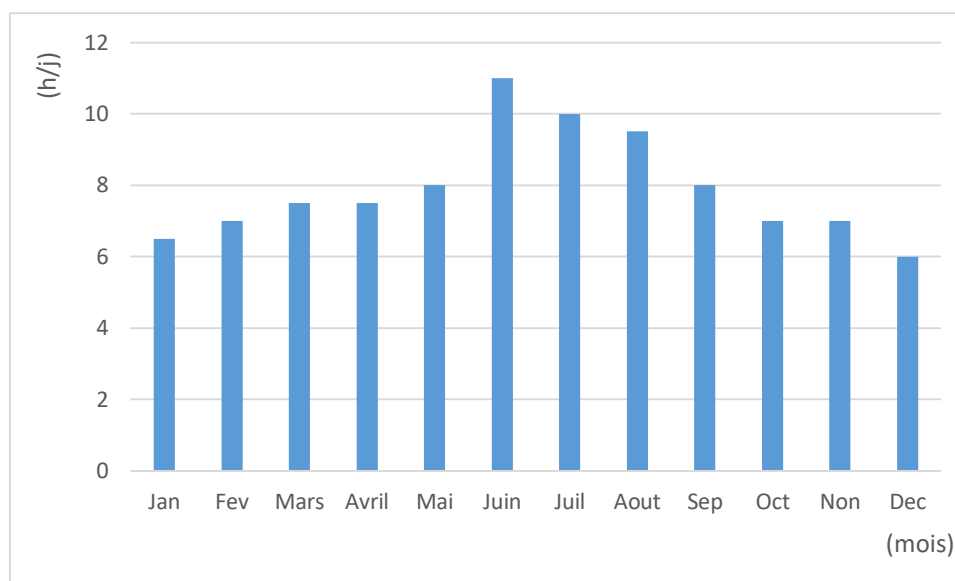
### I.5.6. L'insolation

L'insolation est une mesure de la durée pendant laquelle une région ou un lieu est exposé à la lumière solaire pendant une période donnée, mesurée en heures par jour.

**Tableau I.6 :** L'insolation moyenne mensuelle.

MOIS	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout
L'insolation (h/j)	8	7	7	6	6.5	7	7.5	7.5	8	11	10	9.5

(Source : ONM DAR EL BEIDA)



**Figure I.8:** Variation d'insolation moyenne mensuelle.

### I.5.7. Calcul des indices Agro-météorologiques

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température.

#### I.5.7.1. Classification du climat selon l'indice d'aridité de Martonne

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

$$= \frac{630.6}{10+16.8} = 23.53.$$

Avec :

I : l'indice d'aridité de Martonne.

P : Pluies moyennes annuelles (mm). P = 630.6

T : Température moyenne (C°). T = 16.8 C°

**Tableau.I.7.** Classification du climat selon l'indice d'aridité de Martonne

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

**Donc :**

D'après l'indice de Martonne et la classification dans le tableau ci-dessus, le type de climat est Relativement humide et irrigation est parfois utile.

#### I.5.7.2. Classification du climat selon le diagramme d'EMBERGER

Le diagramme d'EMBERGER est un outil graphique qui aide à représenter et à classer les climats en fonction de leurs caractéristiques thermiques et pluviométriques.

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

$$= \frac{1000 \times 630.6}{(292.9)(33)} = 65.24$$

Avec :

- Q : coefficient d'Emberger.
- P : précipitation moyenne annuelle (mm). P = 630.6 mm.
- M : Températures moyenne maximales (Kelvin). M = 309.4 K°.
- m : Températures moyenne minimales (Kelvin). m = 276.4 K°.

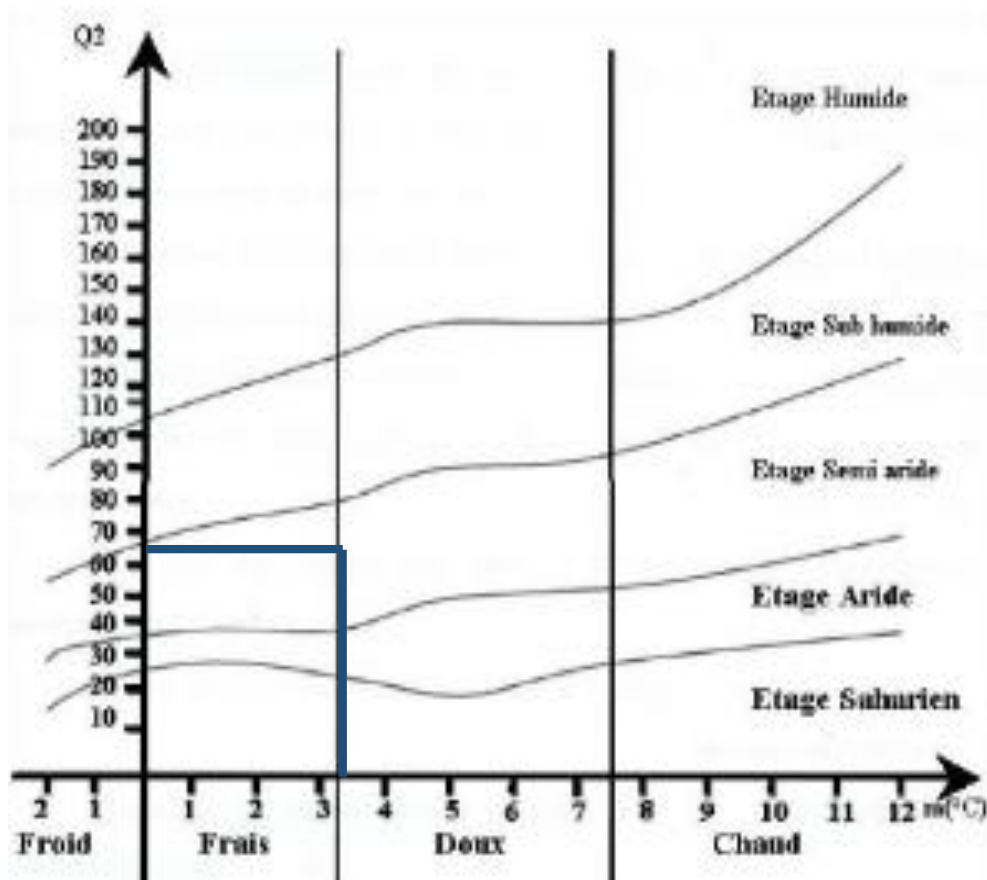


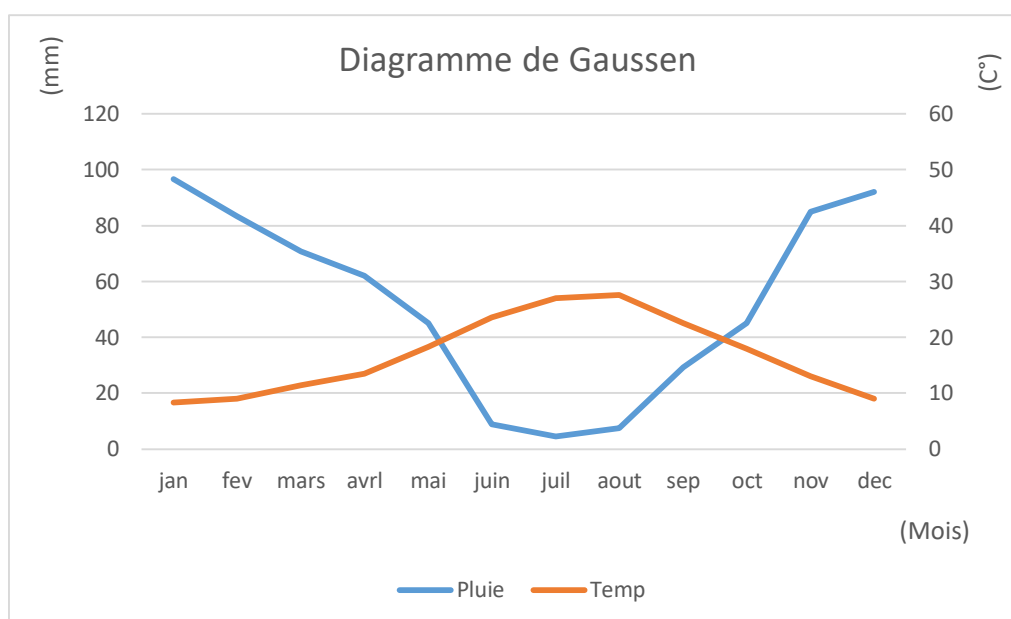
Figure I.9 : Diagramme bioclimatique d'Emberger.

D'après le diagramme : le climat de cette région d'étude est de type semi-aride.

### I.5.7.3. Classification du climat selon le diagramme de Gaussen

Le diagramme de Gaussen, et également connu sous le nom de diagramme ombrothermique de Gaussen, est un outil utilisé en biogéographie pour représenter les caractéristiques climatiques d'une région. Il affiche les précipitations mensuelle moyenne en fonction de la température mensuelle moyenne sur une sur une année. Cela permet de visualiser les saisons sèche et humide d'une région et d'identifier le type de climat.





**Figure I.10:** Diagramme de Gaussen.

#### Analyse du graphe :

D'après le graphe, on peut noter que la période de saison sèche couvre les mois de mai à octobre.

### I.6. Etude socio-économique et importance de l'agriculture

La wilaya de Médéa est à vocation principalement agricole, mais dispose, aussi, d'un tissu industriel assez consistant.

#### I.6.1. Distribution des terres agricoles :

Voici la distribution des terres agricoles de la wilaya de Médéa :

**Tableau.I.8 :** la distribution des terres agricoles de la wilaya de Médéa

Terres agricoles Superficie	Superficie (ha)
Agricole Totale (SAT)	773 541
Superficie Agricole Utile (S A U)	338.359
Terres irriguées	11.180
Forêts	142.558
Packages et Parcours	292.624
Terres improductives	104.054

(Source ANIREF 2021)

### I.6.2. Population de la wilaya

La wilaya de Médéa compte une population totale de 1 002 329 habitant, avec une densité de population 104.7 habitant/Km<sup>2</sup>.

**Répartition de la population occupée par secteur d'activité :** (Source : DPSB 2021)

- **Agriculture** : 40.47%
- **Commerce** : 7.83%
- **Administration** : 22.67%
- **BTPH** : 54.74%
- **Industrie** et artisanat : 14.69%
- **Services** : 09.60%

### I.6.3. La production agricole

Les productions insérées dans le tableau ci-dessous présentent des valeurs moyennes enregistrées par

**Tableau.I.9** : Production agricole

Produit		Superficies occupées (HA)	Production (Qx)
Céréales		99.927	1.732.265
Légumes secs		2.061	19.393
Fourrages		29.783	1.210.675
Maraîchages		6.977	935.560
Agrumes	Superficie totale	38	
	Superficie en production	4.642	
Arboriculture	Superficie totale	17.638	
	Superficie en production	731.991	
Viticulture	Superficie totale	7.206	

(Source ANIREF 2021)

**I.7. Conclusion**

Le périmètre de Médéa est situé dans de la wilaya de Médéa, une zone qui offre d'importantes opportunités agricoles. Dans cette section, nous avons exposé les caractéristiques essentielles de notre périmètre, notamment en ce qui concerne sa géographie, sa géomorphologie et son climat. Sur le plan climatique, le périmètre de site Oued Lahreche se distingue par un climat semi-aride, caractérisé par une période sèche marquée qui s'étend d'avril à octobre. Avec une pluviométrie annuelle de 630.6 mm, la région connaît un déficit hydrique notable entre avril et septembre, justifiant ainsi la nécessité de mettre en place un système d'irrigation pour favoriser le développement de l'agriculture dans le périmètre de site Oued Lahreche.

## **Chapitre II :**

### **Ressources en sol et ressources en eau**

## Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

### II.1. Introduction

La compréhension des ressources en sol et en eau dans un projet d'irrigation est essentielle. Elle permet une utilisation optimale de l'eau, le choix de cultures adaptées, la prévention de la salinisation, la planification de l'infrastructure, et favorise la durabilité environnementale.

### II.2. Ressources en sol

L'analyse des ressources en sol a pour but d'identifier et de dégager les meilleures potentialités en terres irrigables de la région.

#### II.2.1. But de l'étude pédologique

Le but de l'étude pédologique est de caractériser les sols d'une région ou d'un site donné. Elle vise à comprendre leur composition, leur structure, leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, ainsi que leur aptitude à différents usages, tels que l'agriculture, la construction, ou la préservation de l'environnement. Cette connaissance approfondie des sols est essentielle pour une gestion durable des terres, la prise de décisions éclairées en matière d'aménagement du territoire, et pour optimiser la productivité agricole tout en préservant l'environnement.

#### II.2.2. Description et classification des sols du périmètre

Une seule classe de sol a été distinguée d'après la prospection pédologique confrontée aux résultats analytiques, la classe des sols peu évolués qui se développe sur quatre secteurs de la superficie délimitée du périmètre, on a :

- Les sols peu évolués d'érosion ;
- Les sols peu évolués d'apport alluvial : sols verdiques =45,5 ha.
- Les sols peu évolués d'apport alluvial : sols modaux =100 ha.

#### Classe des sols peu évolués :

Les sols peu évolués de type AC sont formés d'un horizon humifère reposant directement sur le matériau d'altération ou sur les alluvions d'apport, il s'agit donc d'une matière peu altérée, les sols sont différenciés.

La faible teneur en matière organique des sols décrits est liée au matériau de dépôts récents. Les sols sont riches en éléments fins ce qui leur incombe la texture fine, la teneur en calcaire

total et actif est moyenne, la structure est faiblement développée dans l'horizon de surface. Il a été distingué :

- Sous –classe ; sols d'apport non climatique.
- Groupe : d'apport alluvial.
- Sous-groupe : verdique.
- Groupe : d'apport colluvial.
- Sous-groupe : modal.

Ces sols peu évolués appartiennent à la sous –classe des sols d'origine non climatique. L'étude du terrain a permis de distinguer le groupe suivant :

**Groupe des sols peu évolués d'apport alluvial :** Ces sols présentent les caractères généraux suivants : faible différenciation du profil Altération minérales réduites. Structure mal individualisée, peu développé généralement. Grande porosité et bonne aération superficielle. Une texture fine et presque comme à ce type de sol

#### **Sous-groupe : Modal**

Ces sols ne présentent pas de caractères, spécifiques secondaires (absence salinité, de caractère hydro morphes) appartiennent au sous-groupe : Modal.

-Au niveau inférieur de la classification ; les sols se différencient au niveau de la famille et surtout du type, lequel est déterminé par la texture de l'horizon supérieur.

Sols peu évolués –d'apport non climatique – d'apport alluvial –modal – sur alluvions récents profond –limono argileux.

**Tableau II.1 :** Granulométrie et matière organique :

Horizons (Cm)	Granulométrie (%).					Matière organique (%).			
	A	Lf	Lf	Sf	Sg	Mo	C	N	C/N
0-50	42.0	32	18.0	6.0	1.5	0.30	1.79	0.11	16
50-90	44.0	33	17.0	5.0	0.8	0.22	1.29	0.12	11
90-140	47.0	33	15.0	4.0	0.6	0.22	1.29	0.10	13

**La porosité :**

La porosité qui présente le volume des vides par rapport au volume totale du sol ; Des essais faits indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre 1.30-1.60 et la densité réelle est comprise entre 2.37 et 2.56 d'où une porosité de 36 et 49%.

**II.3. Ressources en eau**

Le périmètre d'Oued Lahreche sur la sortie de Médéa se distingue par des déversements d'affluents des deux rebords tout le long du périmètre.

La source essentielle pour irriguer le périmètre est l'eau de la station d'épuration de la ville de Médéa.

Le périmètre étudié fait partie du bassin hydrographique de la Soummam, il est drainé par plusieurs oueds ; dont le plus important est l'oued Ben loulou dont le débit est variable suivant les saisons, son écoulement est presque permanent avec un faible débit, Cet oued qui est court le long de la zone d'étude dans la partie Nord, est alimenté en période pluvieuse ainsi que oued Mellah et oued El Goléa, les écoulements de plusieurs Chaâbets, dont les plus importantes sont celles de Métrage et Meharzia qui descendent des hauteurs de la limite Nord du périmètre d'étude et ceux de Loualouia Snoubria ; oued lakehal, oued Bou Draa qui traversent le périmètre des versants sud ou Nord et Nord-est.

Ces oueds jouent le rôle de drain pour les sols à texture fine et très fine de la région.

Les cours d'eau, peu importants ont une direction Sud-est les lits des oueds sont profonds et stables, signe de l'arrêt de la sédimentation fluviale, les pentes généralement inclinées vers le Nord, oscillent de 1 à 3 %.

**II.3.1 Station d'épuration**

La station d'épuration se située à 7 Km au sud de la ville de Médéa (Nord-Ouest de l'Algérie) au bord de l'Oued Lahrach dans une zone relativement entourée de collines. Mise en exploitation en 2007 est exploitée par l'office Nationale d'Assainissement (ONA) conformément au référentiel ISO 14001 en 2009.



**Figure II.1** : Plan géographique de la STEP de Médéa source Google earth.

### III.3.1.1 Fonctionnement de la station d'épuration de Médéa

#### 1. Station de relevage :

Un système qui soulève les eaux usées pour les acheminer vers la station d'épuration.

#### 2. Prétraitement :

Tout processus de dépollution comporte une phase initiale, le prétraitement, qui implique diverses opérations mécaniques ou physiques visant à éliminer autant d'éléments dont la nature et la taille pourraient entraver les étapes ultérieures. Ces opérations comprennent le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

##### 1. Le dégrillage :

Les eaux usées passent par un dégrilleur qui élimine les matériaux grossiers et inertes tels que chiffons, morceaux de bois et plastique. Après le nettoyage des grilles, les déchets sont éliminés avec les ordures ménagères. Le dégrillage vise à prévenir le colmatage des canalisations et à assurer l'efficacité des ouvrages et équipements.





**Figure II.2:** Dégrilleur mécanique de la STEP de Médéa



**Figure II.3:** Dégrilleur automatique de la STEP de Médéa.

## **2. Dessablage :**

Les eaux usées traversent un déssableur qui sépare le sable de l'eau en utilisant un système appelé "air lift injection d'air" à faible vitesse pour éviter la formation de dépôts nuisibles dans les ouvrages.

## **3. Déshuilage :**

Cette étape permet de séparer les graisses de l'eau en utilisant l'injection d'air pour les faire flotter.



**Figure II.4 :** Déssableur et déshuileur de la STEP de Médéa.

### **3. Traitement biologique :**

La station fonctionne avec une charge massique réduite en utilisant un processus d'aération prolongée. Ce procédé permet d'obtenir une efficacité élevée dans l'élimination de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO). La décantation des boues se déroule dans le bassin d'aération, où la pollution est traitée en combinaison avec des microorganismes vivants, formant ainsi la liqueur mixte ou les boues biologiques contenues dans les bassins de traitement biologique

#### **3.1. Bassin d'aération :**

Les eaux préalablement débarrassées de leurs sables et huiles sont acheminées via une conduite de 1200 mm de diamètre jusqu'aux bassins d'aération à boue activée, dont les dimensions sont les suivantes : longueur de 66,00 m, largeur de 44,00 m, hauteur des voiles de 5,00 m, et une hauteur d'eau de 4,5 m. Ces bassins servent de lieu de rassemblement pour les eaux et contiennent la boue activée. Cette boue a pour fonction de décomposer la matière organique tout en contribuant à l'élimination de l'azote et du phosphore. L'agitation et l'aération sont des éléments essentiels au bon fonctionnement du processus dans les bassins à boue activée, tout en respectant les normes de rejet, qu'il s'agisse d'un rejet coupl e ou dissoci e.



**Figure II.5:** Bassin d'aération de la STEP de Médéa.

### 3.2 Décanteur :

L'objectif de cette opération est de séparer l'eau épurée des boues qu'elle contient. La structure de l'ouvrage est cylindro-conique, avec l'introduction de la liqueur mixte au centre. L'eau clarifiée s'écoule en périphérie via une double goulotte de récupération, tandis que les boues se déposent sur le radier. Un racleur est utilisé pour pousser les boues vers le centre de l'ouvrage, facilitant ainsi leur séparation de l'eau épurée.



**Figure II.6:** Décanteur de la STEP de Médéa.

### 3.3. Poste de pompage des boues de recirculation et d'excès

#### 3.4 Bassin de chloration :

Utilisé pour désinfecter l'eau épurée en ajoutant du chlore ou d'autres agents désinfectants.



**Figure II.7:** Bassin de chloration de la STEP de Médéa.

#### 3.5. Epaisseur :

Les boues décantées après leur passage dans le chenal venturi sont redirigées, selon les besoins, soit vers les bassins d'aération, soit vers l'épaississeur en cas de surplus. Les boues en excès sont introduites via une conduite de 150 mm de diamètre au centre de l'épaississeur. Ce dispositif est pourvu d'un déversoir en béton équipé de lames crantées par lesquelles les eaux en excès surnagent et se déversent dans le réseau de drainage, rejoignant ainsi la station de drainage. Les boues s'épaississent naturellement sous l'effet de la gravité, avec l'aide d'un mécanisme racleur doté de herse qui créent des passages au sein de la masse de boues, facilitant ainsi l'élimination de l'eau. Cette eau séparée est évacuée par débordement dans une goulotte périphérique avant de retourner en amont de la station pour être réintégrée aux eaux brutes.



**Figure II.8:** épaisseur de la STEP de Médéa.

### 3.6. Lits de séchage :

Les boues épaissies sont dirigées vers les lits de séchage pour leur déshydratation naturelle, une méthode de déshydratation traditionnelle. Les lits de séchage présentent des avantages indéniables, notamment leur simplicité de conception et de fonctionnement, en faisant un choix économique, particulièrement lorsque le coût du terrain est limité.



**Figure II.9 :** Lits de séchage de la STEP de Médéa.

**3.4 Sortie de la station :**

**Figure II.10:** La sortie de l'eau de la STEP de Médéa.

**II.3.2. Caractéristiques des eaux**

Caractéristiques des eaux brutes à l'entrée de la STEP :

**Tableau II.2 :** Caractéristiques des eaux brutes

<b>DBO5</b>	10,730	Kg/j
<b>MES</b>	13,650	Kg/j
<b>DCO/DBO5</b>	$\leq 2,5$	
<b>PH</b>	Compris entre 6,5 et 8	

Caractéristiques des eaux usées épurées : à la sortie de la STEP

**Tableau II.3** : Caractéristiques de l'effluent

DCO	Inférieure ou égale à 90mg/l sur 24h
	Inférieure ou égale à 120 mg/l sur 2h
DBO5	Inférieure ou égale à 30mg/l sur 24
	Inférieure ou égale à 40 mg/l sur 2h
MES	Inférieure ou égale à 30mg/l sur 24
	Inférieure ou égale à 40 mg/l sur 2h
PH	Compris entre 6,5 et 8

### II.3.3 Qualité des eaux

**Tableau II.4** : Résultats des analyses STEP de Médéa.

Paramètres	Concentrations moyennes (Eaux Brutes)	Concentrations moyennes (Eaux usées épurées)
Ph	7,28	7,66
Conductivité (mmhos/cm)	1,355	1,241
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	--	105
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	--	85
Na <sup>+</sup> (mg/l)	--	52
MES 105 °C (mg/l)	--	5,40
DCO (mg O <sub>2</sub> /l)	979,20	139,20
DBO5 (mg O <sub>2</sub> /l)	470,00	5,00
O-PO <sub>4</sub> (mg/l)	6,03	4,23

### II.3.4. Classification des eaux d'irrigation

Pour déterminer la qualité de l'eau et savoir si on peut irriguer avec cette eau, deux principaux éléments doivent être étudiés :

- La concentration totale de sels solubles (conductivité électrique).
- Le SAR (Sodium Absorption Ration).

#### II.3.4.1 La concentration totale des sels solubles

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

Classe	CE (mmhos/cm)	Qualité d'eau	Culture
C1	$CE \leq 0.25$	Risque faible de salinité	Toutes les cultures
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Risque moyen de salinité	les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Risque élevé de salinité	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2.25$	Risque très élevé de salinité	Eau difficilement utilisable

#### II.3.4.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration)

Le test de l'indice de sodium adsorbé (SAR) est une analyse de laboratoire utilisée pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Il mesure la concentration relative des ions sodium ( $Na^+$ ), de calcium ( $Ca^{2+}$ ), et de magnésium ( $Mg^{2+}$ ) dans l'eau. Le SAR est un indicateur important pour déterminer si l'eau est appropriée pour l'irrigation, en particulier dans le contexte agricole.

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



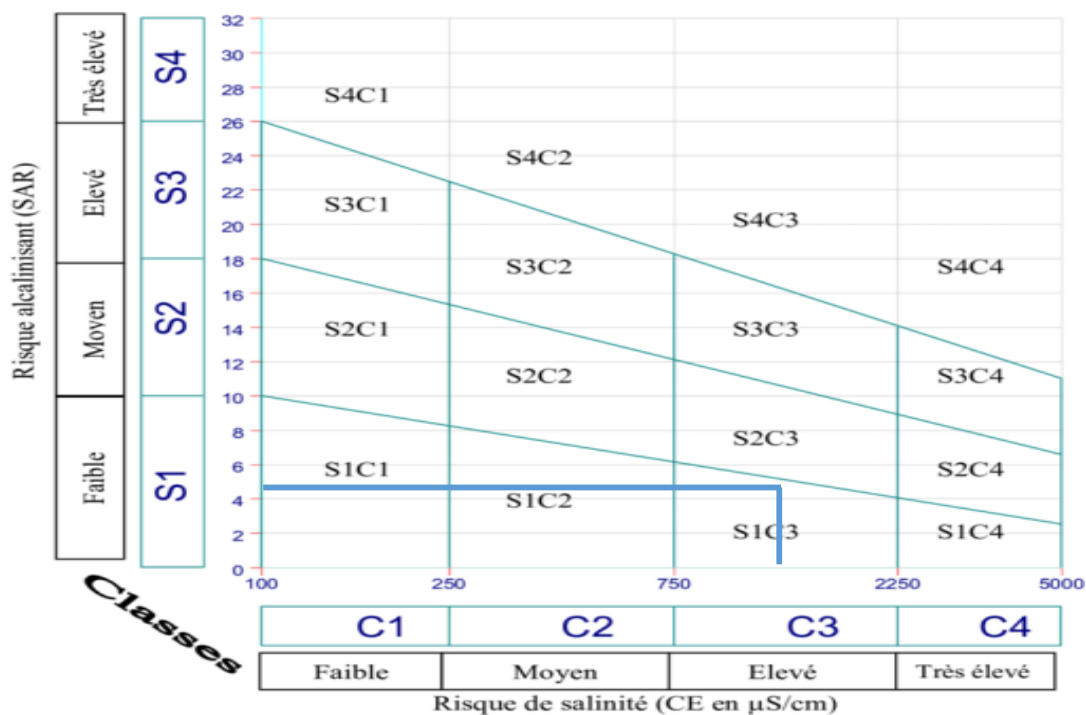
**Tableau II.6 :** classes de risque d'alcalinisation

Classe	SAR	Risque d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

(A.N) :

$$SAR = \frac{11.26}{\sqrt{\frac{7+5.24}{2}}} = 4.55$$

Pour évaluer la catégorie des eaux d'irrigation provenant du station d'épuration de Médéa, nous utilisons le diagramme de Riverside, développé par le personnel du Laboratoire de Salinité des États-Unis en 1954.



**Figure II.11 :** digramme de Riverside.

Selon le schéma de Riverside, cette eau est catégorisée en tant que S1-C3, ce qui signifie qu'elle présente un faible risque d'alcalinité et une salinité moyenne.

## II.4. Calcul de la pluie de projet

L'objectif de l'analyse des précipitations est de caractériser les averses de courte et longue durée susceptibles de provoquer des inondations dans la zone étudiée.

### II.4.1. Choix de la station

En tenant compte de la position de notre périmètre on a choisis la station de Medea.

**Tableau II.7 :** Caractéristiques géographiques de la station de Médéa.

Nom de la station	Code	Coordonnées	Altitude (m)
Medea	011509	X= 504.85 Y= 329.8	Z= 935

(Source : ANRH)

### II.4.2. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

**Tableau II.8 :** Précipitations moyennes mensuelles

Année	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	ANN
1980	21.4	20.4	32.3	234.5	10.7	82.8	53.9	92.9	35.5	3	0	18	605.4
1981	9.4	18.1	4.4	69.5	165.6	133.2	42.5	24.4	51.1	9.8	0	8.9	536.9
1982	31.4	50.1	225.6	134.6	0	42.9	35.2	29.1	9.2	0	18.6	1	577.7
1983	0	23.3	46.7	63.9	95.2	140.5	55.4	66.8	84.3	23.1	0	0.5	599.7
1984	0	143.4	60.5	66.9	55.3	74.6	140.3	18.6	97.4	0	0	0	657
1985	40.2	19.4	75.1	82.2	80.4	100.5	161.1	25.2	0	24.8	0	2.5	611.4
1986	39.4	48.8	75.7	141.1	118.9	198	20.9	13.2	11.7	17.5	0	0	685.2
1987	8	37.3	101.1	35.7	60.2	35	79.3	40.9	53.6	34.4	0	0	485.5
1988	31.3	25.9	32.4	196.2	10.9	36.7	55.3	115.2	14.7	17.5	1.2	21	567.3
1989	12.6	9.2	54.3	38.8	72	0	66.4	65.1	42	5.6	46.3	0	412.3
1990	12.1	27.7	65.1	148.2	78.6	124.3	73.7	38	19	12.7	5.9	5.4	610.7
1991	14.7	87.2	27.9	16.5	238.2	12.6	70.2	105.4	80.5	25.6	8.7	1.5	689
1992	7.1	47.8	82.2	75.7	21.8	54.9	24.7	82	44.6	0	2.7	1.6	445.1
1993	42.3	19.4	92.4	68	101.9	63.4	1.3	54.8	7.3	0	0	0	450.8
1994	66.5	119.7	43.5	49.5	240.6	33.8	111.6	13.3	8.5	16.8	0	9.7	713.5
1995	34	53.8	53.8	75.3	93.3	211.5	54.5	87.8	49.8	14.5	17.3	5.8	751.4
1996	28.4	40.4	8.3	71.8	60.4	18.4	7.7	89.4	22	0	0	25.2	372
1997	34.8	74	185.6	103	29.5	76.3	22.5	95.5	157.5	1.5	0	0	780.2
1998	46.2	37.5	84.5	59	114.7	132.7	84.3	7	18.7	4.2	0	1.9	590.7

1999	10.9	40.2	76.1	164.9	12.5	2.5	7.7	42.8	19.5	0	0	0	377.1
2000	21.1	57.7	119.4	42.8	227.3	46.3	1.5	80.8	27.4	0	1.5	0.5	626.3
2001	40.4	4.4	69	51.6	62.2	27.9	51.4	35.4	16.6	0.8	4.7	15.7	380.5
2002	10.3	26.4	99.2	139	195	218.8	9.8	110.7	30.1	2.6	2.3	14.9	859.1
2003	40.4	56.2	134.4	179.3	85.4	48.3	78.7	54.1	87.6	6.8	3.6	3.7	778.5
2004	24.4	31.4	101.2	149	34	83.2	36.1	16.1	3.7	0	0	0	479.1
2005	46.3	92.5	60.4	89.1	135.3	86.3	37.1	16.2	184.9	2.7	5.9	6	762.7
2006	42.3	6.7	16.9	141.7	19.7	79.6	311.6	135.1	23.1	1.2	27.9	11.6	817.4
2007	60.7	77.5	170.3	70.8	31	12.8	87.6	15.7	62.6	10.2	5.4	0	604.6
2008	60.9	51.5	111.1	122.1	175.6	21.8	90.7	120.1	34.6	1.2	8.2	7.4	835.2
2009	78.2	14.8	93.4	91.6	84	151.9	69.5	25.7	56.3	5.9	1.3	14.5	687.1
2010	20.2	85.9	119.2	71.9	59.4	150.2	72.8	98.7	131.1	16.2	2	5.4	833
2011	3.2	46.1	129.9	52.5	39.7	205.7	132.3	168.5	24.8	1.8	0	8	812.5
2012	4.3	52.2	110.4	14.6	104.7	118.2	76.6	70.1	109.2	5.6	0.8	15	681.7
2013	17	6.4	116.8	84.5	90	82.9	111.1	13.3	11.1	19.9	1.2	8	562.2
2014	12.4	36.8	83.1	205.6	160.2	262.2	54.7	2	35	31.6	4.1	15.2	902.9
2015	102.3	44.3	30.5	0	122.8	113.4	253.7	41.1	71.9	1.3	3	0	784.3
2016	15.9	12	75.6	175.1	346.9	29.4	30.4	23.7	15.2	18.4	1.4	28.7	772.7
2017	41.6	33.1	106.5	133.3	79.3	81	181.7	158.2	47	51.2	4.3	42.6	959.8
2018	0	110	115.7	148.6	142.6	38.1	51.1	58.1	19.78	3.1	4	1	692
2019	61.8	17.3	150	33.4	19.2	5.5	59.9	156.3	2	7.9	0.1	6.9	520.3
2020	4.5	42.9	40.9	117.9	74.8	25.5	44.7	39.3	31.3	20.1	4.3	1	457.2

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

**Tableau II.9** : Caractéristiques de la série pluviométrique.

moyenne	630.6 mm
Ecart type	127.41
cv	0.28
pmin	372 mm
pmax	959.8 mm

### II.4.4. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Avant de tirer parti des données hydrologiques, il est essentiel de garantir la cohérence de ces données, car il peut arriver que la station pluviométrique ait des lacunes dans les relevés, ce qui complique leur utilisation. C'est pourquoi il est nécessaire de réaliser un test de Mood pour vérifier la cohérence de la série de données pluviométriques.

#### II.4.4.1. Teste de Mood :( Paul Meylan, 2008)

Le test de Mood permet de savoir si la série de données pluviométrique est homogène ou non, cette méthode repose sur le procédé suivant :

Les étapes de ce test sont :

- ❖ **Classement par ordre croissante**
- ❖ **Calcule la médiane m**

$$\text{Série paire : } m = \frac{X(\frac{N}{2}) + X(\frac{N}{2} + 1)}{2} \dots\dots\dots \text{II.2}$$

$$\text{Série impaire : } m = X(\frac{N+1}{2}) \dots\dots\dots \text{II.3}$$

- ❖ **On donne :**

$$+ X_i > m$$

$$- X_i < m$$

- ❖ **Vérification :**

$$N_s > \frac{1}{2}(N + 1 - U \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{N + 1})$$

$$T_s < 3.3(\log_{10}(N))$$

**Avec :**

$N_s$  : la somme totale des (+) ou des (-)

$T_s$  : la somme au-dessus de range de médiane des (+) ou des (-)

**Tableau II.10** : Résultat du test de Mood

<b>Pmoy</b>	<b>Signe</b>	<b>Pmoy</b>	<b>Signe</b>
605.4	-	626.3	-
536.9	-	380.5	-
577.7	-	859.1	+
599.7	-	778.5	+
657	+	479.1	-
611.4	-	762.1	+
685.2	+	817.4	+
485.5	-	604.6	-
567.3	-	835.2	+
412.3	-	687.1	+
610.7	-	833	+
689	+	812.5	+
445.1	-	681.7	+
450.8	-	562.2	-
713.5	+	902.9	+
751.4	+	748.3	+
372	-	772.7	+
780.2	+	959.8	+
590.7	-	692	+
377.1	-	520.3	-
		457.2	-

$$N_s = 20 > \frac{1}{2} (41 + 1,96\sqrt{40}) = 14,80$$

$$T_s = 6 < 3,3(\log_{10}(41) + 1) = 8.62$$

**Conclusion :**

Notre série est homogène.

## II.5. Ajustement des pluies annuelles

Il existe plusieurs lois d'ajustements parmi lesquelles :

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

### \*Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

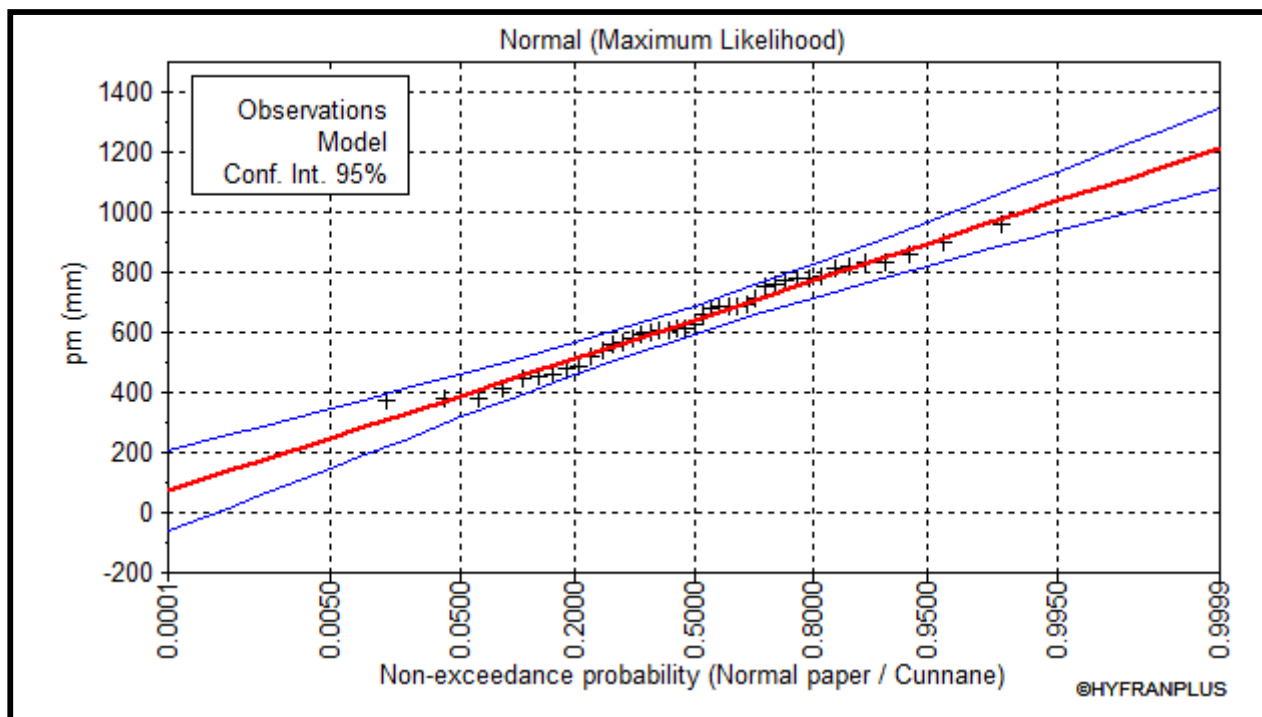
La méthode de Gauss consiste à :

- Collectez les précipitations annuelles.
- Calculez la moyenne et l'écart type de ces données.
- Identifiez la variable aléatoire d'intérêt.
- Choisissez une valeur seuil.
- Utilisez une formule de la loi normale pour calculer la probabilité.
- Interprétez les résultats en fonction de la probabilité estimée.

On utilise le logiciel HYFRAN pour effectuer les calculs

**Tableau II.11** Ajustement à la loi de gauss

<b>T</b>	<b>q</b>	<b>Xt</b>	<b>Intervalle de confiance</b>
2.0	0.5	642	595 - 689
1.25	0.2	513	458 – 568



**Figure II.12 :** Courbe d’ajustement des pluies à la loi GAUSS

**\*Ajustement des pluies annuelles à la loi log normale**

La méthode de Gibrat-Galton consiste à :

- Collectez les données.
- Calculez la moyenne et l’écart type des logarithmes des données.
- Identifiez la variable d’intérêt.
- Choisissez une valeur seuil.
- Utilisez la formule de la loi log-normale pour calculer la probabilité.
- Interprétez les résultats en fonction de la probabilité estimée.

On utilise le logiciel HYFRAN pour effectuer les calculs

**Tableau II.12** Ajustement à la loi log normale

<b>T</b>	<b>q</b>	<b>Xt</b>	<b>Intervalle de confiance</b>
2.0	0.5	623	575 – 671
1.25	0.2	504	458 – 549

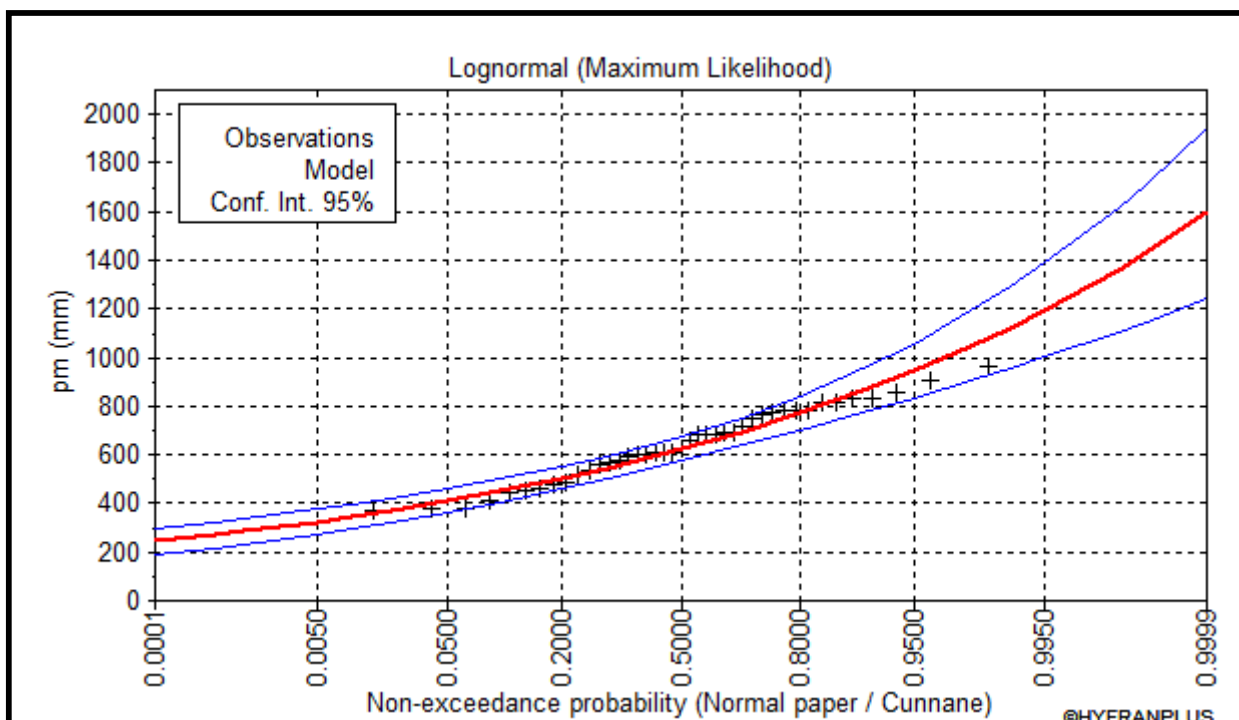


Figure II.13 : Courbe d’ajustement des pluies à la loi normale

II.5.1. Test de validité d’un ajustement

Après avoir effectué un ajustement de données à un modèle statistique, il est généralement recommandé de réaliser un test de validité pour évaluer à quel point le modèle correspond bien aux données observées. Dans notre cas, nous avons utilisé le test de Khi carré  $\chi^2$ . Ce test permet d’évaluer l’adéquation des données catégorielles à une distribution théorique.

Tableau II.13 : Test de validité.

Lois de Gauss	Lois log normale
$\chi^2_{calculé} = 0.98$	$\chi^2_{calculé} = 0.96$
Degrés de liberté = 5	
$\chi^2_{théorique} = 7.82$	



Le test du  $\chi^2$  indique que les deux lois sont en bonne adéquation, avec une valeur  $\chi^2$  calculée inférieure à la valeur  $\chi^2$  théorique (pour les deux lois) égale à 7.82. Cela signifie que l'ajustement est correct avec une probabilité de 95% ( $\alpha=0.05$ ), ce qui implique que la loi log-normale présente un meilleur ajustement pour les données des pluies annuelles de la station de Médéa.

### II.5.2. Détermination de l'année de calcul

Étant donné que la loi log-normale s'est avérée être la plus appropriée, nous l'adoptons pour estimer la pluviométrie mensuelle moyenne qui représente de manière précise la région.

Les pluies de fréquence 80% sont calculées à l'aide de la formule suivant :

$$P_{moy\ 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{moy \text{ de chaque mois}} * \frac{P_{théo\ 80\% \text{ annuelle}}}{P_{théo\ 50\% \text{ annuelle}}}$$

$$P_{moy\ 80\%} = \frac{513}{642} * P_{moy \text{ de chaque mois}} = 0.8 * P_{moy \text{ de chaque mois}}$$

Tableau II.13 présente les pluies mensuelles de probabilité 80%.

**Tableau II.14:** Les pluies mensuelles de probabilité 80%

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout
<b>P<sub>moy</sub></b> (mm/mois)	29.24	45.19	84.91	92.17	96.34	83.44	70.66	62.11	45.18	8.97	4.55	7.54
<b>P<sub>moy 80%</sub></b> (mm/mois)	23.39	36.15	67.93	73.74	77.07	66.75	56.53	49.69	36.14	7.18	3.64	6.03

## II.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons effectué une analyse approfondie des ressources en sol et en eau de notre périmètre d'étude. Nous avons d'abord examiné en détail les propriétés du sol, établissant ainsi une base solide pour comprendre sa nature. Ensuite, nous avons consacré notre attention à l'analyse de la qualité des eaux épurées provenant de la station d'épuration de Médéa, un élément crucial pour garantir un approvisionnement en eau adéquat et de haute qualité. De plus, nous avons exploré les précipitations de projet, une donnée essentielle pour anticiper la disponibilité future de l'eau. Ce chapitre sert de base essentielle pour la planification et la mise en œuvre de notre projet, en nous fournissant des informations clés sur les ressources en sol, en eau, et les paramètres météorologiques qui joueront un rôle vital dans notre projet d'irrigation.

## **Chapitre III :**

### **Besoins en eau des cultures**

---

## Chapitre III : Besoins en eau des cultures

### III.1. Introduction

Dans le domaine de l'agriculture, comprendre les besoins en eau des cultures est essentiel pour une gestion efficace des ressources hydriques. Les besoins en eau des cultures se réfèrent à la quantité d'eau nécessaire pour assurer leur croissance optimale. Dans ce chapitre, nous nous pencherons sur cette notion cruciale.

L'objectif principal de ce chapitre est d'estimer les besoins en eau des cultures et de quantifier les volumes d'eau requis pour l'irrigation de notre périmètre. Cette évaluation précise est une étape clé pour garantir des pratiques agricoles durables et une utilisation efficace de l'eau, tout en contribuant à la sécurité alimentaire

### III.2. Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau du périmètre se réfèrent à la quantité totale d'eau nécessaire pour l'irrigation d'une zone agricole donnée, qu'il s'agisse d'un champ, d'une exploitation agricole ou d'une région spécifique.

Ces besoins en eau englobent l'ensemble des cultures présentes dans cette zone et tiennent compte de divers facteurs tels que les besoins en eau spécifiques de chaque culture, les conditions climatiques locales, la qualité du sol.

#### III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation

Le calcul des besoins en d'irrigation à apporter pour la culture est réalisé en effectuant le bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RU). \dots\dots\dots III.1$$

Avec :

- ETM : est l'évapotranspiration maximale ou besoins des cultures en mm
- Kc : le coefficient culturel de la culture considérée.
- P<sub>eff</sub> : est la pluie efficace.
- RU : La réserve utile.

### III.2.2. L'évapotranspiration référence (ET0)

L'évapotranspiration de référence (ET0) est une mesure standardisée de la quantité d'eau qui serait évaporée d'une surface de référence, généralement un gazon bien irrigué, sous des conditions climatiques spécifiques. Elle représente l'évaporation potentielle du sol et la transpiration des plantes dans un environnement sans stress hydrique, permettant ainsi d'estimer les besoins en eau des cultures dans des conditions climatiques données.

### III.2.3. Calcul de l'évapotranspiration de référence

Il existe plusieurs méthodes pour calculer l'évapotranspiration de référence (ET0), voici une liste de quelques autres méthodes couramment utilisées pour calculer l'ET0 :

- Méthode de Penman-Monteith.
- Méthode de Thornthwaite.
- Méthode de Hargreaves-Samani.
- Méthode de Blaney-Criddle.
- Méthode de Radiation.
- Méthode de Turc.

Chacune de ces méthodes a ses avantages et ses limitations, et le choix dépend souvent de la disponibilité des données et de la précision requise pour une application spécifique. La méthode de Penman-Monteith est généralement recommandée lorsque des données météorologiques complètes sont disponibles, car elle est considérée comme la plus précise.

#### Formule Modifiée de Penman\_Monteith

La formule modifiée de Penman-Monteith est une méthode couramment utilisée pour estimer l'évapotranspiration de référence (ET0) dans le domaine de l'agriculture et de la gestion de l'eau. Cette formule est une amélioration de l'équation originale de Penman-Monteith, qui tient compte de plusieurs paramètres météorologiques et de surface pour calculer de manière plus précise l'évapotranspiration potentielle. La formule modifiée de Penman-Monteith est la suivante :

$$ET0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots III.2$$

Où :

- $ET_0$  : Évapotranspiration de référence (en mm par jour).
- $\Delta$  : Pente de la courbe de saturation de la vapeur d'eau (en kPa/°C).
- $R_n$  : Rayonnement net en sortie de la culture (en MJ/m<sup>2</sup>/jour).
- $G$  : Flux de chaleur du sol (en MJ/m<sup>2</sup>/jour).
- $\gamma$  : Psychrométrie (en kPa/°C).
- $U_2$  : Vitesse du vent à 2 m au-dessus du sol (en m/s).
- $e_s$  : Pression de vapeur saturante de l'air (en kPa).
- $e_a$  : Pression de vapeur actuelle de l'air (en kPa).

Cette formule prend en compte divers facteurs, notamment le rayonnement net, la vitesse du vent, la température, et l'humidité de l'air pour estimer de manière plus précise l'évapotranspiration de référence, ce qui en fait un outil précieux pour la gestion de l'irrigation en agriculture.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ) sont récapitulés dans le tableau III.1 :

**Tableau III.1** : Evapotranspiration de référence  $ET_0$

Month	Temp Min	Temp Max	Humidity	Wind	Sun	Rad	$ET_0$
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/mois
January	3.4	13.2	78	2.9	6.5	10.2	43.35
February	3.4	14.6	74	2.1	7.0	13.0	49.78
March	5.1	18.0	70	2.9	7.5	16.5	87.02
April	7.0	20.2	68	2.7	7.5	19.2	104.40
May	10.8	25.9	64	2.9	8.0	21.4	144.70
June	15.4	32.0	54	2.5	11.0	26.3	190.51
July	17.9	36.1	46	2.9	10.0	24.5	227.17
August	18.8	36.4	50	2.5	9.5	22.4	205.75
September	15.3	30.0	62	2.6	8.0	18.0	142.20
October	11.4	24.8	69	2.1	7.0	13.8	93.49
November	7.0	18.8	78	2.2	7.0	11.1	54.58
December	4.3	14.1	74	2.8	6.0	9.0	46.02
<b>Average</b>	<b>10.0</b>	<b>23.7</b>	<b>66</b>	<b>2.6</b>	<b>7.9</b>	<b>17.1</b>	<b>1388.99</b>

### III.2.4 L'évapotranspiration maximale (ETM)

L'évapotranspiration maximale (ETM) est une estimation théorique de la quantité maximale d'eau que les cultures pourraient évapotranspirer.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est calculée comme suit :

$$ETM = Kc * ET0 \dots\dots\dots III.3$$

Avec :

- ETM : L'évapotranspiration maximale
- Kc : le coefficient culturel de la culture considérée

### III.3. Calcul de la pluie efficace

Il s'agit de la portion des précipitations totales effectivement absorbée par la culture, et ce taux varie en fonction de la zone géographique, du type de précipitations et de la nature du sol. Dans notre analyse, nous avons employé la méthode du pourcentage fixe pour estimer les précipitations, laquelle est exposée en détail ci-dessous :

$$P_{eff} = A \times P_{moy} \dots\dots\dots III.4$$

Avec :

- A : coefficient de pertes généralement égal à 0.8.

Le résultat de calcul par cette méthode est donné dans le tableau III.2

**Tableau III.2.** Les pluies efficaces.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>Pmoy 80%(mm /mois)</b>	23.39	36.15	67.93	73.74	77.07	66.75	56.53	49.69	36.14	7.18	3.64	6.03
<b>Peff (mm/mois)</b>	18.71	28.92	54.34	58.99	61.66	53.4	45.22	39.75	28.91	5.74	2.91	4.82

### III.4. Calcul de la réserve en eau du sol

La réserve facilement utilisable (RFU) est définie comme la quantité d'eau présente dans la couche de sol explorée par les racines, située entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. Il est important de noter que plus l'humidité du sol se rapproche du point de flétrissement, plus les plantes rencontrent des difficultés pour extraire l'eau.

Les formules suivantes sont utilisées pour calculer la (Rs) et (RFU) :

$$Rs = K \text{ RFU} \quad (\text{i-1}) \quad \dots\dots\dots\text{III.5}$$

$$\text{RFU} = Y (\text{Hcc} - \text{Hpf}) \text{ Da Z} \quad \dots\dots\dots\text{III.6}$$

Avec :

- Y : Degré de tarissement (2/3).
- Da : Densité apparente (1.38).
- Z : Profondeur d'enracinement mm.
- Hcc : Humidité à la capacité au champ (27%).
- Hpf : Humidité au point de flétrissement (14%),
- K est coefficient =1, ou 1/2, 1/3 ou 0 dans le cas de réserve en eau nulle.

### III.5. Choix des cultures

Le choix des cultures est déterminé en fonction de critères agronomiques, climatiques, et des préférences des agriculteurs. Suite à une enquête menée dans notre zone, en collaboration avec des agriculteurs actifs, les cultures suivantes ont été identifiées comme les plus couramment cultivées.

#### III.5.1. Occupation des sols

Avant d'estimer les besoins en eau des cultures du périmètre, il est essentiel de déterminer initialement comment les terres sont utilisées et comment les cultures sont réparties dans la région, en prenant en considération diverses contraintes liées au climat, à la société, et à la nature des sols agricoles. Les schémas d'utilisation des terres retenus pour ce projet sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau III.3.** Système de cultures proposées

Céréaliculture	Cultures arboricoles
Blé	Figuier
Blé tendre	Olivier
Orge grain	Agrumes
Orge en vert	Pommier
	Cerisier
	Pêcher
	Amandier
	Raisin

### III.5.2 Assolements des cultures

L'assolement des cultures est une pratique agricole qui consiste à planifier et à organiser la rotation des cultures sur une parcelle de terre ou dans une région donnée sur une période de plusieurs années. L'objectif de l'assolement est d'optimiser l'utilisation des ressources naturelles, de prévenir les maladies des plantes, de maintenir la fertilité du sol et d'améliorer la productivité agricole.

**Tableau III.4.** Assolement du périmètre.

Assolement 1	Assolement 2
Blé	Orge en vert
Orge grain	Blé tendre
Arboriculture	Arboriculture
Figuier	Figuier
Olivier	Olivier
Agrumes	Agrumes
Pommier	Pommier
Cerisier	Cerisier
Pêcher	Pêcher
Amandier	Amandier
Raisin	Raisin



**III.6. Estimation des besoins en eau des cultures choisies****III.6.1 Estimation des besoins en eau des céréales****Tableau III.5** : Calcul des besoins en eau pour le Blé.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2						
Oct	36.15	28.92	93.49	0.1	11.96	0	0.3	28.05	0
Nov	67.93	54.34	54.58	0.3	35.88	3.99	0.4	21.83	0
Déc	73.74	58.99	46.02	0.5	59.8	11.96	0.6	27.61	0
Jan	77.07	61.66	43.35	0.6	71.76	29.9	0.8	34.68	0
Fev	66.75	53.4	49.78	0.6	71.76	35.88	0.9	44.8	0
Mars	56.53	45.22	87.02	0.6	71.76	35.88	1	87.02	41.8
Avr	49.69	39.75	104.4	0.6	71.76	35.88	0.9	93.96	54.21
Mai	36.14	28.91	144.7	0.6	71.76	0	0.65	94.06	65.15
Juin	7.18	5.74	190.51	0.6	71.76	0	0.35	66.68	60.94
Juil	3.64	2.91	227.17						
Aout	6.03	4.82	205.75						

**Tableau III.6** : Calcul des besoins en eau pour le blé tendre.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2						
Oct	36.15	28.92	93.49	0.1	11.96	0	0.3	28.05	0
Nov	67.93	54.34	54.58	0.25	29.9	0	0.4	21.83	0
Déc	73.74	58.99	46.02	0.35	41.86	9.97	0.65	29.91	0
Jan	77.07	61.66	43.35	0.5	59.8	20.93	0.8	34.68	0
Fev	66.75	53.4	49.78	0.6	71.76	29.9	0.95	47.29	0
Mars	56.53	45.22	87.02	0.6	71.76	35.88	1	87.02	41.8
Avr	49.69	39.75	104.4	0.6	71.76	35.88	0.85	88.74	48.99
Mai	36.14	28.91	144.7	0.6	71.76	0	0.7	101.29	72.38
Juin	7.18	5.74	190.51	0.6	71.76	0	0.3	57.15	51.41
Juil	3.64	2.91	227.17						
Aout	6.03	4.82	205.75						

**Tableau III.7** : Calcul des besoins en eau pour l'orge en grain

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2						
Oct	36.15	28.92	93.49						
Nov	67.93	54.34	54.58	0.3	35.88	0	0.35	19.1	0
Déc	73.74	58.99	46.02	0.5	59.8	11.96	0.6	27.62	0
Jan	77.07	61.66	43.35	0.6	71.76	29.9	0.75	32.51	0
Fev	66.75	53.4	49.78	0.6	71.76	35.88	0.9	43.00	0
Mars	56.53	45.22	87.02	0.6	71.76	35.88	0.9	78.32	0
Avr	49.69	39.75	104.4	0.6	71.76	35.88	0.75	78.3	38.55
Mai	36.14	28.91	144.7	0.6	71.76	0	0.6	86.82	57.91
Juin	7.18	5.74	190.51	0.6	71.76	0	0.4	76.2	70.46
Juil	3.64	2.91	227.17						
Aout	6.03	4.82	205.75						

**Tableau III.8** : Calcul des besoins en eau pour l'orge vert.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2						
Oct	36.15	28.92	93.49						
Nov	67.93	54.34	54.58	0.2	23.92	0	0.3	16.37	0
Déc	73.74	58.99	46.02	0.4	47.84	11.96	0.45	20.71	0
Jan	77.07	61.66	43.35	0.6	71.76	23.92	0.65	28.18	0
Fev	66.75	53.4	49.78	0.6	71.76	35.88	0.85	42.13	0
Mars	56.53	45.22	87.02	0.6	71.76	23.92	0.95	82.67	37.45
Avr	49.69	39.75	104.4	0.6	71.76	23.92	0.7	73.08	33.33
Mai	36.14	28.91	144.7	0.6	71.76	0	0.5	72.35	43.44
Juin	7.18	5.74	190.51						
Juil	3.64	2.91	227.17						
Aout	6.03	4.82	205.75						

## III.6.2. Estimation des besoins en eau des arboricultures

Tableau III.9 : Calcul des besoins en eau pour la Figuiers.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.4	56.88	38.17
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.4	37.4	8.42
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	59.8	0.2	10.91	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	59.8	0.2	9.2	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	59.8	0.2	8.67	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	59.8	0.2	9.97	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	59.8	0.15	13.05	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	0	0.45	46.98	7.23
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0.6	86.82	57.91
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.7	133.36	127.62
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.7	159.02	156.11
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.45	92.59	87.77

Tableau III.10 : Calcul des besoins en eau pour les Agrumes.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.75	106.65	87.94
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.75	70.12	41.2
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	89.7	0.75	41.14	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	89.7	0.65	29.91	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	89.7	0.65	28.18	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	89.7	0.65	32.36	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	89.7	0.65	56.56	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	89.7	0.65	67.86	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	89.7	0.65	94.06	0
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.65	123.83	118.09
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.7	159.02	156.11
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.75	154.31	149.49

**Tableau III.11** : Calcul des besoins en eau pour l'olivier.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.75	106.65	87.94
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.75	70.12	41.2
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	59.8	0.75	41.14	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	59.8	0.65	29.91	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	59.8	0.65	28.18	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	59.8	0.65	32.36	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	59.8	0.65	56.56	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	59.8	0.65	67.86	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0.75	108.52	79.61
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.85	161.93	156.19
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.85	193.09	190.18
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.85	174.85	170.03

**Tableau III.12** : Calcul des besoins en eau pour Pommier.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0,6	85.32	66.61
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0,55	51.42	22.5
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	89.7	0,45	24.56	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	89.7	0,4	18.41	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	89.7	0,35	15.17	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	89.7	0,35	17.42	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	89.7	0,5	43.51	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	89.7	0,65	67.86	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0,7	101.79	72.88
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0,85	161.93	156.19
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0,7	159.02	156.11
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0,7	144.03	139.21

**Tableau III.13** : Calcul des besoins en eau pour Cerisier.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.6	85.32	66.61
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.6	56.09	27.17
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	0	0.6	32.75	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	89.7	0.7	32.21	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	89.7	0.7	30.35	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	89.7	0.7	34.85	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	89.7	0.7	60.91	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	89.7	0.65	67.86	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0.65	94.06	65.15
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.6	114.31	108.57
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.6	136.3	133.39
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.65	133.74	128.92

**Tableau III.14** : Calcul des besoins en eau pour Pêcher.

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.6	85.32	66.61
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.6	56.09	27.17
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	89.7	0.6	32.75	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	89.7	0.8	36.82	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	89.7	0.8	34.68	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	89.7	0.8	39.82	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	89.7	0.8	69.62	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	89.7	0.7	83.52	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0.65	94.06	65.15
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.6	114.31	108.57
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.55	124.94	122.03
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.5	102.88	98.06

**Tableau III.15** : Calcul des besoins en eau pour l'amandier

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.5	179.4	0	0.5	71.1	52.39
Oct	36.15	28.92	93.49	1.5	179.4	0	0.45	42.07	13.15
Nov	67.93	54.34	54.58	1.5	179.4	0	0.4	21.83	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.5	179.4	89.7	0.2	9.2	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.5	179.4	89.7	0.2	8.67	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.5	179.4	89.7	0.4	19.91	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.5	179.4	89.7	0.45	39.16	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.5	179.4	89.7	0.65	67.86	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.5	179.4	0	0.65	94.06	65.15
Juin	7.18	5.74	190.51	1.5	179.4	0	0.6	114.31	108.57
Juil	3.64	2.91	227.17	1.5	179.4	0	0.6	136.3	133.39
Aout	6.03	4.82	205.75	1.5	179.4	0	0.5	102.88	98.06

**Tableau III.16** : Calcul des besoins en eau pour du raisin

Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ET0 (mm/mois)	Z(m)	RFU (mm)	RS (mm)	Kc	ETM (mm)	Bnet (mm)
Sep	23.39	18.71	142.2	1.0	119.6	0	0.3	42.66	23.95
Oct	36.15	28.92	93.49	1.0	119.6	0	0.3	28.05	0
Nov	67.93	54.34	54.58	1.0	119.6	39.87	0.2	10.92	0
Déc	73.74	58.99	46.02	1.0	119.6	39.87	0.2	9.2	0
Jan	77.07	61.66	43.35	1.0	119.6	39.87	0.2	8.67	0
Fev	66.75	53.4	49.78	1.0	119.6	39.87	0.3	14.93	0
Mars	56.53	45.22	87.02	1.0	119.6	39.87	0.4	34.81	0
Avr	49.69	39.75	104.4	1.0	119.6	39.87	0.45	46.98	0
Mai	36.14	28.91	144.7	1.0	119.6	0	0.6	86.82	57.91
Juin	7.18	5.74	190.51	1.0	119.6	0	0.7	133.36	127.62
Juil	3.64	2.91	227.17	1.0	119.6	0	0.7	159.02	156.11
Aout	6.03	4.82	205.75	1.0	119.6	0	0.55	113.16	108.34

## III.8. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2

Tableau III.17: Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1

Mois	Blé	Orge	Figuier	Agrume	Olivier	Pommier	Cerisier	Pêcher	Amandier	Raisin	Totale
<b>Sept</b>			38.17	87.94	87.94	66.61	66.61	66.61	52.39	23.95	477.86
<b>Oct</b>	0		8.42	41.2	41.2	22.5	27.17	27.17	13.15	0	161.28
<b>Nov</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Déc</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Jan</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Fév</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mar</b>	41.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.8
<b>Avr</b>	54.21	38.55	7.23	0	0	0	0	0	0	0	99.99
<b>Mai</b>	65.15	57.91	57.91	0	79.61	72.88	65.15	65.15	65.15	57.91	586.82
<b>Jui</b>	60.94	70.46	127.62	118.09	156.19	156.19	108.57	108.57	108.57	127.62	1142.8
<b>Juill</b>			156.11	156.11	190.18	156.11	133.39	122.03	133.39	156.11	1202.7
<b>Août</b>			87.11	149.49	170.03	139..21	128.92	98.06	98.06	108.34	979.22

Tableau III.18: Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2.

Mois	Blé tendre	Orge en vert	Figuier	Agrume	Olivier	Pommier	Cerisier	Pêcher	Amandier	Raisin	Totale
Sept			38.17	87.94	87.94	66.61	66.61	66.61	52.39	23.95	477.86
Oct	0		8.42	41.2	41.2	22.5	27.17	27.17	13.15	0	161.28
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fév	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar	41.8	37.45	0	0	0	0	0	0	0	0	41.8
Avr	48.99	33.33	7.23	0	0	0	0	0	0	0	99.99
Mai	72.38	57.91	57.91	0	79.61	72.88	65.15	65.15	65.15	57.91	586.82
Jui	51.41	43.44	127.62	118.09	156.19	156.19	108.57	108.57	108.57	127.62	1142.8
Juill			156.11	156.11	190.18	156.11	133.39	122.03	133.39	156.11	1202.7
Août			87.11	149.49	170.03	139..21	128.92	98.06	98.06	108.34	979.22

### III.8.1 Calcul du débit spécifique

Le débit spécifique se calcul par la formule suivante :

$$Qs = (Bnet) / (Nj * Ni * 3600 * Ei) \dots\dots\dots III.7$$

Avec :

- Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;
- Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;
- Ei : Efficience d'irrigation que nous avons estimée à 75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant.

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de juil :

$$Bnet = \text{mm/mois.}$$

$$qs = 4.86 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

Si le débit spécifique obtenu dépasse 1.5, cela indique un risque de dimensionnement excessif des conduites d'écoulement, qu'elles soient en refoulement ou gravitaires.

Pour résoudre cette situation, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

1. Calculer la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures.
2. Prendre en compte la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus gourmandes en eau.



3. Sélectionner le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Dans notre cas, nous optons pour le débit spécifique de la culture la plus exigeante, qui est celle des Olivier au mois de juil, avec une Bnet de 190.13 mm. Ainsi, le débit spécifique corrigé est de **Qs = 0.98 l/s/ha**.

**Bnet = 190.18 mm**, donc le débit spécifique corrigé est de **Qs = 0.98 l/s/ha**

### III.8.2 Evaluation du débit caractéristique

Le calcul du débit caractéristique permet de définir

$$Q_{car} = q_s * S \dots\dots\dots III.8$$

Avec :

- **qs** : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)
- **S** : la superficie nette à irriguer = 145.5 ha.

$$Q_{car} = 0.98 \times 145.5 = 142.59 \text{ l/s.} = 0.143 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Donc : **Qcar = 0.143 m<sup>3</sup> /s**.

### III.8.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

$$V_t = V_c \times S \dots\dots\dots III.9$$

Avec :

- **Vt** : Le volume des besoins en eau.
- **Vc** : Besoins bruts de la culture (m<sup>3</sup>).
- **S** : Surface.

Le volume des besoins en eau pour l'assolement 2 de notre périmètre est présenté dans le Tableau III-23.

**Tableau III.19** : volume d'eau d'irrigation.

Type de culture	Surface (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins bruts (m3 /ha)	Besoins totaux (m3 )
Blé	6.07	222,1	2961.33	17975.27
Orge grain	6.74	166,92	2225.6	15000.54
Figuier	16.56	482,57	6893.86	114162.32
Olivier	21.77	725,15	10395.29	226305.46
Agrumes	11.2	552,83	7897.57	88452.78
Cerisier	25.96	498,95	6999.29	179811.76
Pommier	26.78	613,5	8764.29	234707.69
Pêcher	12.24	518.45	7406.43	90654.7
Amandier	15.77	470.71	6724.43	106044.26
Raisin	2.49	473.93	6770.43	16585.37
			<b>Total</b>	<b>1089973.15</b>

### III.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré de manière détaillée le besoin en eau des cultures, en commençant par l'occupation des sols pour identifier les zones dédiées à l'agriculture. Ensuite, nous avons examiné spécifiquement les associations de cultures (assolement 1 et 2) dans le périmètre étudié. En utilisant des méthodes appropriées, nous avons calculé les besoins en eau de chaque culture, en prenant en compte divers facteurs tels que la météo et les caractéristiques du sol.

Le résultat de nos calculs a révélé un besoin total en eau de **1089973.15** m<sup>3</sup>, soulignant ainsi l'importance cruciale de l'approvisionnement en eau pour soutenir l'agriculture dans cette région. Cette information est essentielle car il permet le bon dimensionnement du réseau d'irrigation.

## **Chapitre IV :**

### **Etude du système d'adduction-distribution**

## **Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution**

### **IV.1 Introduction**

Le système d'adduction joue un rôle essentiel en transportant l'eau depuis sa source jusqu'à un point de stockage, permettant ensuite sa distribution gravitairement dans le réseau d'irrigation. Le tracé et la conception des conduites du système d'adduction sont d'une importance capitale, car ils influencent directement le fonctionnement de l'ensemble des systèmes d'irrigation.

Le but de ce chapitre est de fournir une vue d'ensemble du réseau d'adduction et de distribution, en mettant en avant le dimensionnement des réseaux en prenant en considération les débits nécessaires et les zones à approvisionner.

### **IV.2 Alimentation en eau du périmètre**

Le périmètre de site Oued Lahreche, couvrant une superficie de 145.5 hectares, se trouve en aval de la station d'épuration de Médéa. L'irrigation de cette zone sera assurée grâce à la capacité de la station d'épuration de Médéa, qui peut traiter jusqu'à 39 000 mètres cubes par jour.

### **IV.3 Organisation et structure du périmètre**

L'organisation d'un périmètre est essentielle pour une meilleure gestion du réseau d'adduction et de distribution de l'irrigation au sein des parcelles. Le périmètre de site Oued Lahreche, situé en aval de la station d'épuration de Médéa, est subdivisé en 26 îlots dont les superficies s'étendent de 2 hectares à plus de 15 hectares, ce qui donne une superficie totale de 145.5 hectares.

#### **IV.3.1. Le plan d'implantation des bornes du réseau**

Les conditions pour accéder à une prise d'irrigation par les irrigants sont déterminées sur le plan d'implantation des bornes du réseau. Ce plan résulte d'un compromis entre les intérêts des utilisateurs qui souhaitent avoir une borne idéalement située par rapport à leur parcelle, et les préoccupations du concepteur qui vise à limiter le nombre de bornes pour réduire les coûts du réseau collectif.

Dans le but de desservir plusieurs îlots (généralement jusqu'à 4 ou 6 au maximum) à partir d'une même borne, il est préférable d'implanter la borne à la limite des petites exploitations. Toutefois, pour les grandes exploitations, la borne sera idéalement située au centre de la zone à desservir et ne comportera alors qu'une seule prise.

### IV.3.2. Calcul hydraulique des bornes

La caractéristique hydraulique des bornes est influencée par la quantité d'eau qu'elles doivent fournir aux parcelles. Le débit de chaque borne, qui peut desservir un ensemble de parcelles, est exprimé de la manière suivante :

$$Q_b = q_s \times S \dots\dots\dots IV.1$$

Avec :

- $Q_b$  : Débit de l'îlot (l/s).
- $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha).
- $S$  : Surface de l'îlot (ha).

### IV.3.3. Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau IV.1** : Choix du diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 11.11$ l/s	D= 65 mm
$11.11$ l/s $< Q < 12.12$ l/s	D= 100 mm
$22.22$ l/s $< Q < 33.33$ l/s	D= 150 mm

### IV.3.4. Choix de type de borne :

Le choix du type de borne dépend de la superficie de l'îlot, et voici les règles généralement acceptées :

- Pour les îlots contenant entre 4 et 8 parcelles, avec une superficie inférieure à 15 hectares, on opte pour une borne à quatre prises (appelée Borne de type A4).
- Pour les îlots contenant seulement deux parcelles et ayant une superficie inférieure à 15 hectares, on utilise une borne à deux prises (Borne de type A2).
- Si les îlots ont deux parcelles et dépassent 15 hectares en superficie, on choisit une borne à deux prises de type B.
- Pour les grands îlots, des bornes de type C sont prévues.

Le tableau IV-2 détaille le calcul des débits pour les prises et les bornes.

**Tableau IV.2** : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes.

Ilot	PARCELLE	SURFACE (ha)	S total (ha)	$Q_b$ (l/s)	D(mm)	Matériau	Type de borne
I1	P1	3.19	6.01	5.89	65	Fonte	A2
	P2	2.8					
I2	P3	3.09	3.09	3.03	65	Fonte	A2
I3	P4	4.83	12.67	12.42	100	Fonte	A4
	P5	2.66					
	P6	3.39					
	P7	1.79					
I4	P8	4.18	6.94	6.8	65	Fonte	A2
	P9	2.76					
I5	P10	4.26	4.26	4.17	65	Fonte	A2
I6	P11	7.85	16.56	16.23	100	Fonte	B
	P12	8.71					
I7	P13	1.69	1.69	1.66	65	Fonte	A2
I8	P14	2.72	8.52	8.35	65	Fonte	A4
	P15	0.77					
	P16	2.78					
	P17	2.25					
I9	P18	3.7	9.43	9.24	65	Fonte	A2
	P19	5.64					
I10	P20	1.52	1.52	1.49	65	Fonte	A2
I11	P21	2.47	4.8	4.7	65	Fonte	A2
	P22	2.33					
I12	P23	1.05	1.05	1.03	65	Fonte	A2
I13	P24	1.08	1.08	1.06	65	Fonte	A2

I14	P25	1.8	1.8	1.76	65	Fonte	A2
I15	P26	1.05	2.14	2.01	65	Fonte	A2
	P27	1.09					
I16	P28	2.71	10.75	10.53	65	Fonte	A4
	P29	1.82					
	P30	2.5					
	P31	3.72					
I17	P32	9.32	16.03	15.71	100	Fonte	B
	P33	6.7					
I18	P34	4.23	4.23	4.15	65	Fonte	A2
I19	P35	4.31	4.31	4.22	65	Fonte	A2
I20	P36	2.45	7.23	7.09	65	Fonte	A2
	P37	4.78					
I21	P38	2.49	2.49	2.44	65	Fonte	A2
I22	P39	8.55	8.55	8.38	65	Fonte	A2
I23	P40	3.69	3.69	3.62	65	Fonte	A2
I24	P41	2.13	2.13	2.09	65	Fonte	A2
I25	P42	1.96	1.96	1.92	65	Fonte	A2
I26	P43	2.65	2.65	2.6	65	Fonte	A2

#### IV.4. Etude du système de pompage

Pour garantir un approvisionnement en eau du périmètre de site Oued Lahreche destiné à alimenter un réservoir principal projeté à l'altitude de 665 mNGA, l'utilisation d'un système de pompage est incontournable. Il est recommandé d'installer un système de pompage depuis la station d'épuration de Médéa vers un réservoir de stockage.

#### IV.4.1. Informations générales sur les pompes

Une pompe d'eau un dispositif mécanique conçu spécifiquement pour le pompage de l'eau. Elle est utilisée pour transférer l'eau d'un endroit à un autre, que ce soit pour l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation des cultures, le drainage des zones inondées, ou d'autres applications liées à l'eau. Les pompes d'eau peuvent varier en taille, en complexité et en méthode de fonctionnement, mais leur objectif principal est de déplacer l'eau d'une source à un point d'utilisation ou d'évacuation.

Il existe deux principales catégories de pompes : les pompes volumétriques, qui sont utilisées pour le pompage des eaux usées, et les turbopompes.

##### IV.4.1.1 - Les turbopompes

Les turbopompes se divisent en trois catégories : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; et les pompes semi-axiales.

###### 1. Pompes à écoulement radial :

Ces pompes correspondent aux pompes centrifuges traditionnelles et sont adaptées pour élever de faibles débits sur de grandes hauteurs. La hauteur de refoulement augmente en fonction du diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement se fait de manière radiale, et les aubages sont constitués de surfaces planes.

###### 2. Pompes axiales :

Il s'agit de pompes à hélices avec des pales en forme de surfaces gauches. Elles conviennent pour le relevage de débits importants sur de faibles hauteurs.

###### 3. Pompes semi-axiales :

Pour élever des débits importants sur de faibles hauteurs, il est essentiel de maintenir des vitesses d'entrée faibles. Étant donné que la hauteur de refoulement est réduite, le diamètre de sortie est relativement petit, d'où la construction de pompes hélico-centrifuges avec des dimensions considérables. Les diamètres d'entrée et de sortie sont comparables dans ce cas.

#### V.4.2. Hauteur manométrique totale

$$HMT = H_g + \Delta h_t \dots\dots\dots IV.2$$

Avec :

- HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m)
- $H_g$  : Hauteur géométrique en (m).



- $H_g = CR - CSP = 665 - 600 = 65 \text{ m}$ .
- $\Delta H_t$ : pertes de charge totales.

Donc la hauteur géométrique entre le réservoir et la station de pompage sera : 50 m

Longueur de refoulement :  $L_{ref} = 497 \text{ m}$

Nous avons le débit total de tout le périmètre, qui est de  $l/s \ Q = 142.59 \text{ l/s} = 0.143 \text{ m}^3/\text{s}$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de Bonin :

$$D = \sqrt[3]{Q} = \sqrt[3]{0.143} = 0.378 \text{ m}.$$

#### IV.4.3. Calcul des pertes de charge totale

$$\Delta HL = (3.952/C)^{1.852} (L/D^{4.87})^{1.852} \dots\dots\dots IV.3$$

Avec :

- J : Perte de charge en m.
- C : Coefficient de Hazen-Williams, pour la fonte  $C = 130-140$ .
- L : longueur de la conduite en m,  $L = 497 \text{ m}$
- D : diamètre en m.
- Q : le débit en  $\text{m}^3/\text{s}$

Les pertes de charge totales :  $\Delta H_t = 1.1 \Delta HL$ .

On calcule les pertes de charges pour les diamètres suivants :

**Tableau IV.3** : calcul de la HMT

D (mm)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	$\Delta HL$	$\Delta H_t$	HMT (m)
300	497	0.143	2.02	5.91	6.5	71.5
400	497	0.143	1.14	1.45	1.6	66.6
500	497	0.143	0.73	0.49	0.71	65.71
600	497	0.143	0.51	0.2	0.29	65.29

Le choix du diamètre de la conduite de refoulement se fait sur la base d'une analyse technico-économique entre :  $S = \text{coût d'investissement} + \text{coût de l'exploitation}$ .

#### IV.4.4. Calcul des frais d'exploitation

$$F_{exp} = E * e \dots\dots\dots IV.4$$

Avec :

- $F_{exp}$  : Frais d'exploitation (DA).
- E : Énergie totale dépensée par la pompe (KWh).
- e : Prix unitaire d'un KW imposé par la Sonalgaz (e = 4,67DA).

#### IV.4.5. Puissance de la pompe

La puissance absorbée par la pompe définie par la formule suivante :

$$P = (Q * g * HMT) \dots\dots\dots IV.5$$

Avec :

- P : La puissance absorbée par la pompe (KW).
- Q : débit refoulé par la pompe en (m<sup>3</sup> /s).
- g : pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>).
- HMT : Hauteur manométrique totale (m).
- $\eta$  : rendement de la pompe en (%) ( $\eta=80\%$ ).

#### IV.4.6. Energie consommée par la pompe

L'énergie consommée par la pompe définie par la formule suivante :

$$E = P * t * 365 \dots\dots\dots IV.6$$

Avec :

- E : L'énergie consommée par la pompe (KWh).
- P : La puissance absorbée par la pompe (KW).
- t : Temps de pompage en (heure) ; (t = 22h).

**Tableau.IV.4** : Les des frais d'exploitation

D (mm)	HMT	P (KW/h)	E (KWh/ann)	Fexp (DA)
300	71.5	125.02	1 005 356	4 695 012.52
400	66.6	116.45	935 093.5	4 366 866.65
500	65.71	114.89	922 566.7	4 308 386.49
600	65.29	114.16	916 704.8	4 281 011.42

**IV.4.7. Calcul des frais d'amortissement**

Amortissement annuel :

$$F_{Am} = P_{rc} \times A \dots\dots\dots IV.7$$

Avec :

- $F_{Am}$  : Frais d'amortissement (DA).
- $P_{rc}$  : Prix de la conduite (DA).
- $A$  : Amortissement annuel.

Il est calculé par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots\dots\dots IV.8$$

$$= \frac{0.08}{(1+0.08)^{30} - 1} + 0.08 = 0.088 = 8.8 \%$$

Avec :

- $A$  : Frais amortissement (DA).
- $i$  : Taux d'annuité ;  $i = 8 \%$ .
- $n$  : Durée de l'amortissement de la conduite,  $n = 30$  ans.

**Tableau IV.5** : Calcul des frais d'amortissement.

<b>D (mm)</b>	<b>P.pose (DA)</b>	<b>P.ML (DA)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Prix total (DA)</b>	<b>A (%)</b>	<b>frais d'amortissement (DA)</b>
300	500	7100.0	497	3 528 700	8.8	310 525.6
400	650	8100.0	497	4 025 700	8.8	354 261.6
500	780	10200.0	497	5 069 400	8.8	446 107 .2
600	1030	14800.0	497	7 355 600	8.8	647 292.8

## IV.4.8. Bilan total des frais

Tableau.IV.6. Calcul du bilan total des frais.

D (mm)	frais d'amortissement (DA)	Frais d'exploitation (DA)	Bilan
300	310 525.6	4 695 012.52	5 005 538.12
400	354 261.6	4 366 866.65	4 721 127.65
500	446 107.2	4 308 386.49	4 754 493.69
600	647 292.8	4 281 011.42	4 928 304.22

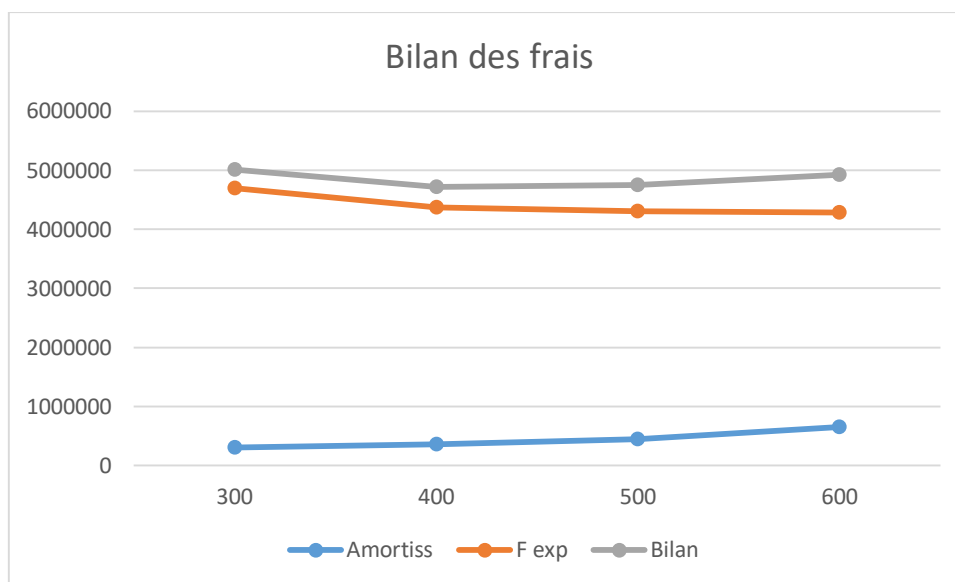


Figure IV.1. Bilan total des frais.

D'après le graphe, le diamètre économique est de 400 mm, donc une HMT de l'ordre de 66.6 m.

## IV.4.9. Choix des pompes et nombre des pompes

Nous sélectionnons le nombre de pompes pour notre station de pompage en fonction de plusieurs critères, tels que le nombre minimal de pompes, le rendement optimal, le NPSH requis minimum, la puissance absorbée minimale et le nombre de tours par minute le plus élevé.

Le logiciel CAPRARI nous propose une liste de pompes avec leurs spécifications, comme indiqué dans le tableau IV. ci-dessous

**Tableau IV.7.** La variante de pompage

n	Q (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	$\eta$ (%)	N (Tr/mm)	P (KW)	NPSHr (m)
1	157	66.9	P16/10/45/4D	82.9	1450	123	8.3
2	71.5	66.6	P12C/7/40/6B	77.8	1450	61.9	5.26
3	53.8	67	P12C/7/35/8E	78.9	1450	45.3	4.26
4	35.1	66.5	P8C/5/24/4B	79.3		29.2	5.07

La 3eme variante (03 pompes en parallèle+01 secoure) est le choix le plus convenable.

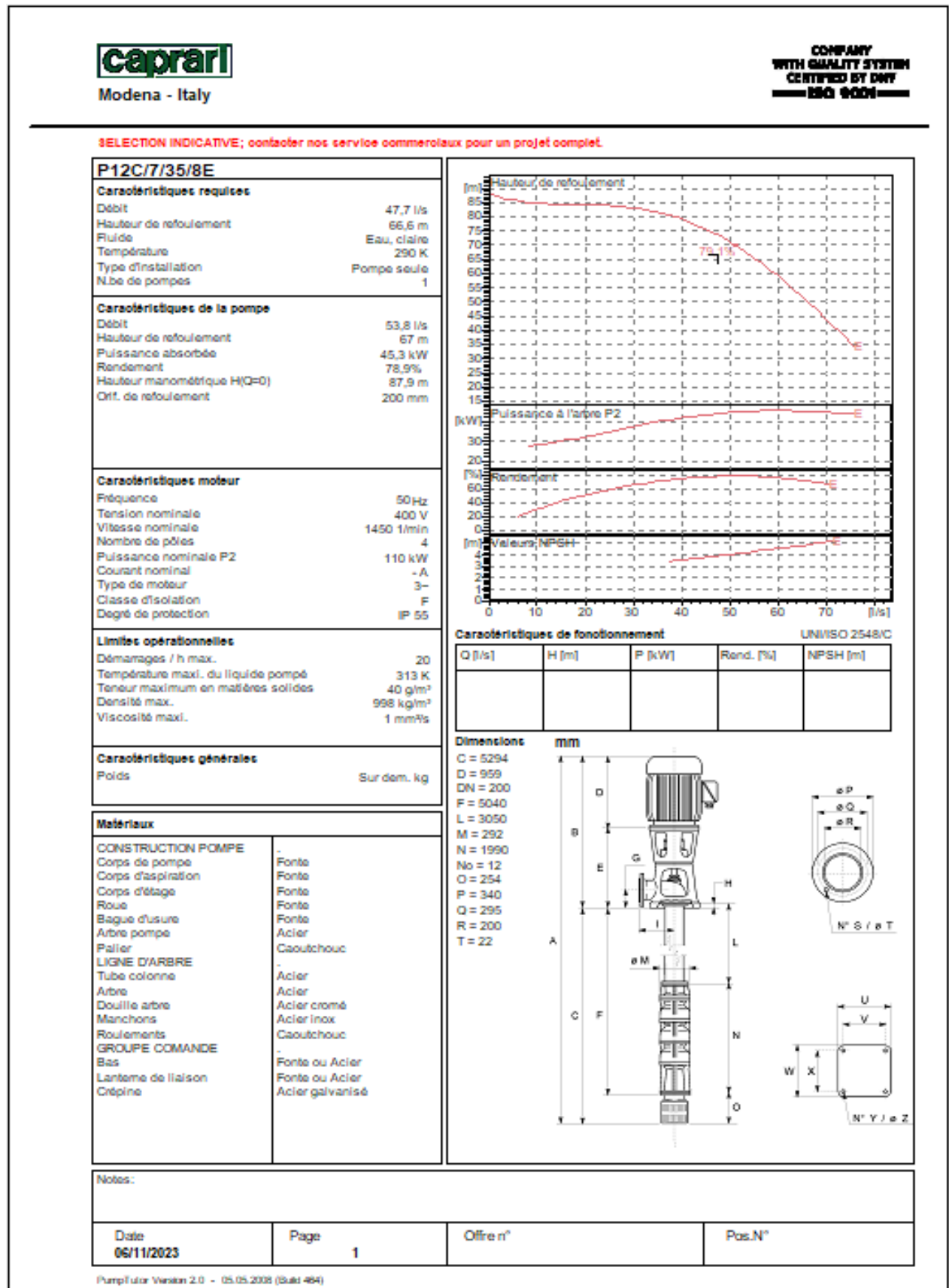


Figure IV.2 : Courbes caractéristique de la pompe selon caprari

**IV.4.10. Protection contre de la cavitation**

Le NPSH est un paramètre critique dans le fonctionnement des pompes. Le NPSH disponible (NPSHa) doit être supérieur au NPSH requis (NPSHr) pour éviter la cavitation dans une pompe. Lorsque le NPSH disponible est inférieur au NPSH requis, cela peut entraîner la formation de bulles de vapeur dans la pompe, ce qui peut endommager la pompe et réduire son efficacité, provoquant ainsi la cavitation. C'est un aspect essentiel à surveiller pour assurer le bon fonctionnement des pompes.

$$(NPSH)d > (NPSH)r$$

Avec :

- (NPSH)r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur.
- (NPSH)d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

Dont :  $(NPSH) d = (NPSH)r + r$

r : marge de sécurité.  $r = 0.5$

Voici une formule générale pour calculer le NPSHd :

$$(NPSH)d = Pa/\rho g - h_{adm}^{asp} - \Delta H_a - P_v/\rho g - V^2/2g \dots\dots\dots IV.9$$

Avec :

- $\rho$  est la densité du liquide.
- $g$  est l'accélération due à la gravité.
- $P_v$  : la pression de vapeur du liquide à la température de fonctionnement. Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est commandé de prendre  $P_v=20$  hPa, soit  $P_v/\rho g=0.24$
- $\Delta H_a$  : perte de charge à l'aspiration
- $P_a$  : Pression atmosphérique.  $P_a/\rho g$  : Dépend de l'altitude de la station de pompage  
 $P_a/\rho g = 9.65$

Pour calculer V :

On a  $D= 250$  mm on trouve  $V = 4 \times 0.143 / (\pi \times 0.25^2) = 2.91$  m/s D'où  $V^2 / 2g = 0.42$ .

Pour calculé les pertes de charges à l'aspiration, on utilise la formule de Darcy-Weisbakh :

$$\Delta H_{asp}^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \dots\dots\dots IV.10$$

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln(\frac{\epsilon}{D})) \dots\dots\dots IV.11$$

$$\lambda = 0.014$$

$$\Delta H_{asp}^{lin} = \frac{8 \times 0.014 \times 5 \times 0.143^2}{\pi^2 \times 10 \times 0.25^5} = 0.12$$

$$\Delta H_a = 0.13$$

$$h_{adm}^{asp} = P_a / \rho g - \Delta H_a - P_v / \rho g - V^2 / 2g - NPSH_r - r = 4.1$$

Alors :

$$(NPSH)_d = 9.65 - 0.13 - 0.24 - 0.42 - 4.1 = 4.76 > 4.26.$$

La condition est vérifiée, alors les pompes sont protégées contre la Cavitation.

#### IV.5. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin)

Dimensionnement du Réservoir de stockage consiste à déterminer le volume du réservoir en fonction du débit caractéristique nécessaire pour la tranche la plus exigeante. Le calcul du volume du réservoir se fait comme suit :

$$V = Q_c \times T_{nf} \dots\dots\dots IV.12$$

Avec :

- V : le volume d'eau d'irrigation en mètres cubes (m<sup>3</sup>).
- Q<sub>c</sub> : le débit caractéristique en mètres cubes par heure (m<sup>3</sup>/h).
- T<sub>nf</sub> : le temps de non-fonctionnement, On prend 2 heures.

(A.N) :

$$V = 514.8 \times 2 = 1029.6 \text{ m}^3.$$

On prend un volume de V = 1000 m<sup>3</sup>.

#### IV.6. Etude du système d'adduction-distribution (Desserte gravitaire)

Une fois que nous avons calculé les débits de chaque secteur et établi les paramètres hydrauliques pour le système de conduites gravitaires, nous passons à la deuxième phase du calcul, qui consiste à concevoir le réseau de distribution, c'est-à-dire l'acheminement de l'eau depuis les installations jusqu'aux points de distribution.



### IV.6.1. Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau des conduites (Fonte, PEHD) est influencé par des facteurs tels que la pression, la nature du terrain, ainsi que les coûts d'approvisionnement et d'installation.

**Fonte** : La fonte présente des avantages tels que :

- Une bonne résistance aux pressions internes.
- Une grande résistance à la corrosion.
- De bonnes propriétés de rigidité et de solidité.

Inconvénients :

- Coût relativement élevé.

**PEHD (polyéthylène)** : Les conduites en polyéthylène (polymères) offrent des avantages tels que :

- Légèreté et facilité de découpe.
- Bonnes propriétés hydrauliques.
- Disponibilité sur le marché.
- Installation aisée des canalisations.
- Coût relativement bas.

Cependant, il est crucial que les conduites en PEHD soient correctement soudées pour éviter les risques de rupture.

### IV.6.2. Calcul des diamètres

En appliquant la formule de LABYE, nous obtenons une manière de standardiser l'approche du diamètre économique, qui est ensuite normalisée.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V_{ad}}} \dots \dots \dots \text{IV.13}$$

Avec :

- Q : débit exprimé en m<sup>3</sup>/s,
- D : diamètre exprimé en mm ;
- Vad : vitesse admissible = 1.5 m/s.ee

### IV.6.3. Estimation des pertes de charge

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

$$\Delta H = (3.592/C_{HW})^{1.852} (L/D^{4.87}) Q^{1.852} \dots\dots\dots IV.14$$

Avec :

- $\Delta H_L$  : perte de charge linéaire.
- L : Longueur de conduite, en m.
- Q : Débit, en m<sup>3</sup> /s.
- D : Diamètre, en m.
- C : Coefficient de Hazen-Williams : 130-140.

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

### IV.6.4. Calcul des pressions des nœuds et des bornes

La loi de Bernoulli est une équation qui décrit la conservation de l'énergie le long d'un écoulement fluide incompressible. Elle peut être utilisée pour calculer la pression entre deux points dans un écoulement. L'équation de Bernoulli est la suivante :

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta H \dots\dots\dots IV.15$$

Avec :

- P1 et P2 : les pressions aux points 1 et 2 respectivement.
- $\rho$  : la densité du fluide.
- V1 et V2 : les vitesses du fluide aux points 1 et 2.
- g : l'accélération due à la gravité.
- z1 et z2 : les hauteurs par rapport à une référence donnée aux points 1 et 2.
- $\Delta H$  : perte de charge.

**Tableau IV.8** : Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

N° du tronçon	L tronçon (m)	Sup (ha)	Q (l/s)	débit (m3/s)	D calculé (mm)	D N (mm)	Matériau	V (m/s)	P.de charge lin	P. de charge	Cote aval (m)	CPiezo (m)	Pression P(m)	Pression (bars)
R-N1	297	145.5	142.59	0.14	347.89	400	Fonte	1.13	0.85	0.93	625.1	664.07	39.07	3.9
N1-B1	54.84	6.01	5.89	0.01	70.71	75	PEHD	1.33	1.38	1.52	630.2	662.55	32.55	3.26
N1-N2	457.8	43.52	42.65	0.04	190.26	200	PEHD	1.36	3.8	4.19	628.3	659.88	31.88	3.19
N2-B2	135	3.09	3.03	0.01	50.70	63	PEHD	0.97	2.32	2.56	645.1	657.32	12.32	1.23
N2-B3	403.2	40.43	39.62	0.04	183.38	200	PEHD	1.26	2.92	3.22	610.5	656.66	46.66	4.67
B3-N3	557.1	27.76	27.2	0.03	151.94	160	PEHD	1.35	5.97	6.57	616.3	650.09	34.66	3.47
N3-B4	190.3	11.19	10.97	0.01	96.49	110	PEHD	1.15	2.34	2.58	619.4	647.51	28.51	2.85
B4-B5	113.6	4.26	4.17	0.01	59.69	63	PEHD	1.34	3.45	3.8	618.6	643.71	25.71	2.57
N3-B6	176.1	16.56	16.23	0.02	117.37	125	PEHD	1.32	2.41	2.65	629.2	647.44	18.44	1.84
N1-N4	170.2	95.97	94.05	0.09	282.54	315	PEHD	1.21	0.66	0.73	600.1	663.34	63.34	6.33
N4-B7	12.46	1.69	1.66	0.01	37.54	50	PEHD	0.85	0.2	0.23	600.2	663.11	63.11	6.31
N4-N5	244.1	25.96	25.44	0.03	146.94	160	PEHD	1.27	2.31	2.54	600.5	660.8	60.8	6.08
N5-B10	100.3	6.31	6.19	0.01	72.49	75	PEHD	1.4	2.77	3.05	604.6	657.75	53.75	5.38
B10-B11	64.74	4.8	4.7	0.01	63.16	75	PEHD	1.06	0.92	1.01	603.4	656.74	53.74	5.37
N5-N6	298.7	17.95	17.59	0.02	122.91	125	PEHD	1.43	4.71	5.18	609.1	655.62	46.62	4.66
N6-B8	20.3	8.52	8.35	0.01	84.18	90	PEHD	1.31	0.4	0.44	605.1	655.18	50.18	5.02
N6-B9	401.9	9.43	9.24	0.01	88.56	90	PEHD	1.45	9.62	10.58	630.2	645.04	15.04	1.5
N4-N7	242.6	70.01	68.61	0.07	241.33	250	PEHD	1.4	1.63	1.8	596.3	661.54	65.59	6.56
N7-B12	45.3	1.05	1.03	0.01	29.57	50	PEHD	0.52	0.32	0.35	596.2	661.19	65.19	6.52
N7-B13	69.6	1.08	1.06	0.01	29.99	50	PEHD	0.54	0.53	0.58	592.4	660.96	68.69	6.87
N7-N8	255.5	67.88	66.52	0.07	237.62	250	PEHD	1.36	1.08	1.79	596.2	659.75	65.75	6.58

N8-B14	13.7	1.8	1.76	0.01	38.65	50	PEHD	0.9	0.26	0.29	595.1	659.46	64.46	6.45
N8-N9	127.4	66.08	64.76	0.06	234.45	250	PEHD	1.32	0.77	0.85	597.3	658.9	61.9	6.19
N9-B15	109.2	2.14	2.01	0.01	41.31	50	PEHD	1.02	2.71	2.98	587.1	655.92	68.92	6.89
N9-N10	573.9	64.03	62.75	0.06	230.79	250	PEHD	1.28	3.29	3.62	594.5	655.28	60.78	6.08
N10-B17	115	16.03	15.71	0.02	115.48	125	PEHD	1.28	1.48	1.63	580.3	653.65	73.65	7.37
N10-N11	219.1	48.0	47.04	0.05	199.82	200	PEHD	1.49	2.19	2.41	592.2	652.87	60.87	6.09
N11-B16	20.2	10.75	10.53	0.01	94.54	110	PEHD	1.11	0.22	0.25	585.2	652.62	67.62	6.72
N11-N12	684.1	37.26	36.51	0.04	176.04	200	PEHD	1.16	4.26	4.69	581.1	648.18	67.18	6.72
N12-B18	15	4.23	4.15	0.01	59.35	75	PEHD	1.33	0.46	0.51	580.3	647.67	67.67	6.77
N12-N13	363.8	33.02	32.36	0.03	165.73	200	PEHD	1.03	1.81	1.99	579.5	646.19	67.19	6.72
N13-B19	20.5	4.31	4.22	0.01	59.85	75	PEHD	1.35	0.64	0.71	578.3	645.48	67.48	6.75
N13-N14	428	28.71	28.14	0.03	154.55	160	PEHD	1.4	4.88	5.37	578.1	640.82	62.82	6.28
N14-B20	80	7.23	7.09	0.01	77.57	90	PEHD	1.11	1.16	1.28	567.1	639.54	72.54	7.25
N14-N15	77.5	21.48	21.05	0.02	133.67	160	PEHD	1.05	0.51	0.56	579.2	640.26	61.26	6.13
N15-B21	6.1	2.49	2.44	0.01	45.5	50	PEHD	1.24	0.21	0.23	578.5	640.03	62.03	6.2
N15-N16	320.5	18.99	18.61	0.02	125.68	125	PEHD	1.5	5.66	6.23	568.3	634.03	66.03	6.6
N16-B22	28	8.55	8.38	0.01	84.34	90	PEHD	1.32	0.55	0.61	570.6	633.42	63.42	6.34
N16-N17	398.5	10.44	10.23	0.01	93.18	110	PEHD	1.08	4.32	4.76	560.7	629.27	69.27	6.93
N17-B23	26.06	3.69	3.62	0.01	55.43	63	PEHD	1.16	0.64	0.7	561.1	628.57	67.57	6.76
N17-B24	973.2	6.74	6.61	0.01	74.9	75	PEHD	1.49	30.44	33.48	559.1	595.79	36.79	3.68
B24-B25	131.3	1.96	1.92	0.01	40.37	50	PEHD	0.98	2.99	3.29	552.2	592.5	40.5	4.05
B24-B26	250	2.65	2.6	0.01	46.98	50	PEHD	1.32	10.01	11.01	547.4	584.78	37.78	3.78

**Interprétations :** D'après le tableau précédent, nous remarquons que les pressions calculées sont acceptables allant de 1.5 à 7.0 bars. Il est simplement recommandé d'ajouter deux prises de charge aux N10 et N14 pour protéger les accessoires.

### **IV.7. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons entrepris une analyse complète de notre projet d'irrigation, englobant trois aspects essentiels. Tout d'abord, nous avons établi une organisation détaillée de notre périmètre, en identifiant les îlots et les bornes, jetant ainsi les bases d'une gestion stratégique de nos ressources en eau. Ensuite, nous nous sommes penchés sur l'étude approfondie de notre système de pompage et du réservoir de stockage, des éléments clés pour garantir un approvisionnement en eau fiable. Enfin, nous avons exploré en détail notre système d'adduction-distribution, le maillon final de notre projet, pour assurer une distribution efficace de l'eau dans notre zone d'étude.

## **Chapitre V :**

### **Choix de la technique d'irrigation**

---

## Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

### V.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous explorerons les différentes méthodes d'irrigation disponibles, en mettant en évidence leurs avantages et inconvénients respectifs. Notre objectif est de déterminer la méthode la plus adaptée pour les cultures dans notre périmètre, qui sont principalement des arbres. En comprenant pleinement les caractéristiques de chaque système d'irrigation, nous serons en mesure de prendre une décision éclairée pour optimiser la croissance des cultures tout en gérant efficacement nos ressources en eau. Examinons de plus près les options qui s'offrent à nous.

### V.2 Choix des techniques d'irrigation

L'irrigation peut se faire de différentes manières : en surface, en sous-sol, par aspersion ou goutte à goutte. Quel que soit le choix, il est important de décider du système d'irrigation avant de passer à la conception, à la spécification de l'équipement et à l'installation. Pour faire un bon choix, il faut examiner attentivement les capacités et les limites de toutes les options possibles. Les éléments suivants montrent ce qu'il faut prendre en compte dans la sélection du système d'irrigation :

- **La culture et ses besoins** : Type, profondeur des racines, consommation d'eau, risques de maladies.
- **Le sol** : Texture, profondeur, uniformité, taux d'infiltration, risque d'érosion, salinité, drainage, topographie.
- **L'eau disponible** : Source, quantité, qualité, impuretés, analyse chimique.
- **Le terrain** : Sa valeur, sa disponibilité.
- **Les contraintes liées aux inondations.**
- **Le niveau de la nappe phréatique.**
- **Le climat** : Le type de système d'irrigation doit correspondre au climat local.
- **L'énergie nécessaire** : Sa disponibilité et sa fiabilité.
- **Les considérations économiques** : Coût initial, crédit, durabilité de l'équipement, coût annuel, inflation, rendement des cultures.
- **La technologie disponible.**
- **Les aspects sociaux** : Questions légales, coopération des habitants, main-d'œuvre, expertise, attentes gouvernementales, automatisation, vandalisme, santé.

### V.3 Différentes techniques d'irrigation

Les techniques d'arrosage sont réparties en trois classes :

- Irrigation de Surface.
- Irrigation par Aspersion.
- Irrigation par Goutte-à-Goutte.

#### V.3.1 Irrigation de Surface

L'irrigation de surface est une méthode où l'eau s'écoule à la surface du sol, répartissant l'humidité aux plantes pour leur croissance. Cette technique implique des composants comme une source d'eau, des conduites d'approvisionnement, des mécanismes de contrôle, des barrages ou des digues de contrôle, des sillons pour la distribution de l'eau et des systèmes de drainage. Elle repose sur la gravité pour déplacer l'eau à travers le champ et convient à une large gamme de cultures.



**Figure V.1** : Irrigation de surface.

**Avantages :**

- **Faible coût initial** : L'irrigation de surface nécessite généralement moins d'investissements en infrastructure, ce qui se traduit par des coûts initiaux plus bas.



- **Adaptée aux sols uniformes** : Elle fonctionne mieux lorsque le sol est uniforme, permettant une bonne infiltration de l'eau.
- **Adaptabilité à tous les types de sols** : L'irrigation de surface est adaptable à tous les types de sol, bien qu'elle puisse nécessiter différents niveaux de main-d'œuvre manuelle.

**Inconvénients :**

- **Longueur de sillon limitée** : Les sillons sont limités à 100 mètres dans les sols à texture lourde, ce qui peut nécessiter des parcours d'irrigation plus courts.
- **Main-d'œuvre manuelle intensive** : Les sols avec des taux d'infiltration rapides ou lents peuvent nécessiter une main-d'œuvre manuelle excessive pour la distribution de l'eau.
- **Terrain difficile** : Une topographie irrégulière et des pentes raides peuvent augmenter le coût du nivellement et réduire la longueur des sillons.

**V.3.2 Irrigation par Aspersion**

L'irrigation par aspersion consiste à appliquer de l'eau à la surface du sol sous forme de pluie en expulsant de l'eau sous pression à travers de petits orifices. Ce système nécessite une unité de pompage pour générer la pression nécessaire. Il peut être adapté à presque toutes les cultures et types de sol et est particulièrement utile dans les situations où la nappe phréatique est élevée. Les systèmes d'aspersion sont conçus pour appliquer l'eau à une intensité plus faible que le taux d'infiltration du sol.



**Figure V.2:** Irrigation par aspersion.

**Avantages :**

- **Polyvalence** : L'irrigation par aspersion peut être utilisée pour presque toutes les cultures et types de sol.
- **Adaptabilité aux sols peu profonds** : Elle peut être utilisée dans des sols peu profonds, où l'irrigation de surface peut ne pas être efficace.
- **Pas de nivellement du terrain requis** : En général, elle ne nécessite pas de nivellement du terrain, ce qui la rend adaptée à diverses topographies.

**Inconvénients :**

- **Coût initial élevé** : Les coûts d'installation peuvent être élevés en raison des exigences en équipement et en infrastructure.
- **Consommation d'énergie** : Elle peut nécessiter une quantité importante d'énergie pour faire fonctionner les unités de pompage, en fonction du type de système.
- **Effets du vent** : Le vent peut perturber la distribution de l'eau, affectant l'uniformité.

**V.3.3 Irrigation au Goutte-à-Goutte**

L'irrigation au goutte-à-goutte, également connue sous le nom d'irrigation au goutte-à-goutte, est pratique pour les vignobles, les vergers d'arbres et les cultures en rangées. Elle se compose généralement d'un réseau de tubes ou de conduites latérales avec des émetteurs qui libèrent de l'eau directement dans la zone racinaire de la plante. L'irrigation au goutte-à-goutte est adaptable à divers types de sol et de topographies. Elle peut être automatisée et offre un contrôle précis sur l'application de l'eau, ce qui la rend adaptée aux cultures à espacement étroit.



**Figure V.3:** Irrigation par goutte à goutte.

**Avantages :**

- **Utilisation efficace de l'eau :** Économie d'eau grâce à une distribution précise.
- **Amélioration du rendement et de la qualité des cultures :** Augmentation du rendement et de la qualité des cultures.
- **Avantages environnementaux :** Favorable à l'environnement en réduisant les déchets d'eau et les perturbations du sol.
- **Lutte contre les nuisibles :** Contribue à la lutte contre les ravageurs et les maladies.
- **Gestion de la salinité du sol :** Aide à contrôler la salinité du sol.
- **Lutte contre les mauvaises herbes :** Réduit la croissance des mauvaises herbes dans la zone racinaire.
- **Compatibilité avec les pratiques agronomiques :** S'intègre bien avec diverses pratiques agricoles.
- **Fertigation :** Possibilité d'appliquer des engrais via l'eau d'irrigation.
- **Avantages économiques :** Avantages économiques tels que des coûts opérationnels réduits.

**Inconvénients :**

- **Obstruction :** Risque d'obstruction des goutteurs par des particules de sol.
- **Humidité du sol limitée :** La quantité d'humidité du sol dépend de plusieurs facteurs.

- **Risque de dommages** : Possibilité de dommages causés par des rongeurs ou des insectes.
- **Complexité de la gestion** : Exige une gestion plus complexe que certains autres systèmes d'irrigation.
- **Coûts initiaux et opérationnels plus élevés** : Les coûts initiaux et d'exploitation peuvent être plus élevés, en particulier pour des systèmes à espacement de rangs étroit.

#### **V.4 Conclusion**

En somme, après avoir exploré les divers systèmes d'irrigation, en mettant en avant leurs avantages et inconvénients, il ressort que l'irrigation goutte-à-goutte se démarque comme la solution la plus adaptée pour notre contexte. Étant donné que la majorité de nos cultures dans le périmètre sont des arbres, l'irrigation goutte-à-goutte offre une approche efficace, économique et précise pour répondre à leurs besoins en eau. Cette méthode permet une gestion optimale des ressources hydriques, tout en favorisant une croissance saine et une meilleure qualité des cultures. En fin de compte, l'irrigation goutte-à-goutte s'impose comme un choix judicieux pour maximiser les rendements agricoles dans notre périmètre.

## **Chapitre VI :**

### **Dimensionnement à la parcelle**

## Chapitre VI : Dimensionnement à la parcelle

### VI.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous explorerons le dimensionnement précis de système d'irrigation goutte à goutte au niveau de la parcelle.

L'irrigation goutte à goutte, une technique d'irrigation efficace, permet une utilisation optimale de l'eau tout en favorisant la croissance des cultures. Nous plongerons dans les éléments clés pour concevoir un système d'irrigation goutte à goutte adapté à nos besoins spécifiques de parcelle agricole.

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

#### Données générales

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle n°6 alimentée par la borne N°3 et dont la pression disponible est de l'ordre de 4.67 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de l'ordre de 3.39 ha.

Culture : olivier : Besoin de pointe : 190.18 mm

**Tableau.VI.1** : Organisation du réseau goutte à goutte.

Culture	Surface	Longueur	Largeur	Ecartement
Olivier	3.39	225m	128m	4*4

**Tableau.VI.2** : Caractéristiques du goutteur.

Débit nominal	Pression nominale :	Nbr de goutteurs par arbre :	Espacement des goutteurs
4 l/h	1 bars	2	1-2 m

#### VI.2.1. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

##### VI.2.1.1. Influence du taux de couverture du sol

Dans l'irrigation par goutte à goutte, où l'eau est fournie de manière ciblée sur une petite partie de la surface du sol, le coefficient de réduction, "Kr" est utilisé pour ajuster l'ETM (Évapotranspiration Maximale) en fonction du taux de couverture du sol, qui est de 60% pour les plantes matures. Kr peut être calculé par les formules suivantes :

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$\mathbf{K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s) \dots\dots\dots VI.1}$$

- Keller et Karmeli (1974) :

$$\mathbf{K_r = \frac{c_s}{0.85} \dots\dots\dots VI.2}$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres matures) donc : on prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$\mathbf{B_{jl} = B_j * K_r \dots\dots\dots VI.3}$$

$$B_{jl} = (190.18 / 30) * 0.8 = 5.07 \text{ mm/j}$$

### VI.2.1.2. Dose nette pratique

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

$$\mathbf{D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot d_a \cdot P\% = RFU \times P\% \dots\dots\dots VI.4}$$

Avec :

- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (27%),
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (14%),
- $d_a$  = densité apparente (1.38).
- $Y$  : degré de tarissement (2/3) ;
- $Z$  : P. racines (1500 mm),
- $P$  : Pourcentage du sol humidifié.

$$P\% = \frac{n \cdot Sp \cdot d \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \dots\dots\dots VI.5$$

Avec :

- $P$  : Volume du sol humidifié ;
- $n$  : Nombre de goutteurs de distribution par arbre = 2 ;
- $Spd$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = (1.5 m)
- $Sh$  : Largeur de la bande humidifiée = 1 m (arbres) ;
- $Sr$  : Ecartement entre rangs d'arbre (4m) ;

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

$$P\% = \frac{2 \times 1.5 \times 1}{4 \times 4} = 0.1875 = 18.75\%.$$

$$\text{Alors : } D_p = (27-14) * 1.5 * 1.38 * 2/3 * 0.187 = 30 \text{ mm.}$$

### VI.2.1.3. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr)

L'intervalle entre deux d'arrosage (tour d'eau) est donné par la formule suivante :

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{\text{Dose nette}}{ETMc} \dots\dots\dots \text{VI.6} \\ &= \frac{30}{5.07} = 5.92 \end{aligned}$$

Donc : Fr = 6 jours.

### VI.2.1.4. Calcul de la dose (brute)

On recalcule la nouvelle dose pratique :

$$D_r = B_{jm} * Fr = 5.07 * 6 = 30.42 \text{ mm.}$$

$$D_b = \frac{D_r}{Eff * C_u} = \frac{30.42}{0.9 * 0.9} = 37.6 \text{ mm}$$

Avec :

- Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%.
- Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%.

### VI.2.1.5. Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)

$$\Theta = \frac{D_b * S_a * S_r}{n * Q_g} \dots\dots\dots \text{VI.7}$$

Avec :

- n : nombre de goutteur.
- Qg : Débit de goutteur.

$$\Theta = \frac{37.6 \times 4 \times 2}{4 \times 2} = 37h \quad \Theta = 37 \text{ heures.}$$



### VI.2.2. Calculs hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :  $\frac{\Delta q}{q} = 10\%$

La variation maximale de la pression :  $dq = K \cdot x H^{x-1} \cdot dH$

Ce qui donne (avec  $q = K \cdot H^x$  avec :  $x=0.5$  (caractéristique du goutteur))

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

$H(n)$  pression nominale  $x=0.5$  donc  $0.1 = 0.5 \Delta H(\max) / 10$  -----  $\Delta H(\max) = 1/0.5 = 2$  mce.

Donc selon la règle de Christiansen 10%  $\Delta H$  singulières = 0.2 m, et 1.8  $\Delta H$  linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m et Pour le porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m.

### VI.3. Dimensionnement des canalisations du réseau

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

- Porte-rampes : C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés.
- Les rampes : sont en PEBD (polyéthylène basse densité).

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

$$\varnothing_r = \left[ \frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots VI.8$$

$$\varnothing_{pr} = \left[ \frac{P.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots VI.9$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe.
- Pdc(pr) : la perte de charge dans le porte rampe.
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h.
- L(r) : la longueur de la rampe en (m)
- $\varnothing_r$  (cal) : le diamètre de rampes.
- $\varnothing_{pr}$  (cal) : le diamètre de porte rampe.

### VI.3.1 Pour les rampes

#### 1. Le nombre d'arbres par rampe

$$N(\text{arbre}) = Lr/Ea = 128/4 = 32 \text{ arbres}$$

#### 2. Le nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 32 * 2 = 64 \text{ goutteurs.}$$

#### 3. Débit de la rampe

$$Q_R = N_g \times Q_g = 64 \times 4 = 256 \text{ l/h}$$

$$P_{dc} = 1.02 \text{ m}$$

#### 4. Diamètre de la rampe

$$Q_r = 256 \text{ l/h ;}$$

$$P_{dc} = 1.2 \text{ m;}$$

$$\varnothing_r(\text{calc}) = 14.26 \text{ mm} = \text{DN16.}$$

#### 5. Vérification des pertes de charges

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges par la formule de « Tison »

$$J = \frac{1}{2.75} \times 8 \times 10^{-4} \times \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \times L \dots\dots\dots \text{VI.10}$$

Avec :

- L : la longueur de la conduite ; L = 128 m
- Q : débit (m<sup>3</sup>/s) Q = 0.000071 m<sup>3</sup>/s
- D : diamètre intérieur de la canalisation (m) ; D = 0.016 m

Alors :

$$J\text{-Rampe} = 0.695 \text{ m} < 1.2 \text{ m (vérifiée).}$$

### VI.3.2. Pour le porte-rampe

#### 1. Le nombre des rampes

$$N_r = L_{pr}/Ea = 56 \text{ R.}$$

Donc le nombre de rampe = 56 rampes.

## 2. Débit du porte-rampe

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots VI.11$$

Avec :

- $Q_{pr}$  : débit du porte-rampe l/h ;
- $N_r$  : nombre de rampes.

$$Q_{pr} = 256 \times 56 = 14336 \text{ l/h.}$$

## 3. Diamètre du porte-rampe

$$\varnothing(pr)_{cal} = 81.81 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de DN = 90 mm

## 4. Vérification des pertes de charges

$$J = \frac{1}{2.75} \times 8 \times 10^{-4} \times \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \times L \dots\dots\dots VI.12$$

On a :  $L = 0.38 \text{ m}$ ,  $D = 0.09 \text{ m}$ ,  $Q = 0.00398 \text{ m}^3/\text{s}$ .  $J$

– porte-rampe =  $0.44 \text{ m} < 0.6 \text{ m}$  (vérifiée).

### VI.3.3. Vérification des pertes de charges (Règle de Christiansen)

La pression d'eau que doit fournir la borne d'irrigation à la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable. Donc les pertes de charges sur les rampes et le porte-rampe sont :

$$J - \text{rampe+porte-rampe} = 1.13 \text{ m} < 1.8 \text{ m} \text{ (Règle de Christiansen Vérifiée).}$$

**Tableau.VI.3** : Caractéristiques final du réseau goutte à goutte.

Culture	Surface (ha)	Porte rampe				Rampe			
		Lpr (m)	Qpr (l/s)	Nr	Diamètre (mm)	Lr (m)	Qr (l/s)	Ng	Diamètre (mm)
Olivier	3.39	224	14336	56	90	128	256	64	16

#### VI.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré en détail le processus de dimensionnement d'un système d'irrigation goutte à goutte pour l'olivier. En prenant en compte les besoins en eau, les caractéristiques du sol, et le type de goutteurs appropriés, nous pouvons concevoir un système efficace pour optimiser la croissance de nos oliviers. Ce processus est crucial pour une agriculture durable et des récoltes de qualité.

**Chapitre VII :**  
**Calcul technico-économique**

---

## Chapitre VII : Calcul technico-économique

### VII.1. Introduction

L'irrigation joue un rôle essentiel dans l'agriculture moderne, permettant d'optimiser les rendements des cultures et de garantir une sécurité alimentaire accrue. Cependant, dans ce chapitre, notre objectif principal est d'effectuer le calcul détaillé des associés à notre projet d'irrigation. De la conception initiale à la réalisation, nous allons analyser en profondeur les coûts liés à l'infrastructure, à l'eau, à l'énergie, à la maintenance et d'autres aspects essentiels pour évaluer précisément le budget nécessaire à la mise en œuvre de notre projet.

### VII.2 Devis de système d'adduction et distribution

#### VII.2.1. Calcul du volume de terrassement

##### Largeur du fond de la tranchée

On détermine la largeur de la tranchée avec la formule :

$$B = D + 0.6 \dots\dots\dots \text{VII.1}$$

Avec :

- B : largeur de la tranchée (m)
- D : diamètre de la conduite (m)

##### Profondeur de la tranchée

La tranchée doit être creusée à une profondeur minimale de 0.8 m pour éviter le gel de canalisations, et calculée selon la formule suivante :

$$H = e + D + h \dots\dots\dots \text{VII.2}$$

Avec :

- H : Profondeur de la tranchée (m)
- e : Hauteur du lit de pose (m)
- D : Diamètre de la conduite (m)
- h : La hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

**Le volume de déblai**

Le volume de déblai est calculé selon la formule suivante :

$$Vd = B * H * L \dots\dots\dots VII.3$$

Avec :

- Vd : Le volume de déblai (m3).
- B : La largeur du fond de la tranchée (m).
- H : Profondeur de la tranchée (m).
- L : Longueur de la conduite (m).

**Le volume de lit de sable**

Le volume de lit de sable est utilisé dans le terrassement pour assurer la stabilité de sol, favoriser le drainage, et protéger les conduites.

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Vs = e * B * L \dots\dots\dots VII.4$$

Avec :

- Vs : Le volume de lit de sable (m3).
- e : Hauteur du lit de pose (m).
- B : La largeur du fond de la tranchée (m).
- L : Longueur de la conduite (m).

**Volume occupé par la conduite**

Le Volume occupé par la conduite est obtenu à l'aide de la formule :

$$V = L \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \dots\dots\dots VII.5$$

Avec :

- V : Le Volume occupé par la conduite (m3).
- L : Longueur de la conduite (m).
- D : Diamètre de la conduite (m).

**Le volume de remblai**

Le volume de remblai est égal au volume de déblais diminué par le Volume occupé par la conduite et le volume de lit de sable :

$$V_r = V_d - (V + V_s) \dots\dots\dots \text{VII.6}$$

Avec :

- $V_r$  : Le volume de remblai (m<sup>3</sup>).
- $V_d$  : Le volume de déblai (m<sup>3</sup>).
- $V$  : Le Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>).
- $V_s$  : Le volume de lit de sable (m<sup>3</sup>).

**Tableau VII.1** : Calcul du volume de terrassement.

Tubes Enterrés	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	V déblai (m <sup>3</sup> )	V sable (m <sup>3</sup> )	V conduites (m <sup>3</sup> )	V remblai (m <sup>3</sup> )
<b>Conduite de refoulement</b>							
Fonte Ø400	497	1	1.35	670.95	74.55	62.45	533.95
<b>Les conduites de distribution</b>							
Fonte Ø400	297	1	1.35	400.95	44.55	37.32	319.08
PEHD Ø315	170.18	0.915	1..27	197.76	25.53	13.26	185.49
PEHD Ø250	1199.46	0.85	1.2	1223.45	179.92	58.87	984.66
PEHD Ø200	2128.18	0.8	1.15	1957.93	319.23	66.86	1571.84
PEHD Ø160	1306.6	0.76	1.11	1102.25	165.33	26.27	963.19
PEHD Ø125	910.33	0.725	1.1	725.99	136.55	11.17	578.27
PEHD Ø110	608.95	0.71	1.1	475.59	91.34	5.97	378.28
PEHD Ø90	530.2	0.69	1	365.84	79.53	3.37	282.94
PEHD Ø75	1228.58	0.675	1	829.29	184.29	5.42	650.42
PEHD Ø63	274.62	0.663	1	182.07	41.19	0.54	141.42
PEHD Ø50	637.66	0.65	1	414.48	95.65	1.25	317.58
somme				8546.55	1437.46	292.75	6816.34



### VII.2.2. Calcul du cout de terrassement

Le calcul du cout de terrassement est présenté dans le tableau VII.2

**Tableau VII.2** : Calcul du cout de terrassement.

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblais	m3	8546.55	300	2 563 965
Remblais	m3	6816.34	300	2 044 902
Sable	m3	1437.46	1200	1 724 952
Prix total (HT)				6 333 819
Total TTC				7 410 568.23

Le cout total de travaux de terrassement est de : **7 410 568.23 DA.**

### VII.2.3. Calcul du cout des conduites de l'adduction et distribution

Les prix des conduites de l'adduction et distribution détaillés dans le tableau VII.3

**Tableau VII.3** : Calcul du cout des conduites de l'adduction et distribution.

Pièces	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Fonte Ø400	ml	794	7516.6	5 968 180,4
PEHD Ø315	ml	170.18	6881.4	118 222,452
PEHD Ø250	ml	1199.46	3842.879	4 609 379,65
PEHD Ø200	ml	2128.18	2458.94	5 233 066,93
PEHD Ø160	ml	1306.6	1607.37	2 100 189,64
PEHD Ø125	m	910.33	976.09	888 564,01
PEHD Ø110	ml	608.95	701.48	427 166,25
PEHD Ø90	ml	530.2	479.91	254 448,28
PEHD Ø75	ml	1228.58	348.24	427 840,7
PEHD Ø63	ml	274.62	249.231	68 443,82

PEHD Ø50	ml	637.66	158.074	106 488,13
			Prix total (HT)	20 201 990,26
			Montant TTC	23 636 328,60

Le cout total des conduites de l'adduction et distribution est de : **23 636 328,60 DA.**

### VII.2.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation

Nous avons 23 bornes de types A2 et A4 pour notre réseau de distribution.

Les couts estimés de ces bornes sont indiqués dans le tableau VII.4

**Tableau VII.4 :** Estimation du cout des bornes d'irrigation.

Type de borne	Quantités	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)	
Borne type A2	21	65 000	1 365 000	
Borne type A4	3	85 000	255 000	
Borne type B	2	112 000	224 000	
			Prix total (HT)	1 844 000
			Montant TTC	2 157 480

Le cout total des bornes de système de distribution est de : **2 157 480 DA**

### VII.3. Coût de la station de pompage

**Tableau VII.5 :** Coût de la station de pompage.

Désignation	Cout des travaux (DA)		Cout total (DA)
	Génie civil	Equipements	
Station de pompes	8 000 000	3 346 200	11 346 200

Le Coût total de la station de pompage est de : **11 346 200 DA**

#### VII.4. Coût du réservoir de stockage

La réalisation du réservoir de stockage implique les travaux de terrassement, de bétonnage, de maçonnerie, ainsi que les travaux relatifs aux corps d'état secondaires, en plus l'utilisation des matériaux nécessaires.

Le réservoir, tel que défini dans le chapitre 4, a une capacité de 1000 m<sup>3</sup>,

Le cout estimatif de la réalisation du réservoir de stockage est de : **1 500 000 DA**

#### VII.5. Le cout total du projet

**Tableau VII.6** : Le cout total du projet

ZONE	Travaux	Montant (DA)
Périmètre de Medea	Réseau d'adduction et réseau de distribution	33 204 376.83
	Station de pompage	11 346 200
	Réservoir de Stockage	1 500 000
	Montant TOT (DA)	46 050 576.83

Le montant total estimé pour notre projet est : **46 050 576.83 DA.**

#### VII.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons analysé en détail les coûts associés à notre projet d'irrigation, y compris les travaux de système d'adduction et distribution, les conduites, le système de pompage et le réservoir de stockage. Après une évaluation minutieuse, le montant total estimé pour notre projet s'élève à **46 050 576.83 DA**. Cette estimation est essentielle pour la planification et la mise en œuvre réussie de notre projet d'irrigation.

## **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Dans le cadre de ce mémoire, notre objectif principal était d'élaborer un dimensionnement précis d'un réseau d'irrigation dans le périmètre de Médéa, en partant de la station d'épuration de la wilaya de Médéa. L'analyse approfondie des conditions naturelles de la zone d'étude a révélé un climat semi-aride, soulignant ainsi la nécessité cruciale d'une irrigation efficace pour soutenir l'agriculture locale.

La deuxième phase de notre étude s'est concentrée sur l'évaluation des ressources en sol et en eau disponibles dans la région. Cette exploration détaillée a été cruciale pour garantir une gestion adéquate et durable de ces ressources, assurant ainsi la quantité nécessaire d'eau traitée pour le projet.

Après avoir soigneusement choisi les cultures les mieux adaptées à notre périmètre, nous avons calculé avec précision leurs besoins en eau, aboutissant à un volume total estimé à 1089973.15 m<sup>3</sup>. Cette étape a constitué la base essentielle pour la planification du réseau d'irrigation, démontrant notre engagement envers une approche holistique et efficace.

Parallèlement, une étude approfondie du système d'adduction-distribution a été menée afin de garantir une alimentation fiable du périmètre. Cette étape a permis de concevoir un système robuste assurant une distribution équitable de l'eau dans l'ensemble du périmètre d'irrigation

Le choix du système d'irrigation par goutte à goutte pour les arboricultures a été le fruit d'une étude approfondie des différentes options disponibles. Ce système a été dimensionné avec minutie, avec une attention particulière portée à l'irrigation des oliviers, garantissant ainsi une utilisation optimale de l'eau et des rendements agricoles accrus.

Enfin, notre évaluation économique a permis d'estimer le coût global du projet à 46 050 576.83 DA, fournissant une perspective financière solide pour la mise en œuvre du réseau d'irrigation.

En conclusion, ce mémoire offre une solution complète aux défis spécifiques de la région de Médéa. En intégrant des données climatiques, des analyses des conditions naturelles, des choix de cultures, des calculs de besoins en eau, de l'étude du système d'adduction-distribution, et des considérations économiques, ce projet vise à soutenir le développement agricole durable de la wilaya de Médéa.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ANIRF.** MONOGRAPHIE WILAYA DE MEDEA (Document).

**Bulletin FAO** : Irrigation et drainage (N33) : Réponse des rendements à l'eau.

**C.Mathieu, P.Audoye, J.Chossat,2007.** Bases techniques de l'irrigation par aspersion.

**FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.** Crop Evapotranspiration.

**HANNACHI Aya,2021.** Fonctionnement de la station d'épuration de la ville de Médéa.

**J. Tiercelin,2006.** Traité d'irrigation. : 2è édition.

**LEBOURGEOIS François, 2010.** Cours de bioclimatologie à l'usage des forestiers Equipe Ecologie Forestière, ENGREF – 14 rue Girardet – 54042 Nancy Cedex.

**Léopold RIEUL, Pierre RUELLE,2003.** Irrigation : guide pratique (3ème éd.).

**Megh R. Goyal, PhD., P.E., Senior Acquisitions Editor,2013.** MANAGEMENT OF DRIP/TRICKLE OR MICRO Irrigation.

**TOUAIBIA B, 2004.** Manuel d'Hydrologie.

## **Annexes**



## Annexes 1



Spectrophotomètre à UV visible de la STEP de Médéa

## Annexes 2



Ph-mètre et conductimètre de la STEP de Médéa

### **Annexes 3**



Etuve de la STEP de Médéa

### **Annexe 4**



Centrifugeuse de la STEP de Médéa

## Annexe 5

### Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidité pondérale en pourcentage 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	22 (18 à 26)	11 (8 à 15)	12 (10 à 11)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilol-imoneuse	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 6

### Coefficients culturaux (Kc)

Stades de développement de la culture					
Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	Durée totale de la période végétative
0.4 - 0.5	0.7 - 0.85	1.0 - 1.1	0.9 - 1.0	0.75 - 0.85	0.7 - 0.8
0.5 - 0.65	0.8 - 0.9	1.0 - 1.2	1.0 - 1.15	1.0 - 1.15	0.85 - 0.95
0.3 - 0.4	0.65 - 0.75	0.95 - 1.05	0.9 - 0.95	0.85 - 0.95	0.85 - 0.9
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.75	0.25 - 0.3	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.9 - 1.0	0.8 - 0.95	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.25	0.8 - 0.9	0.65 - 0.7	0.8 - 0.9
0.35 - 0.55	0.6 - 0.8	0.7 - 0.9	0.6 - 0.8	0.55 - 0.7	0.55 - 0.75
0.4-0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.75 - 0.85	0.55 - 0.6	0.75 - 0.8
0.3 - 0.5	0.7 - 0.9	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
0.3 - 0.5	0.7 - 0.85	1.05 - 1.2	0.8 - 0.95	0.55 - 0.6	0.75 - 0.9
0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.85 - 0.9	0.75 - 0.85	0.8 - 0.9
0.4 - 0.6	0.6 - 0.75	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.65 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.85	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
0.3 - 0.4	0.6 - 0.75	0.95 - 1.1	0.85 - 1.0	0.8 - 0.9	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.85 - 0.95	0.7 - 0.75	0.75 - 0.9
1.1 - 1.15	1.1 - 1.5	1.1 - 1.3	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	1.05 - 1.2
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.7	0.2 - 0.25	0.65 - 0.7
0.3 - 0.4	0.7 - 0.75	1.0 - 1.15	0.75 - 0.8	0.5 - 0.55	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.0 - 1.15	0.7 - 0.8	0.4 - 0.5	0.75 - 0.9
0.3 - 0.5	0.75 - 0.85	1.05 - 1.2	0.9 - 1.0	0.6 - 0.7	0.8 - 0.9
0.4 - 0.5	0.7 - 1.0	1.0 - 1.3	0.75 - 0.8	0.5 - 0.6	0.85 - 1.05
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.7 - 0.8	0.35 - 0.45	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.0 - 1.2	0.9 - 1.0	0.75 - 0.85	0.85 - 0.95
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.25	0.8 - 0.95	0.6 - 0.65	0.75 - 0.9
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.05	0.8 - 0.9	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.75	0.2 - 0.25	0.8 - 0.9
0.3 - 0.4				1.05 - 1.2	0.85 - 1.05
					0.65 - 0.75
					0.85 - 0.9
					0.4 - 0.6
Premier chiffre: avec forte humidité (HR min>70%) et vent faible (U<5m/s).					
Second chiffre: avec faible humidité (HR min<20%) et vent fort (U>5m/s).					

(Source : Bulletin FAO : Irrigation et drainage (N33).)

