

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION  
DU PERIMETRE OUED H'DJAR DRAA EL MIZAN  
(W.TIZI-OUZOU) A PARTIR DU BARRAGE DE AIN-ZAOUIA**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> AMOUCHI Hacene**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M <sup>me</sup> MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> SAADOUNE Samra	M.A.B	Examinatrice
M <sup>r</sup> KOLAI Djafar	Professeur Associe	Examinateur
M <sup>r</sup> MERABTI Abdelaaziz	Doctorant	Promoteur

**Juin- 2014**

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION  
DU PERIMETRE OUED H'DJAR DRAA EL MIZAN  
(W.TIZI-OUZOU) A PARTIR DU BARRAGE DE AIN-ZAOUIA**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> AMOUCHI Hacene**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M <sup>me</sup> MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> SAADOUNE Samra	M.A.B	Examinatrice
M <sup>r</sup> KOLAI Djafar	Professeur Associe	Examineur
M <sup>r</sup> MERABTI Abdelaaziz	Doctorant	Promoteur

**Juin- 2014**

# Dédicaces

*Je dédie Ce Travail...*

✓ *À MES CHERS PARENTS*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

✓ *A MA CHER ET UNIQUE SOEUR*

*Hassina, la prunelle de mes yeux et la lumière de ma vie.*

✓ *A MON BEAU FRERE Slimane*

✓ *A LA MEMOIRE DE MES GRANDS PARENTS*

✓ *À MES CHERS ONCLES, TANTES, LEURS EPOUX ET EPOUSES*

✓ *A MES CHERS COUSINS ET COUSINES.*

✓ *À MES AMIS DE TOUJOURS : Les anciens*

✓ *À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉS  
AL'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL.*

✓ *À TOUS CEUX ET CELLES QUE J'AI OMIS DE  
CITER.*

*Amouchi / Hacene*

# Remerciements

*J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à notre **DIEU** tout puissant, de m'avoir, donné le courage et la volonté pour mener à bien ce travail. Car sans lui rien n'est possible.*

*Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à M<sup>r</sup> MERABTI.A (Mon promoteur) de conseils qu'il m'a prodigués et soin estimable aide.*

*J'adresse mes sincères remerciements à **tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes** qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions.*

*Je tiens à remercier **le président et les membres du jury** qui me feront l'honneur de juger mon travail.*

*Je remercie **mes très chers parents**, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier »*

*Enfin, je remercie tous **mes Ami(e)s** que j'aime tant, **said** (méloda), **ahmed** (agheyoul), **moh** (l'autonomie), **takfa** (afud), **ghiles** (zina), **moussa** (l'artiste), **sofiane** (kholyo), **oussama** (défavorable), **mooh** (bylka), **tofik** (anglais), **yazid** (USA), **karim** (baabaa), **ghiles** (chevel), **zahir** (chikh), **kelaleche** (rappeur), **arezki** (baaki), **mustapha** (mumus), **belkacem** (khoya ali), **ahmed** (gomez), **belouar** (elmanque), **hamza**, **karim**, **belkacem**, **ghani**, **lyes**, **said moustach**, **hocine**, **yazid**, **remdane**, **mahrez**, **idir**, **amar kamom**, **arezki**, **kamel505**, **ali nchawech**, **chabane**, **smail moustach**, **ahlem**, **hadjer**, **kahina**, **LYLIA**...*

*Pour leur sincère amitié et confiance, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.*

*À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude*

*Amouchi / Hacene*

## ملخص

إن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة و المتمثل في حساب سعة شبكة السقي بالتقطير و تحديد الأبعاد المتعلقة بشبكة توزيع للمياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة واد حجار ( ذراع الميزان) بولاية تيزي وزو ان المورد المائي آت من تعبئة مياه شبكة التزويد على مستوى سد عين الزاوية.

## RÉSUMÉ

Le présent mémoire a pour objectif, de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte et projection d'un réseau distribution de l'eau à travers le périmètre Oued H'djar (Draa El Mizan) dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

La ressource en eau provient de la mobilisation de l'eau au niveau du Barrage de Ain Zaouia.

## ABSTRACT

The present work aim, at dimensioning the network of irrigation and projection of a network of water distribution through the perimeter of Oued H'djar (Draa El Mizan) in the wilaya of Tizi-Ouzou. The water resource comes from the mobilisation of water on the level of the Ain Zaouia Dam.

## SOMMAIRE

Introduction générale

### Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction .....	2
I. Situation géographique .....	2
I.2. Situation climatologique .....	3
I.2.1.La température .....	4
I.2.2.Le vent .....	5
I.2.3.Le sirocco .....	6
I.2. 4.Humidité relative .....	6
I.2.5.Evaporation .....	7
I.2. 6. Nébulosité .....	7
I.2.7.Insolation.....	7
I.2.8.Précipitation .....	8
I.2.9.Indice climatique.....	8
I.2.9.1. Indice d'aridité De Martonne .....	8
I.2.9.2.Quotient pluviométrique d'Emberger .....	9
I.2.9.3.Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	10
I.2.9.4.1.Description du graphe .....	10
I.4.Géologie et Hydrogéologie .....	11
I.4.1Géologie .....	11
I.4.2 Hydrogéologie.....	11
I.5.Etude pédologique : .....	11
I.5.1.Les sols et les profils de description .....	12
I.5.2.Les profils de description.....	12
I.6.L'aptitude culturale des sols .....	16
I.7. La perméabilité en surface .....	16
I.8.La ressource d' eau : .....	17
I.9.Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude.....	17
I.9.Classification des eaux d'irrigation.....	17
I.9.1.Classification mondiale (F.A.O) .....	17
I.9.2.Classification américaine .....	18
Conclusion.....	21

## **Chapitre II : Techniques d'irrigation utilisées**

Introduction .....	22
II.1.Les techniques d'irrigation .....	22
II.1.1.L'irrigation gravitaire ou de surface .....	22
II.1.1.1 Irrigation par submersion : .....	22
II.1.1.2.Irrigation par planche : .....	22
II.1.1.3.Irrigation à la raie ou par rigole : .....	23
II.1.1.4.Irrigation par bassins : .....	23
II.1.1.5.Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation gravitaire.....	24
II.1.2.Les techniques d'irrigation sub-surface (souterraine) .....	24
II.1.2.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine .....	25
II.1.3.Les techniques d'irrigation sous pression.....	26
II.1.3.1.L'irrigation par aspersion .....	26
II.1.3.1.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation par asperseur .....	27
II.1.3.2.La micro irrigation : .....	27
II.1.3.2.1 Avantages et inconvénients de La micro irrigation .....	28
II.2.Choix de la technique .....	29
II.2.1. Selon les contraintes agronomiques .....	29
II.2.2. Selon les contraintes naturelles.....	30
II.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économiques .....	31
Conclusion.....	31

## **Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures**

Introduction .....	32
III.1.Présentation de la station pluviométrique .....	32
III.2.Analyse des données .....	32
III.2.1.Homogénéisation.....	32
III.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles .....	34
III.2.2.1.Ajustement a la loi de Gauss .....	34
III.2.2.2.Ajustement à la loi Log-normale.....	36
III.3. Détermination de l'année de calcul .....	38
III.4.Calcul des Besoins en eau : .....	38

III.4.1. L'évapotranspiration .....	39
III.4.1.1.Eléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration .....	39
III.4.1.2.Méthodes de détermination de l'évapotranspiration .....	39
III.4.1.3.Calcul de l'évapotranspiration potentielle.....	41
III.4.2.Calcul des besoins net des cultures .....	42
III.4.2.1.Les pluies efficaces .....	42
III.4.2.2.Choix des cultures .....	43
III.4.2.3.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures.....	43
III.4.2.4.Les Besoins nets mensuels totaux en eau des cultures.....	46
III.4.2.4.Volumes d'eau nécessaires à combler le déficit hydrique .....	46
III.5.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures: .....	47
III.6.Calcul des débits à transiter par le réseau.....	47
Conclusion.....	47

## **Chapitre IV : Dimensionnement de réseau d'irrigation et les différents ouvrages annexes**

Introduction .....	48
IV.1. Données générales.....	48
IV.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :.....	48
IV.2.1 .Calcul des besoins journaliers réduits .....	48
IV.2.2. Calcul de la dose nette pratique d'irrigation .....	49
IV.2.3. Calcul de la dose nette réelle d'irrigation .....	50
IV.2.4. Calcul de la dose brute .....	50
IV.2.5. Calcul de la fréquence minimale d'arrosage :.....	50
IV.2.6. Durée des arrosages.....	50
IV.2.7.Durée d'arrosage journalier .....	51
IV.2.8.Nombre de poste .....	51
IV.3. Calcul hydrauliques.....	51
IV.3. 1.Conditions hydrauliques .....	51
IV.3.2.Le débit .....	52
IV.3. 2.1.Calcul pour le poste 01: $S_1=3, 65\text{ha}$ .....	52
IV.3. 2.2.Calcul pour le poste 02 $S_2=3, 32$ .....	52
IV.3.2.2.1.Pour le sous poste $S'=21833.08 \text{ m}^2$ .....	52

IV.3.2.2.2.Pour le sous poste $S''=11448.32m^2$ .....	53
IV.3.3.Dimensionnement des différentes parties du réseau .....	53
IV.3.3.1.Le diamètre des rampes et les porte rampes.....	53
IV.3.3.2.Perte de charge .....	54
IV.3.3.3. Diamètre des conduites secondaires.....	54
IV.4. La pression d'eau à la borne de distribution N7 .....	55
IV.5. Le réseau de distribution .....	56
IV.5.1.Les équipements du réseau de distribution .....	56
IV.5.1.1.les équipements de contrôle des conduites .....	56
IV.5.1.2.Les ventouses .....	56
IV.4.1.3.Soupapes de décharge anti-bélier.....	57
IV.5.1.4.Les bornes d'irrigation : .....	57
IV.5.2.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles .....	57
IV.5.2.Dimensionnement du réseau de distribution .....	58
IV.6. Dimensionnement de la station de pompage.....	61
IV.6.1. Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station.....	61
IV.6.2.Types des bâtiments des stations de pompage .....	62
IV.6.3.Dimensionnement de réservoir de stockage.....	62
IV.6.3.1.Rôles des réservoirs .....	62
IV.6.3.4.Emplacement des réservoirs.....	63
IV.6.4.Détermination de débits a refoulé vers le réservoir .....	63
IV.6.5.Détermination de la hauteur manométrique totale .....	64
IV.6.6.Choix du nombre de pompes .....	65
IV.6.7.Choix du type de pompe .....	65
IV.6.8.Choix du nombre pompes à axe horizontal multicellulaires .....	65
IV.6.9.choix du nombre de pompes de secours.....	65
IV.6.10. Choix du moteur électrique.....	66
IV.6.11.Détermination de la hauteur admissible d'aspiration.....	67
IV.7.Dimension de la bache.....	67
IV.7.1. Le volume de la bache .....	67
IV.7.2. Surface de la bache.....	68
IV.7.3. Longueur et largeur de la bache .....	68
IV.8. Calcul du diamètre économique.....	68
IV.8.1. Calcul des pertes de charge .....	69

Conclusion.....	71
-----------------	----

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

Introduction .....	72
V.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).....	72
V.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir.....	73
V.2.1.Calcul du volume de terrassement.....	73
V.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée .....	73
V.2.1.2.profondeur de la tranchée .....	73
V.2.2.les conduites .....	73
V.2.2.1. Calcul du volume de déblai .....	73
V.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable .....	74
V.2.2.3. Calcul du volume de remblai.....	74
V.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir .....	75
V.5.Devis estimatif total.....	75
Conclusion.....	75

### **Chapitre VI : Organisation de chantier**

Introduction .....	76
VI.1.Les différents travaux sur le chantier .....	76
VI.1.1.Implantation du tracé des tranchées sur le terrain.....	76
VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose.....	76
VI.1.3. Excavation des tranchées .....	76
VI.1.3.1. La profondeur (H) .....	77
VI.1.3.2. Largeur de la tranchée.....	77
VI.1.3.3. Section de la tranchée .....	77
VI.2. Choix des engins de terrassement .....	77
VI.2.1 Pelle équipée en rétro .....	77
VI.2.2. Pelle équipée en butée.....	78
VI.2.3. Choix du bulldozer.....	78
VI.3. Pose de la canalisation .....	78

VI.3.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire.....	79
VI.3.2. Pose de canalisation dans un mauvais terrain .....	79
VI.3.3. Pose de canalisation en galerie .....	79
VI.3.4.Lit de pose.....	80
VI.3.5.Introduction de la canalisation .....	80
VI.4.Epreuve de joint et de canalisation : .....	80
VI.5.Remblaiement des tranchées .....	80
VI.6.Exploitation du système d'irrigation.....	80
VI.7. Objectif de l'exploitation .....	81
Conclusion générale.....	82

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes (1989-2012).....	4
Tableau I.2 : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents de (1989-2012). .....	5
Tableau I.4 : Répartition mensuelle de l'humidité relative en % (1989– 2012) .....	6
Tableau I.6 : Les moyennes mensuelles de la nébulosité (1989- 2012).....	7
Tableau I.7 : Insolations moyennes journalières (1989- 2012).....	8
Tableau I.8 : Caractéristiques de la station pluviométrique .....	8
Tableau I.9: Précipitations moyennes mensuelles (1980 – 2011).....	8
Tableau I.10 : Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de Martonne .....	9
Tableau I.11: les classes des sols de la région d'étude.....	12
Tableau I.12: Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 36 .....	14
Tableau I.13 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 146 .....	15
Tableau I.14 : Caractéristiques physiques des sols(selon Israesen-Hansen,1962).....	16
Tableau I.15: La composition chimique des eaux superficielles .....	17
Tableau I.16: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	18
Tableau III.1: Coordonnées de la station pluviométrique Ain Zaouia .....	32
Tableau III.2 :Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Ain Zaouia .....	34
Tableau III.3 : Les résultats d'ajustement a la loi normale .....	35
Tableau III.4: les résultats d'ajustement a la loi log-normale .....	36
Tableau III.5 : Reconstitution de l'année de probabilité 80%.....	38
Tableau III.6 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode.....	42
Tableau III.7 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	43
Tableau III.8 : Calcul du bilan hydrique pour la tomate .....	44
Tableau III.9 : Calcul du bilan hydrique pour la vigne .....	44
Tableau III.10 : Calcul du bilan hydrique pour l'agrume.....	45
Tableau III.11 : Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre .....	45
Tableau III.12 :Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures.....	46
Tableau III.13 Les besoins totaux en m <sup>3</sup> .....	46
Tableau IV.1: calcul de D <sub>cal</sub> de la rampe.....	54
Tableau IV.2: calcul de D <sub>cal</sub> du porte-rampe .....	54
Tableau IV.3: calcul des diamètres des conduites secondaires .....	55

Tableau IV.4:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable.....	55
Tableau IV.5: diamètre des ventouses adapte à la canalisation .....	57
Tableau IV.6 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles .....	58
Tableau IV.7: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation .....	58
Tableau IV.8: Caractéristiques de conduite de distribution .....	59
Tableau IV.9 : les dimensions du réservoir de stockage. ....	63
Tableau IV.10 : le débit a refouler vers le réservoir.....	64
TableauIV.11: la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement .....	64
Tableau IV.12 : les pompes a axe horizontale monocellulaires .....	65
Tableau IV.13 : les caractéristiques de moteur électrique.....	66
Tableau IV.14 : Dimensions de la bêche d'aspiration.....	68
Tableau VIII.15: les frais d'exploitation .....	70
Tableau V.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation .....	72
Tableau V.2 : Les volumes des travaux pour les conduites .....	74
Tableau V.3 : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir. ....	75
Tableau VI.1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.....	78
Tableau VI.2 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet .....	78

## Liste des figures

Figure I.1 Localisation de Ain Zaouia dans la wilaya de Tizi-Ouzou .....	2
Figure I.2 : Vue aérienne de la parcelle à étudier.....	3
Figure I.3: Variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne.....	4
Figure I.4: Variation de la vitesse moyenne du vent.....	5
Figure I.5: Le nombre de jours de sirocco .....	6
Figure I .6: Diagramme bioclimatique .....	10
Figure I.7: Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	11
Figure I.8 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation .....	20
Figure. II.1 :l'irrigation gravitaire .....	23
Figure II.2 : Schéma d'un réseau jouant le double rôle de sub-irrigation et drainage .....	25
Figure. II.3 : L'irrigation par aspersion.....	26
Figure. II.4 : Système d'irrigation en goutte a goutte.....	28
Figure III.1: Ajustement a la loi de Gauss .....	37
Figure III.2 : Ajustement à la loi Log-normale .....	37
Figure IV.1 : schéma explicatif de goutteur le plus défavorable .....	55
Figure IV. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses. ....	60
Figure V.1: schéma d'une tranchée.....	73

## **Liste des planches**

**Planche N°01** : Plan de situation

**Planche N°02** : plan d'occupation du sol

**Planche N°03** : plan du réseau projeté (goutte à goutte)

**Planche N°04** : Profil en long de la conduite Principale

**Planche N°05** : Profil en long de la conduite de refoulement

## INTRODUCTION GENERALE

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays. Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de lui un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

En Algérie le développement durable de l'agriculture est synonyme d'une maîtrise des aspects économiques, sociaux et écologiques de la distribution de l'eau agricole. La sécurisation des agriculteurs est complexe face à une disponibilité aléatoire de la ressource en eau, en raison de la baisse des précipitations, provoquant une diminution considérable et aléatoire du potentiel d'eau mobilisable.

La nécessité de l'irrigation en Algérie est incontournable, l'irrégularité annuelle et interannuelle des précipitations a été maintes fois soulignée lors des dernières statistiques . Ainsi la préservation et la conservation des superficies irriguées, voire leur extension, pose le problème de l'offre en l'eau d'irrigation. En effet, le risque climatique en Algérie étant récurrent, l'effort doit porter sur des solutions techniques et socio-économiques adaptées à la gestion rationnelle de la demande en eau.

Le périmètre de Oued H'djar d'une superficie totale de 140 hectares situé à Draa El Mizan wilaya de Tizi-Ouzou n'est pas épargné par ce problème qui nécessite la mobilisation de la ressource en eau ainsi qu'une bonne gestion de celle-ci.

La question qui nous parvient à l'esprit est la suivante :

- Quel procédé devrait-on mettre en place pour irriguer le périmètre de Oued H'djar situé à Draa El Mizan wilaya de Tizi-Ouzou, qui peut apporter des satisfactions au niveau de la production agricole et économique pour la région en question ?

Dans ce contexte, nous allons faire le dimensionnement du réseau d'irrigation capable de satisfaire les besoins en eau des cultures de la zone d'étude.

**Chapitre I :**  
**Analyse des conditions**  
**naturelles**

**Introduction**

Avant chaque projet de dimensionnement d'un réseau d'irrigation une bonne analyse des conditions naturelles à savoir la climatologie pédologie géologie cela va nous aider à choisir la culture et la méthode d'irrigation convenable.

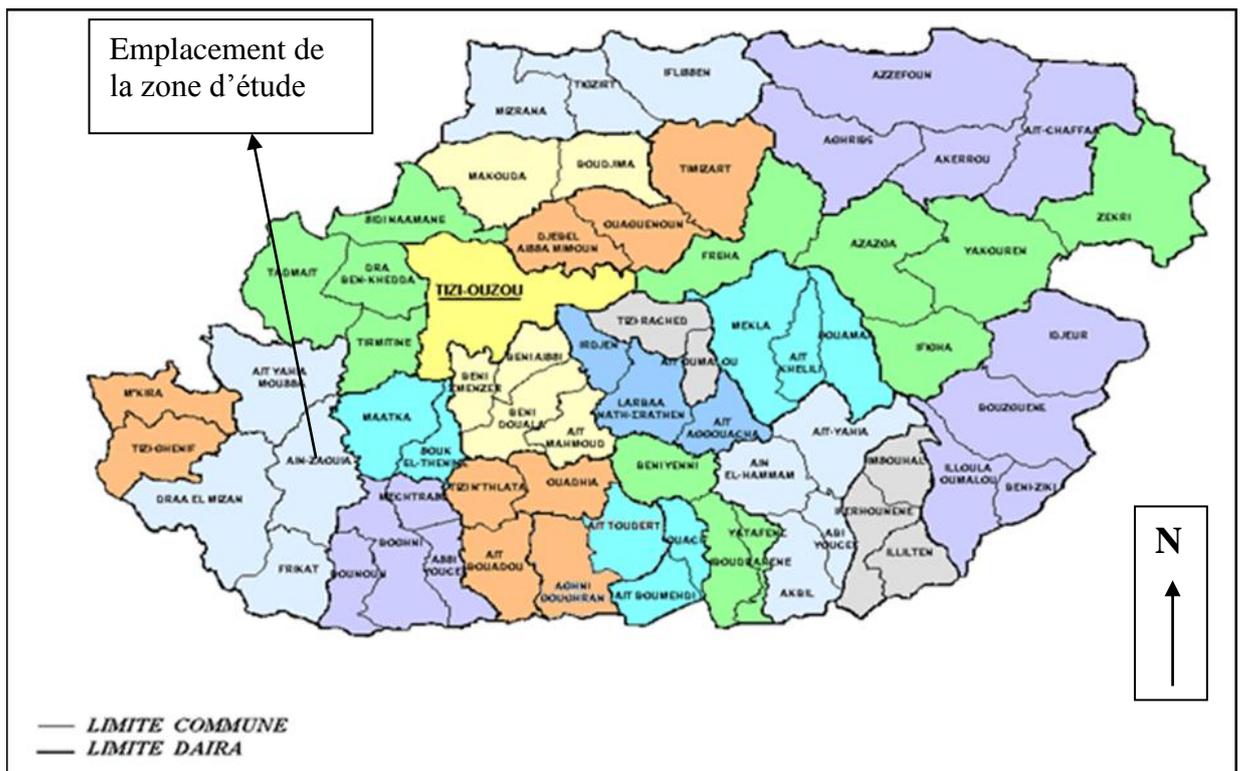
Dans ce chapitre nous allons présenter le maximum d'informations sur les paramètres cités au paravent.

**I. Situation géographique**

La commune de Ain Zaouia est situé dans la région sud-ouest de la Wilaya de Tizi-Ouzou entre 03°53' et 04°15' longitude Est et entre 36° 32' et 36°50 latitude Nord.

La commune d'Ain Zaouia est limitée comme suit :

- A l'Ouest et Sud-Ouest par la commune de Draa El Mizan
- Au Nord et Nord-Ouest par la commune de Ait Yaiha Moussa
- A l'Est et le Sud-Est par la commune de Boghni
- Au Sud par la commune de Frikat



**Figure I.1** Localisation de Ain Zaouia dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Le périmètre à irriguer est situé à 5 Km de Draa el Mizan entre oued Zaouia Rarfa est la route nationale N° 30 en direction d'Est au chef-lieu Wilaya (Tizi-Ouzou) via Boghni et Ouadhia

La figure ci-dessous représente une photo aérienne de la parcelle en question :



**Figure I.2 :** Vue aérienne de la parcelle à étudier

## I.2. Situation climatologique

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Les principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative.

Les conditions climatiques ont une influence décisive sur les conditions et le comportement hydrologique de bassin versant.

Dans la région il existe plusieurs stations pluviométriques dont la station de Ain Zaouia, qu'on choisit étant la plus proche du périmètre à irrigué

Les données des différents paramètres climatiques de la station de Ain Zaouia recueillies auprès de l'office national de la météorologie (ONM Tizi-Ouzou).

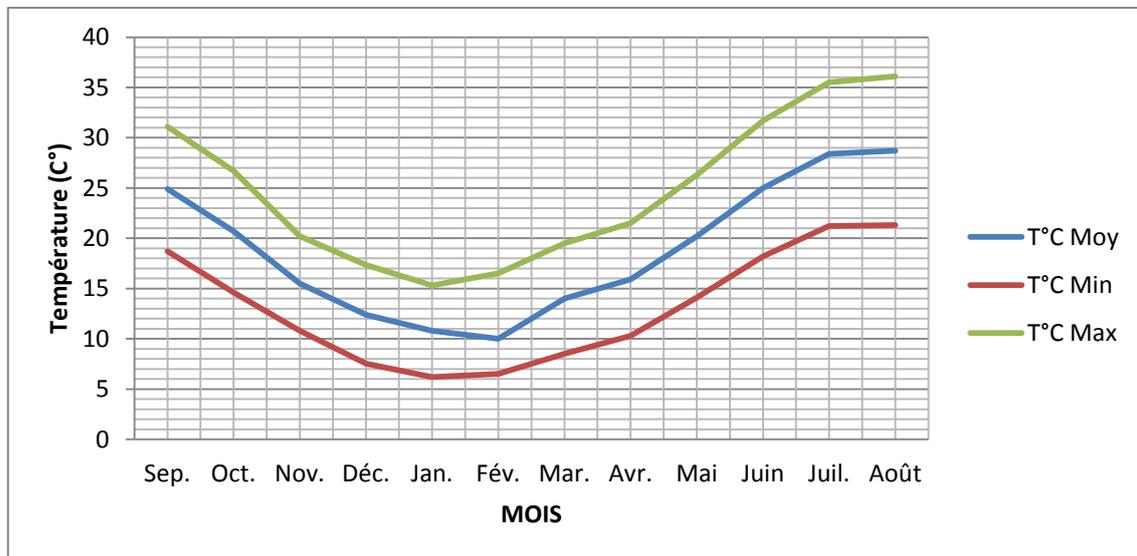
**I.2.1.La température**

La température est un facteur météorologique très important dans l'estimation du bilan hydrologique et rentre aussi dans l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle et réelle. Pour bien analyser les températures de notre région d'étude, nous avons utilisé celles enregistrées au niveau de la station de l'office National de météorologique de Tizi-Ouzou du (1989-2012).

**Tableau I.1** : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes (1989-2012)

mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy
T°C Moy	24,9	20,7	15,5	12,4	10,8	10	14	15,9	20,2	25	28,4	28,7	18,9
T°C Min	18,7	14,6	10,8	7,54	6,2	6,5	8,5	10,3	14,1	18,2	21,2	21,3	13,2
T°C Max	31,1	26,7	20,2	17,34	15,3	16,5	19,5	21,5	26,3	31,7	35,5	36,1	24,8

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)



**Figure I.3:** Variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne.

**Interprétation**

D'après le graphe nous avons constaté que la température moyenne maximale enregistrée est de 36.1°C au mois d'Aout, quand à la température minimale elle est de 6.2°C enregistrée au mois de Janvier.

Les valeurs des températures moyennes mensuelles varient beaucoup, l'écart entre les valeurs extrêmes est de 28.7°C. Les valeurs moyennes oscillent autour de 10°C, avec la moyenne des maximas de 28.7°C et la moyenne des minimas de 10°C.

La figure I.3 nous a permis aussi de distinguer deux périodes :

- La première période : c'est la période froide qui s'étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril avec des températures moyennes  $\geq 10^{\circ}\text{C}$ .  
Le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température de  $6.2^{\circ}\text{C}$ .
- La deuxième période : c'est la période chaude, de Mai à Octobre avec une température moyenne supérieur à la moyenne annuelle. Août est le mois le plus chaud de l'année avec  $36.1^{\circ}\text{C}$ .

**I.2.2.Le vent**

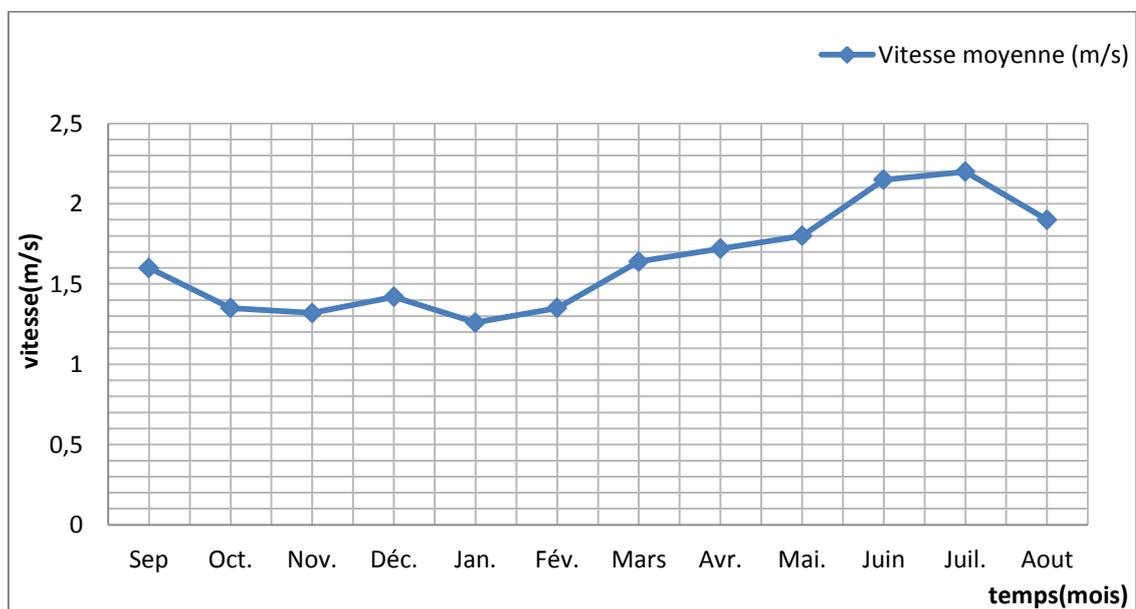
Le vent est un paramètre climatique essentiel correspond à de l'air en mouvement dans l'atmosphère créé par les différences de pression atmosphérique dues aux différences de température de l'air. Les déplacements naturels de l'air sont horizontaux, mais aussi verticaux. La vitesse moyenne des vents est considérée comme modérée.

Le vent a une grande influence sur les autres paramètres.

**Tableau I.2 :** Moyenne mensuelle de la vitesse des vents de (1989-2012).

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Aout
Vmoy (m/s)	1,6	1,35	1,32	1,42	1,26	1,35	1,64	1,72	1,8	2,15	2,2	1,9

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)



**Figure I.4:** Variation de la vitesse moyenne du vent.

**Interprétation**

La vitesse moyenne du vent est relativement faible et homogène durant toute l'année, elle oscille entre 1.26m/s en mai à 2.2m/s en Juillet.

**I.2.3.Le sirocco**

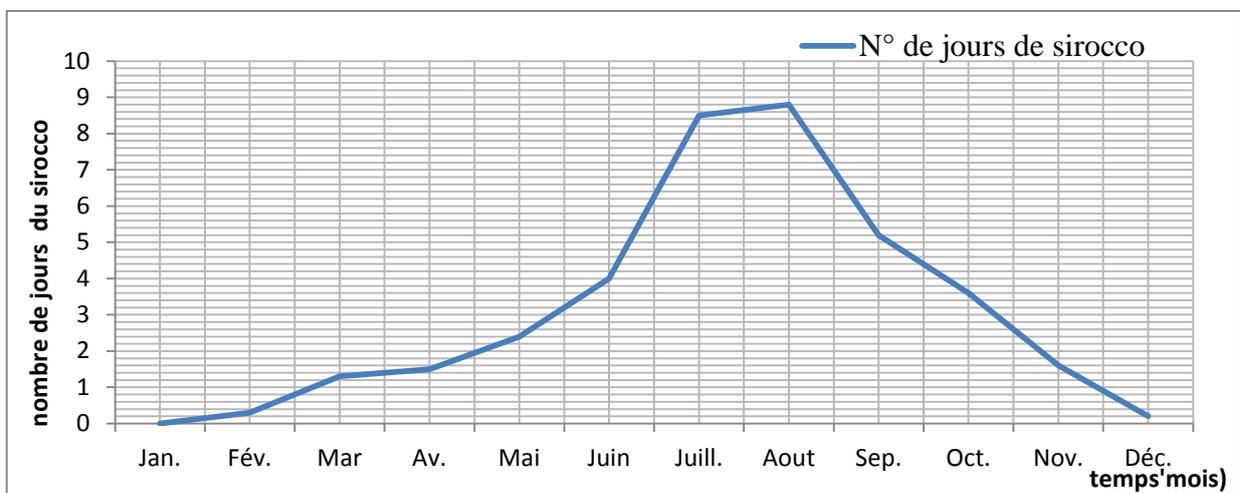
Vent chaud et sec de secteur Sud, chargé de poussières, prenant naissance au Sahara et soufflant sur les côtes d’Afrique du Nord au cours du printemps et de l’été.

Le nombre de jours de sirocco est donné par le tableau suivant :

**Tableau I.3 :** Nombre de jours de sirocco (1989-2012).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Av.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov	Déc.	Total annuel
Nombre de jours	0	0,3	1,3	1,5	2,4	4	8,5	8,8	5,2	3,6	1,6	0,2	37,4

Source :(O.N.M Tizi Ouzou)



**Figure I.5:** Le nombre de jours de sirocco

**I.2. 4.Humidité relative**

L’humidité relative de l’air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l’évaporation du sol et la couverture végétale.

L’humidité relative mensuelle comme le montre le tableau suivant est très rarement inférieure à 40% à l’exception faite des jours de Sirocco quand l’humidité relative de l’air peut diminuer de quelques pourcentages .

Les résultats d’observation sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau I.4 :** Répartition mensuelle de l’humidité relative en % (1989– 2012)

mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy
H(%)Min	36,5	42,8	51,2	58,6	57,4	51,5	46,7	45,9	44,1	31,9	29,2	29,8	43,8
H (%)Max	85,4	89,8	92,1	93,4	94,1	93,7	92	92,3	90,6	84,4	82	84	89,5
H(%) Moy	61	66,3	71,7	76	75,8	72,6	69,4	69,1	67,4	58,2	57	61	67,1

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)

### Interprétation

Le tableau suscité montre que l'humidité relative moyenne est importante en hiver et en printemps avec des valeurs maximales en Décembre et Janvier avec respectivement 76% et 75.8% Les valeurs minimales en Juillet et Aout avec 58.2%. et 61%.

#### I.2.5.Evaporation

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air. L'évaporation est mesurée par un bac cylindrique (bac classe A).

L'évaporation représente un paramètre essentiel dans l'analyse de la ressource en eau, dans ce cas une bonne estimation est nécessaire.

La distribution moyenne mensuelle de l'évaporation est donnée au tableau I.5.

**Tableau I.5 :** Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (1989- 2012)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout
EvMoyenne (mm)	118	97	77	63	59	54	72	88	104	135	157	154

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)

### Interprétation

On remarque d'après le tableau précédent qu'il existe deux périodes distinctes :

- 1) l'évaporation est très importante, sur la période qui s'étend du mois de mai à septembre.
- 2) du mois de novembre à mars, l'évaporation est plus faible.

#### I.2. 6. Nébulosité

La nébulosité correspond à la fraction du ciel couvert par les nuages ou la quantité de nuage qui empêche l'ensoleillement de la surface du sol. Elle est évaluée à l'aide d'une échelle graduée de 0    10. Le 0 indique un ciel tout à fait clair, alors que le 10 indique un ciel totalement couvert.

Les valeurs moyennes mensuelles de la nébulosité sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.6 :** Les moyennes mensuelles de la nébulosité (1989- 2012)

mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout
Nébulosité	3,1	4	4,7	4,5	4,7	4,3	4,5	4,6	3,5	3	2,1	2,4

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)

#### I.2.7.Insolation

Le phénomène d'insolation qui est défini par le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé.

**Tableau I.7 :** Insolations moyennes journalières (1989- 2012)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout
<b>Insolation (h)</b>	8.2	7.4	6	4.62	4.87	6.07	6.7	7.8	8.13	11.4	11.1	10.2

Source (O.N.M Tizi-Ouzou)

**I.2.8.Précipitation**

L'étude des précipitations, en vue de l'estimation des apports naturels aux plantes, est effectuée période par période. La période adoptée (semaine, décade, mois) doit être homogène avec celle retenue pour le calcul des besoins en eau des cultures.

La précipitation est un facteur climatique très important, elle nous permet de connaître les périodes ou les cultures ont besoin en irrigation ou non.

**Tableau I.8 :** Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la Station	Code de la station	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
Ain Zaouia	02-19-05	607,1	363,5	220	1980-2011	32ans

**Tableau I.9:** Précipitations moyennes mensuelles (1980 – 2011)

Mois	sept	oct.	nov.	déc.	Jan	Fév.	Mar	Avril	Mai	juin	juil.	aout	Année
P(mm)	36.8	54.3	82.9	111.3	93.4	84.9	68.8	68.1	50.7	9.4	2.8	9.4	673

Source (A.N.R.H Blida )

**I.2.9.Indice climatique**

A partir des Indices climatiques; nous entendons une codification du climat par des formules dont le but est de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur la plante. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels: pluviométrie et température les Indices les plus connus sont ceux d'E.MARATON (1926) et E.EMBERGER.

**I.2.9.1. Indice d'aridité De Martonne**

L'indice d'aridité De Martonne définit comme le degré de sécheresse du climat et par conséquent il nous oriente dans le choix des cultures, il est calculé par la formule suivante :

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

Avec : I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle

$$I = \frac{673}{18.9 + 10} = 24.6$$

**Tableau I.10** : Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

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

**Source:** Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau

À partir du tableau I.10 et la valeur de l'indice d'aridité De Martonne ( $I=24.6$ ) du climat de notre zone d'étude, on peut dire que notre climat est de type « relativement humide » ( $20 < I < 30$ ). donc l'irrigation est parfois utile.

### I.2.9.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le Quotient pluviométrique d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M + m)(M - m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2}$$

Tel que : Q : Coefficient pluviométrique d'Emerger.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froide en kelvin.

$$Q = \frac{2000 \times 673}{(36.1 + 273)^2 - (6.2 + 273)^2} = 73.89$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique D'EMBERGER ; et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique :Semi-aride
- Sous étage : Hiver tempéré

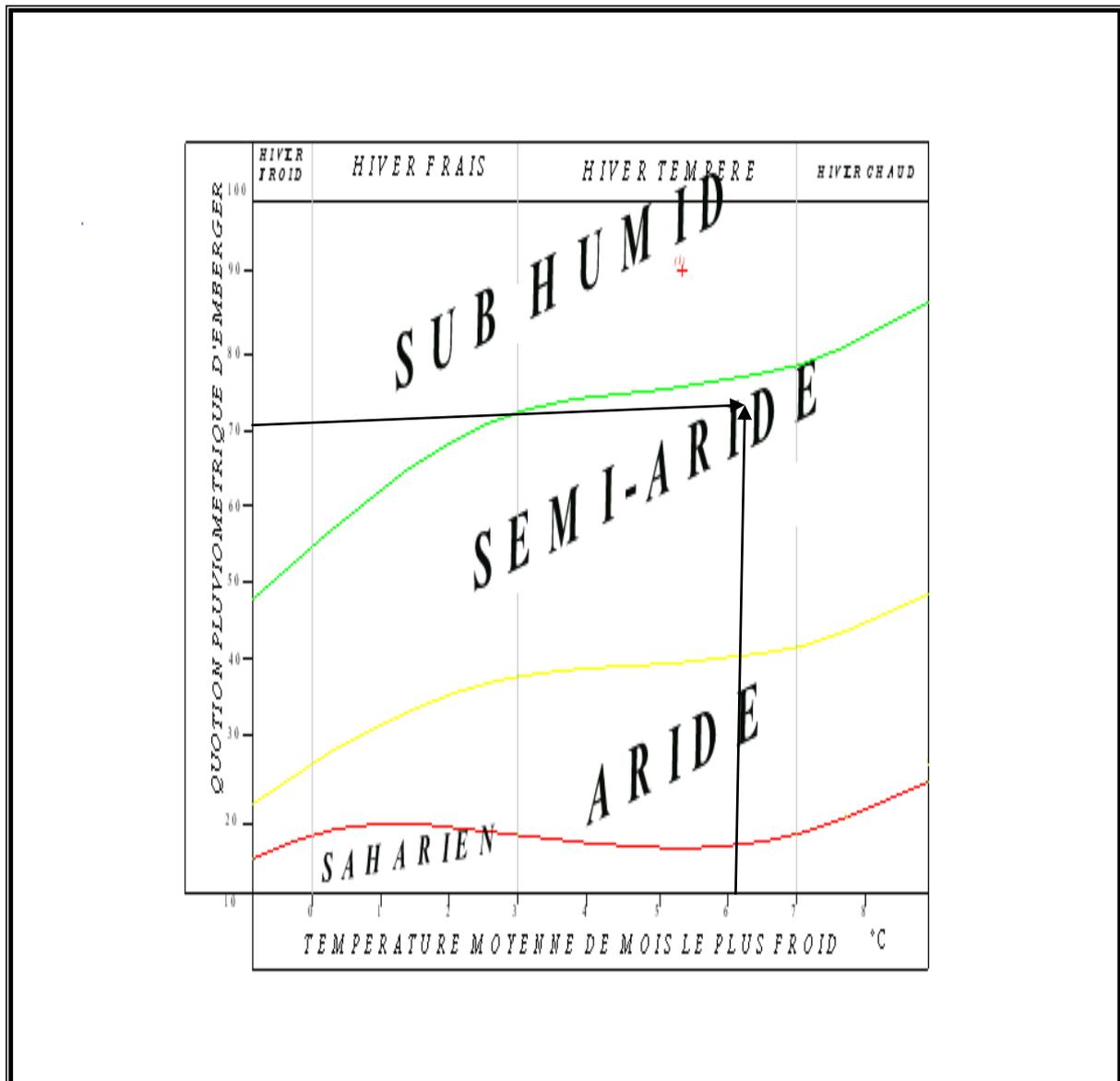


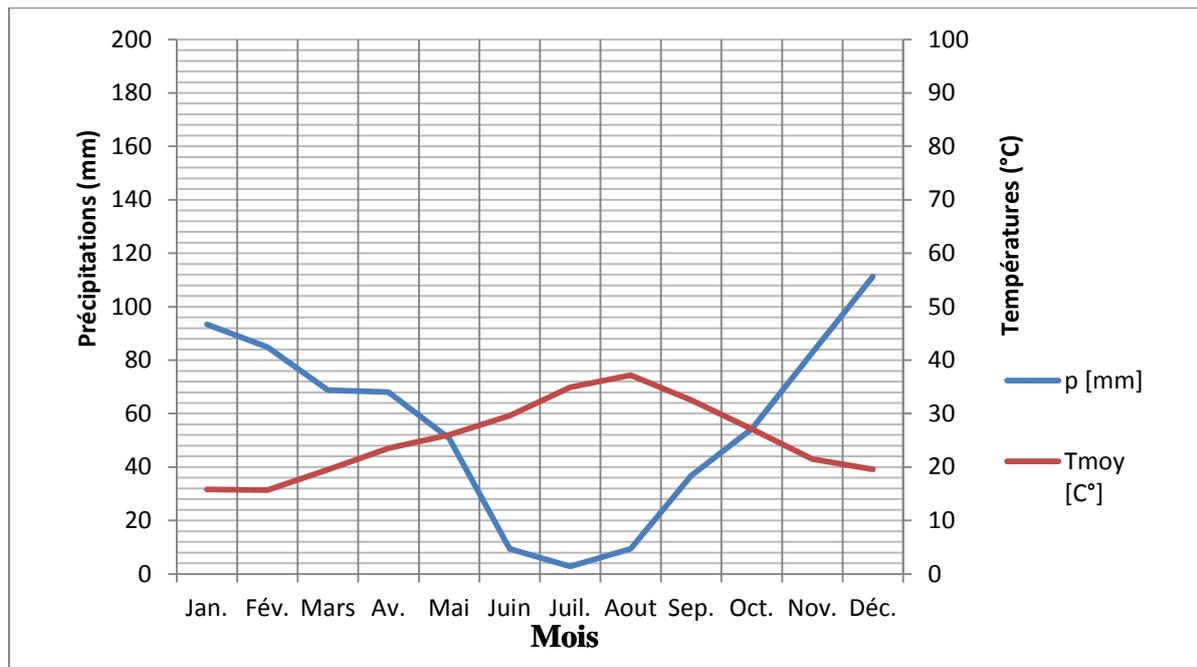
Figure I .6: Diagramme bioclimatique

**I.2.9.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen**

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale au double de celle de la température (Fig. : I.7).

**I.2.9.4.1. Description du graphe**

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, c'est-à-dire lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, c'est la période sèche, dans le cas contraire on dit que c'est la période humide



**Figure I.7:** Diagramme ombrothermique de Gaussen

### Interprétation

D'après le diagramme d'ombrothermique de Gaussen on distingue deux périodes

- La période sèche qui s'étale de Mai à Octobre ;
- La période humide Octobre à Mai ;

## I.4.Géologie et Hydrogéologique

### I.4.1Géologie

Au point de vue de la géologie le périmètre à irrigué est considéré en général de dépôt de l'Eocène supérieur présenté par des argiles gris-verdâtres et rouge-brunâtre avec des intercalations de grès de marnes et de calcaire.

### I.4.2 Hydrogéologie

Au point de vue hydrogéologie la nappe aquifère est assez profonde et n'exerce aucune influence sur les processeurs de la pédogenèse.

En général les eaux souterraines sont assez profonde elles peuvent atteindre en moyenne une profondeur de 6 m.

### I.5.Etude pédologique :

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Dans le cas de l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prise en considération, on peut citer notamment:

- La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines par suite la réserve en eau disponible.

- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui joue sur la rétention de l'eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer. La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

### I.5.1. Les sols et les profils de description

En se basant sur les prospections du terrain de la dépression Dra-El-Mizan (Etude agro-pédologique de la zone Dra-El-Mizan Tenira effectué par les services de la direction des études de milieu et de la recherche hydraulique service agro pédologie (W.Tizi-Ouzou) on a distingué les classes des sols suivantes :

**Tableau I.11:** les classes des sols de la région d'étude

Type de sol	Superficie (ha)	%
Sols minéraux bruts	780	8,8
Sols peu évolués	4320	49,3
Sols vertisols	2017	22,5
Sols isohumiques	1620	18,0
Sols hydromorphes	123	1,4
	8860	100,0

Source : (DSA Tizi-Ouzou)

On peut constater à partir de tableau précédent, que les sols peu évolués représentent presque la moitié de la superficie de la plaine étudiée avec 4320 ha (49.3%).

**Classe des sols peu évolués :** Cette classe constitue la majeure partie des sols du périmètre étudié. Elle est constituée principalement de sols peu évolués d'apport colluvial et de sols peu évolués d'apport alluvial et des sols d'érosion. On cite en exemple la description des profils n°36 et 146 pour les groupe des sols d'apport alluvial et colluvial respectivement.

### I.5.2. Les profils de description

#### ▪ Profil n° 36

**Classe :** peu évolué

**S /classe :** non climatique

**Groupe :** d'apport

**s/groupe :** modaux

**Famille :** sur alluvions récentes

**Topographie** : plat**Géomorphologie** : terraces**Microrelief** : plat d'oued

**De 0 à 27 cm** : sec, 10 YR 3-4/3, texture argilo-limono, structure polyédrique émoussée fine et moyenne à prismatique en motte, poreux, racines fines et moyenne cohérent et consistant dans les agrégats, petits graviers 10%, aucune effervescence.

**27- 50 cm** : litage de sable avec le gravier, friable, racines.

**50- 80 cm** : frais, 10YR 3-4/1-2 (presque gris), texture argilo-limoneux, structure polyédrique feuilletée angulaire fine, peu friable, poreux, fissuration fine, racines grossiers et moyennes, peu consistant, petits graviers et sable 5%, aucune effervescence.

**80-100 cm** : frais, 10YR 5/3, structure argilo-limoneuse, massif, moyennement cohérent, racine grossières, peu poreux, consistant, graviers et sable 5%, petits graviers, aucune effervescence.

**Conclusion**

- La teneur en humus diminue avec la profondeur.
- La capacité d'échange diminue brusquement avec la profondeur.
- PH diminue avec la profondeur.
- La texture devient plus légère en profondeur, s'améliore.

**▪ Profil n°146****Classe** : peu évolué**S /classe** : non climatique**Groupe** : d'apport colluvial**groupe** : verticale**Famille** : sur argiles**Coordonnées métrique** : X-597m Y-363m Z-350m**Topographie** : pente**Géomorphologie** : piedmont et glacis**Microrelief** : couvert de mottes

**0 à 15 cm** : sec, gris-olive, argileux, structure polyédrique anguleux à prismatique en motte, faiblement poreux un peu consistant mais friable sur la surface, peu de racines fines, fissuration dans les mottes, 5% débris des roches, aucune effervescence.

**15-42 cm** : frais, gris-olive, argileux, structure prismatique ; sous-structure polyédrique anguleux porosité faible, peu de racines, fissures verticales 2cm de large débris de roches argileuse, plombs de chasse Mn et se consistant, cohérent, parfois faces lissées aucune effervescence.

**42-48 cm** : Couche argileuse, imperméable.

**48-80 cm** : Argile oligocènes altérées, consistant, faible porosité.

**80-100 cm** : Roche argileuse consistante, faiblement altérée, non poreuse, les argiles sont hétérogènes de couleur différente, aucune effervescence.

Tableau I.12 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 36

Profondeur (cm)		0 – 27	27-50	50-80	80-100
Granulométrie	Argile %	48	31	37	30
	Limons fins %	20	16	17	17
	Limons grossiers %	4	6	6	8
	Sables fins %	16	15	12	21
	Sables grossiers %	8	9	14	14
Matière organique	C %	10	6,2	7,4	4,9
	MO %	1,7	1,05	1,25	0,83
	N %	1,39	0,96	/	/
	C/N	8	6	/	/
Calcaire total %		0,8	0,8	0,32	0,4
Calcaire actif %					
PH		7,4	7,58	7,34	7,34
CE dS/m		0,5	0,45	0,45	0,75
CEC Cmol/kg	Ca	22	23	20	18
	Mg	5	3	3	3
	K	1,03	0,52	0,49	0,37
	Na	0,56	0,56	0,39	0,39
	S				
	T	39	28	30	23
	S/T				
Densité réelle		2,5	2,4	2,3	2,3
Densité apparente		1,4	1,8	1,9	1,9
pF (H %)	2				
	2,5	34,6	25	27	23,9
	3	27,7	19,8	21,8	19
	4,2	18,3	13,1	14,1	11,8
K assimilable Cmol/kg		2,4	4,9	4,9	4,3

Source :(DSA Tizi-Ouzou)

Tableau I. 13 : Résultats des analyses des échantillons de sol du profil 146

Profondeur (cm)		0 – 15	15-42	42 -48	48-80	80-100
<b>Granulométrie</b>	Argile %	53	53	20	56	49
	Limons fins %	29	29	20	33	44
	Limons grossiers %	3	2	1	2	2
	Sables fins %	7	7	10	2	2
	Sables grossiers %	4	4	17	2	0
<b>Matière organique</b>	C %	5,8	5,1	3,14	2,2	1,3
	MO %	0,98	0,86	0,52	0,37	0,22
	N %	1,05	0,9	0,62	/	0,34
	C/N	5	5	5	/	4
<b>Calcaire total %</b>		1,6	2,4	2	1,2	0,24
<b>Calcaire actif %</b>		0,86	0,28	0,19	0,2	0,42
<b>PH</b>		7,53	7,66	7,6	7,58	7,34
<b>CE dS/m</b>		0,32	0,36	0,65	1,23	3,87
<b>CEC Cmol/kg</b>	Ca	2,9	2,9	2,3	2,1	2,2
	Mg	3	3	5	7	7
	K	1	1	0,67	0,72	0,72
	Na	0,72	1	1,3	2,5	3,2
	S	/	/	/	/	/
	T	27	34	30	29	29
	S/T	/	/	/	/	/
<b>Densité réelle</b>		2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
<b>Densité apparente</b>		1,8	1,9	1,8	1,9	1,8
<b>pF (H %)</b>	2	/	/	/	/	/
	2,5	30,7	31	31	34,3	32,4
	3	26,1	26,7	26,9	29,7	28
	4,2	21,3	21	21,3	2,38	22,2
<b>K assimilable Cmol/kg</b>		2,5	3,2	2,8	1,2	1,7

Source :(DSA Tizi-Ouzou)

**Conclusion de l'étude pédologique**

D'après les profils 36 et 146, on peut dire que notre sol à une texture argilo-limoneuse, et on a confirmé ce résultat sur le triangle de texture.

**I.6.L'aptitude culturale des sols**

Le choix des cultures se fait selon plusieurs facteurs qui sont:

——→**Climat** : La plante a des exigences climatiques tel que la quantité de chaleur nécessaire pour accomplir son cycle, température, minimales et optimales, besoins en eau et périodes critiques.

——→**Sol**: Les caractéristiques des sols ont une importance pour le choix des cultures, telle que la structure, le PH ...

La détermination des aptitudes culturales a été faite en tenant compte des exigences des divers types de cultures à l'égard des conditions du sol et du climat, qui constituent le milieu naturel.

A savoir que notre sol est à salinité faible ( $\leq 8$  mmhos/cm<sup>2</sup>), et que sa texture est fine avec 25à30% des éléments grossier, le calcaire actif est inférieur à 25%, sa profondeur varié de 50 à120 cm.

Alors, ce sol est favorable à toutes les cultures méditerranéennes (arboriculture, maraichère, culture industrielle et cultures céréalières et fourragères).

**I.7. La perméabilité en surface**

La perméabilité: c'est l'aptitude qu'un sol de se laisse plus ou moins traverse le sol par l'eau.

Elle est déterminée par la mesure de l'infiltration

Vu l'absence de données concrètes consternant ce paramètre, nous nous sommes permis d'en tirer les valeurs théoriquement en se basant sur le tableau de Israesen-Hansen.

Notre périmètre est de texture argilo-limoneuse, donc si on se réfère au tableau suivant on aura :

**Tableau I.14** : Caractéristiques physiques des sols(selon Israesen-Hansen,1962)

Texture du sol	Perméabilité	Porosité	Masse volumique	Capacité rétention	Point flétrissement	Réserve utile
	cm.h-1	%	Kg.dm-3	% vol.	% vol.	mm.M <sup>3</sup> Profondeur
Sablonneux	5	38	1.65	15	7	80
Sablo-limoneux	2.5	43	1.50	21	9	12
Limoneux	1.3	47	1.40	31	1	17
Argilo-limoneux	0.8	49	1.35	36	1	19
Limono-argileux	0.25	51	1.30	40	1	21
Argileux	0.05	53	1.25	44	2	23

Donc à partir de ce tableau on a les caractéristiques suivantes :

Perméabilité=0.8cm/h                      Porosité=49%                      Masse volumique=1.35kg/dm<sup>3</sup>  
 Masse volumique=1.35kg/dm<sup>3</sup>                      Hcc=36% vol      /      Hpf=1%  
 Ru=19 mm.m<sup>3</sup> de profondeur.

**I.8.La ressource d' eau :**

La région de la construction du barrage sur oued Moussa est situé a la partie Sud-Ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou et a 3 Km a l'Ouest de la ville de Draa El Mizan et le les caractéristiques de ce barrage sont les suivante :

- Nom : barrage d' Ain Zaouia
- Coordonnée : X : 360.234 / Y : 604.751
- Volume : 1.4Mm<sup>3</sup>.
- Hauteur :13.5 m
- Année de réalisation : 1977
- Superficie : 5008 m<sup>2</sup>

Et notre périmètre sera irrigué à partir de ce petit barrage.

**I.9.Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude**

L'analyse chimique des eaux superficielles de la région d'étude au sein des laboratoires de l'ANRH a montrée la composition suivante :

**Tableau I.15:** La composition chimique des eaux superficielles

Eléments	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	NO3 (mgN/l)	SO4 (mg/l)	CE (mmhos/cm)	Alcalinité (Mg /CaCO <sub>3</sub> )	PH
-	72	28	16	0.3	162	0.730	130	7.9

Source : (ANRH Alger)

**I.9.Classification des eaux d'irrigation**

**I.9.1.Classification mondiale (F.A.O)**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- \*1 g/l    bonne à l'irrigation.
- \*1-3 g/l    faiblement salée.
- \*3-5 g/l    moyennement salée
- \*5-10 g/l    fortement salée.



- **S1 :S.A.R<10**

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

- **S2 :10<S.A.R<18**

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

- **S3 :18<S.A.R<26**

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet

- **S4 :S.A.R>26**

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation. Voir figure I.8.

➤ Dans notre cas le calcul du SAR a donné la valeur suivante :

$$S.A.R = \frac{17}{\sqrt{\frac{70 + 26}{2}}} = 2.45$$

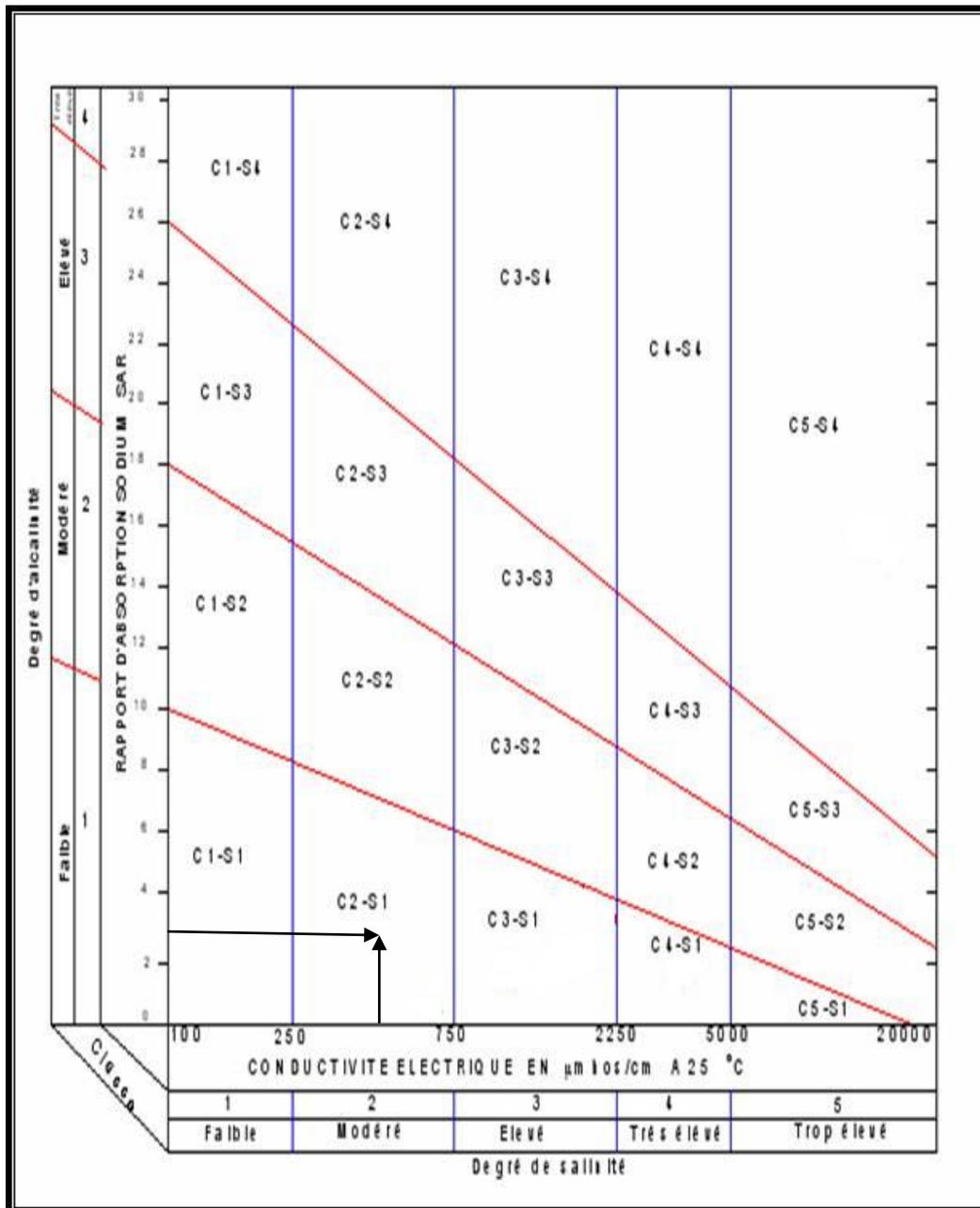


Figure I.8 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### Interprétation

La conductivité étant de 0,73 mmho/cm compte tenu de ce paramètre, l'eau du barrage servant à l'irrigation du périmètre peut être classée suivant le tableau Riverside, à la limite de la classe C2S1 en effet cette eau peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre cette eau a une salinité modéré et une alcalinité faible.

**Conclusion**

Ce chapitre nous a permis de localiser notre parcelle et de donner un aperçu général dessus ; définir le climat régnant sur la zone d'étude qui est semi-aride a hiver tempéré avec une pluviométrie annuelle de 673mm.

Et nous avons conclu que l'eau de barrage de Ain Zaouia est de bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

**Chapitre II :**  
**Techniques d'irrigation**  
**utilisées**

**Introduction**

Pour apporter de l'eau aux cultures agricoles, l'homme de tout temps a cherché à imiter la nature. Les systèmes les plus anciens utilisant les eaux des rivières ou des fleuves en ont imité les débordements: Ce fût l'irrigation par submersion; puis l'irrigation à la raie, l'irrigation souterraine. Enfin ce fût l'irrigation et par aspersion. Chaque système a ses inconvénients, tant sur le plan technique que sur les plans économiques et humains. Dernière-née des techniques, l'irrigation ponctuelle qui par sa forme la plus fine, est qualifiée de goutte à goutte, est une synthèse des méthodes précédentes en apportant des correctifs aux inconvénients techniques et humains tout en espérant des correctifs économiques.

Ces techniques citées ci-dessus se répartissent en trois types qui sont :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation de sub-surface (souterraine).
- L'irrigation sous pression (par aspersion ou par micro-irrigation).

Dans ce chapitre, nous avons à illustrer ces différentes techniques et leur usage à la parcelle, ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune d'entre-elles.

**II.1. Les techniques d'irrigation****II.1.1. L'irrigation gravitaire ou de surface**

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre, par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration et capillarité).

**II.1.1.1 Irrigation par submersion :**

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Il peut arriver que l'on maintienne une lame d'eau (submersion continue) suivant l'exigence de certaines cultures tel que le riz, ou au contraire que l'on provoque au bout d'un certain temps l'écoulement de l'eau non infiltrée dans les colatures (submersion alternée).

La submersion peut se faire par plusieurs procédés dont les bassins dépendants et indépendants, bassins en terrasse ou a billons, les rais et cuvettes en arboriculture.

**II.1.1.2. Irrigation par planche :**

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%.

Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables.

**II.1.1.3.Irrigation à la raie ou par rigole :**

L'eau, distribuée par rigoles, ruisselle sur le sol et s'y infiltre verticalement. Il s'agit d'un ruissellement en nappe ou déversement.

Cette méthode est essentiellement appropriée pour les cultures qui ne tolèrent pas la submersion de leurs feuillages ou de leur collet par les eaux pour un temps trop long. Elle ne convient pas pour les terrains en pente, et pour plusieurs types de sol.

**II.1.1.4.Irrigation par bassins :**

Est la plus connue dans (Irrigation gravitaire) ; sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération ,qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée.

En résumé les cultures recommandées sont :

- Les cultures en lignes, tels que le maïs, le tournesol, la canne à sucre et le soja.
- Les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux comme la tomate, la pomme de terre et les haricots.
- Les arbres fruitiers tels que les agrumes et la vigne ; Cette technique n'est pas à utiliser sur des sols sableux où les pertes par percolation sont importantes.



**Figure. II.1 :** l'irrigation gravitaire

**II.1.1.5. Avantages et inconvénients des techniques d'irrigation gravitaire****a. Avantages**

- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie faibles ou nuls.
- Techniques éprouvées.
- Insensibilité au vent.
- Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées.
- Possibilité d'utilisation d'eaux salées (en pratiquant le lessivage du sol).

**b. Inconvénients**

- Besoins importants en main-d'œuvre ; efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible .
- Inadaptation aux sols très filtrants.
- Planage nécessaire des parcelles (*NB* : un bouleversement trop important du sol nature, permis par les engins de terrassement, peut faire apparaître en surface des zones stériles).
- Desserte des parcelles en général assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer le parcellaire (*NB* : Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par canalisations enterrées à basse pression).
- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

**II.1.2. Les techniques d'irrigation sub-surface (souterraine)**

En irrigation de sub-surface, l'application de l'eau se fait sous la surface du sol elle peut consister en :

- un contrôle de la nappe au moyen d'un réseau d'assainissement qui peut fonctionner à l'envers par l'admission d'eau d'irrigation; ce réseau peut être constitué par des fossés profonds ou des drains enterrés; cette technique, qui intéresse des terrains humides relativement plats.

- la mise en place de dispositifs permettant l'humectation souterraine d'un volume de sol proche des racines des plantes ; le matériel destiné à opérer la diffusion de l'eau est constitué par des diffuseurs, récipients poreux dont une forme traditionnelle est constituée par le « canari » en terre cuite; cette technique est surtout employée en cultures maraichères sur de petites surfaces.

La figure ci-dessous nous donne l'exemple d'un réseau jouant le double rôle d'irrigation en période sèche et drainage en période humide :

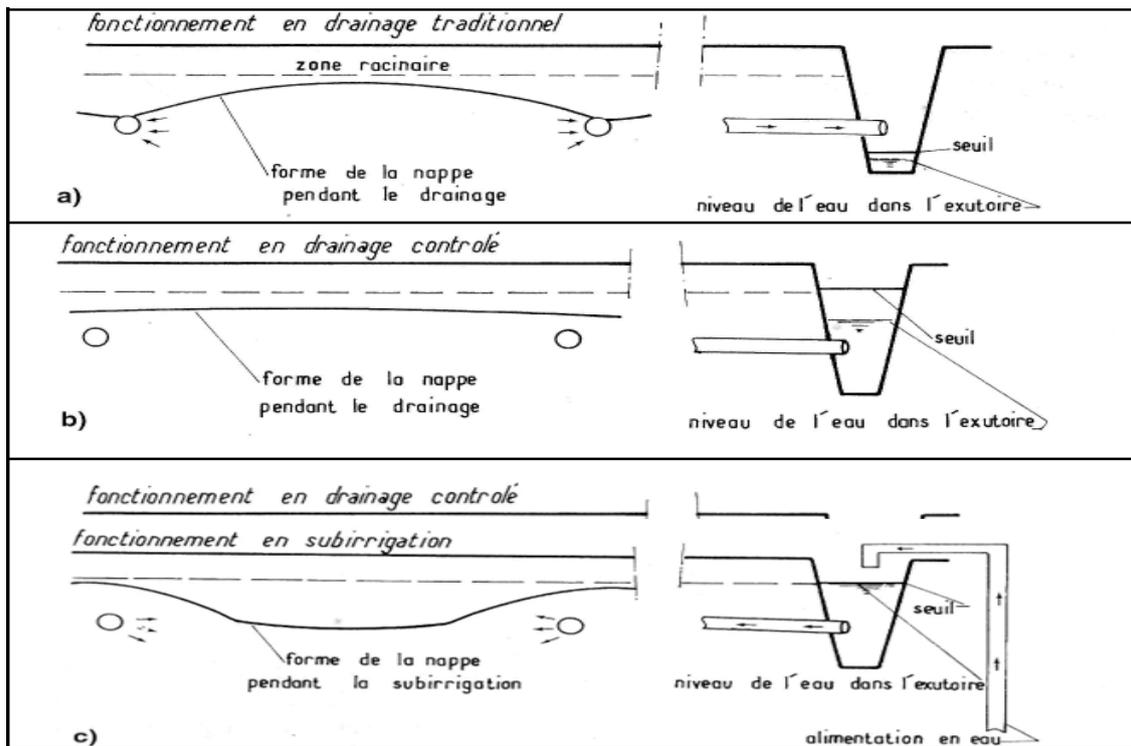


Figure II.2 : Schéma d'un réseau jouant le double rôle de sub-irrigation et drainage

### II.1.2.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation souterraine

#### a. Avantages

- Il vient d'abord d'un niveau d'investissement plus modeste que l'aspersion ou la micro-irrigation, niveau lié à la double fonction de drainage et l'irrigation.
- La portance est conservée pendant les arrosages rendant possible la circulation des engins agricoles, le sol restant sec en surface.
- Il y a un moindre lessivage en profondeur des fertilisants et pesticides.
- Il n'y a pas de perte d'eau par ruissellement et évaporation lors des arrosages.

Enfin, les frais de fonctionnement sont limités du fait de la faible importance des postes de main-d'œuvre de maintenance et d'énergie.

#### b. Inconvénients

- Elles tiennent d'abord aux conditions restrictives de sa mise en œuvre : topographie plane, sols perméables, ressource en eau abondante.
- Il y a des risques de déstabilisation de la structure du sol, au dessus et autour des drains liés à une saturation prolongée de la tranchée de drainage.

- Il peut aussi y avoir des risques de salinisation secondaire du sol lorsque la nappe rechargée est minéralisée.

### **II.1.3. Les techniques d'irrigation sous pression**

Un système d'irrigation sous pression est un réseau constitué de conduites, raccords et d'autres accessoires faisant acheminer l'eau sous pression de la source jusqu'à la surface à irriguer. On distingue deux types d'irrigation sous pression :

- L'irrigation par aspersion.
- La micro irrigation ou irrigation localisée (goutte à goutte).

#### **II.1.3.1. L'irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion est une technique relativement récente qui consiste à reproduire sur le sol le phénomène naturel de la pluie, avec toute fois le contrôle de l'intensité et de la hauteur de l'averse.

Il existe de nombreuses variantes de l'aspersion en termes de débit et de diamètre d'aspersion, de hauteur du jet au-dessus du sol (au-dessus des cultures, en dessous de feuillage), de type de mécanisme pour l'asperseur



**Figure. II.3 :** L'irrigation par aspersion

**II.1.3.1.1 Avantages et inconvénients de l'irrigation par asperseur****a. Avantages :**

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.
- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

**b. Inconvénients :**

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

**II.1.3.2.La micro irrigation :**

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol Ceci permet de Limiter les pertes par évaporation et percolation ; elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes.

Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes.

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit .



**Figure. II.4 :** Système d'irrigation en goutte a goutte

#### II.1.3.2.1 Avantages et inconvénients de La micro irrigation

##### a. Avantages :

- Une économie de mains d'œuvre (système fixe).
- La non sensibilité aux vents forts.
- Elle permet un dosage régulier en engrais.
- L'humidité au voisinage des racines reste élevée
- Une économie d'eau très importante : La perte du moyen de transport est minime.
- Les économies d'énergie : Une petite unité de puissance est requise par rapport aux systèmes d'irrigation par aspersion.
- La réduction des mauvaises herbes et les maladies : En raison de la surface mouillée limitée.

##### b. Inconvénients :

- Coût d'investissement élevé :
- Contrôle difficile des goutteurs.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Risque de salinisation
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée

**II.2.Choix de la technique**

Le choix de l'un ou de l'autre de ces procédés ne peut se faire au hasard, mais sur la base d'une analyse bien détaillée de ces différents modes et leur degré de compatibilité avec les contraintes de la région considérée du point de vue agronomique, naturel, technique et socio-économique.

**II.2.1. Selon les contraintes agronomiques**

Ce sont des contraintes liées aux rapports sol / plante et eau / plante et aux risques sanitaire. La plus part des plantes sont sensibles à l'asphyxie du sol et à la stagnation de l'eau, qui peuvent favoriser le développement de certaines maladies. Les eaux d'irrigation peuvent aussi si elles sont concentrées en chlore et en sodium entraîner des risques sanitaires aux plantes.

En agronomie, on distingue deux grandes catégories de cultures :

- Cultures pérennes : l'arboriculture, luzerne...
- Cultures non pérennes (saisonniers) :
  - ✓ Cultures couvrantes : céréale, fourragères ...
  - ✓ Cultures maraîchères.

**a) Cultures pérennes**

Suivant les contraintes agronomiques citées ci-dessus les procédés d'irrigation qu'on peut adapter sont :

- L'irrigation gravitaire.
- L'aspersion
- L'irrigation localisée.

**b) Cultures saisonnières**

- Cultures couvrantes :

- L'irrigation gravitaire (par planche de ruissellement ou par submersion).
- L'aspersion très adaptée

- Cultures maraîchères :

- L'irrigation gravitaire.
- L'aspersion
- L'irrigation localisée.

**II.2.2. Selon les contraintes naturelles****a) Climat**

Le climat est un des facteurs les plus importants et qui nécessite une analyse bien détaillée, dans notre analyse nous retiendrons l'évaporation et le vent

**• L'évaporation**

L'évaporation représente une contrainte très importante par le fait qu'elle entraîne des pertes d'eau important surtout sur les planches de ruissellement, ainsi que pour l'aspersion sur frondaison et cela est du à la longue portée du jet d'eau.

**• Le vent**

Le vent représente aussi une contrainte importante. Il favorise surtout l'irrigation de surface ou par gravite, par contre il est un facteur limitant pour l'irrigation par aspersion, c'est-à-dire que si la portée du jet d'eau est importante, la répartition de cette eau sur la surface du sol sera non uniforme. La lutte contre ce phénomène peut se faire par l'aménagement de brise-vent.

**b) Sol**

Le sol est un élément intermédiaire entre la plante et l'eau, cependant le sol est un facteur qui représente une contrainte très importante qu'on doit prendre en considération pendant le choix du mode d'irrigation.

Le plus important de cette contrainte, la texture du sol et sa perméabilité dans un sol à texture fine où la perméabilité est faible.

L'irrigation par gravité est utilisée avec précaution afin d'éviter l'asphyxie du sol, par contre dans le cas de l'irrigation par aspersion elle est plus adaptée seulement il faut que l'intensité de pluie soit inférieure à la vitesse d'écoulement dans le sol (perméabilité), encore on peut utiliser l'irrigation goutte a goutte.

**c) Topographie**

La topographie représente aussi une contrainte importante parmi les contraintes naturelles. Elle est caractérisée par la pente du terrain.

Un terrain à faible pente est caractérisé par une faible vitesse d'écoulement soit dans les canaux, soit dans les rigoles ce qui provoque la poussée des mauvaises herbes.

Donc il n'est pas nécessaire d'envisager l'irrigation de surface. Si la pente est très forte un problème d'érosion peut se poser, d'après la carte topographique de la région de Draa El

Mizan., les trois cas sont possibles mais l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte sont les plus adaptées.

**d) Transport solide des eaux****• Eau chargée**

Les matières en suspension peuvent colmater les orifices des asperseurs et des goutteurs, ce qui rend obligatoire d'implanter des stations de filtration. Donc dans ce cas on a le choix d'utiliser l'irrigation gravitaire.

**• Eau non chargée**

Dans ce cas on peut utiliser le mode d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte sans craindre le risque de colmatage, aussi on peut adapter l'irrigation par gravité.

**II.2.3. Selon les contraintes techniques et socio-économique****a) Contraintes techniques** il s'agit :

- Des dimensions et configurations des parcelles qui doivent correspondre aux paramètres linéaires de la technique d'arrosage.
- De la mise en œuvre et de l'entretien du système d'irrigation.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

**b) Contrainte socio-économique**

- Economie d'eau.
- Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée.
- Possibilité de créer des emplois.

**Conclusion**

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir la technique d'irrigation par le goutte à goutte, cette technique présentent beaucoup d'avantage par rapport à d'autres techniques d'irrigations.

**Chapitre III :**  
**Calcul des besoins en eau**  
**des cultures**

## Introduction

Un bilan hydrique doit être fait avant de dimensionnement d'un réseau d'irrigation afin de déterminer le déficit hydrique des cultures et d'en déduire les besoins nets et brutes à partir desquels on pourra ensuite calculer les diamètres des différents tronçons du réseau.

Le bilan étant basé sur les données de l'année hydrologique de probabilité de 80%, pour reconstituer cette dernière, une étude hydrologique doit être réalisée. Pour cela une série de pluies de plusieurs années (au moins 20 ans) du site à étudier est indispensable. Cette dernière sera l'objet d'un calcul ou d'un test d'homogénéisation, suivi d'une étude fréquentielle à loi normal, ou à la loi log normal puis choisir celle qui convient le plus à la série traitée, et c'est le but du chapitre si présent.

### III.1.Présentation de la station pluviométrique

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques de cette station pluviométrique prise en considération dans l'étude.

Les données pluviométriques recueillies au niveau de l'Office Nationale de La Météorologie (ONM) de la wilaya de Tizi-Ouzou se présentent sous forme de totaux mensuels et annuels pour la période (1980–2011).

: **Tableau III.1:** Coordonnées de la station pluviométrique Ain Zaouia

Nom de la Station	Code de la station	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
Ain Zaouia	02-19-05	607,1	363,5	220	1980-2011	32ans

(ANRH BLIDA)

## III.2.Analyse des données

### III.2.1.Homogénéisation

Toute étude hydrologique nécessite la vérification des données utilisées. L'information de base quand à sa qualité revêt une très grande importance. On ne peut espérer à des résultats concluants si la donnée de base n'est pas fiable. De ce fait, l'analyse hydrologique se base sur l'exploitation de données, présentées souvent sous forme de séries statistiques et sujettes la plupart du temps à des erreurs qu'on appelle erreurs systématiques, qu'il convient de détecter et de corriger.

La détection des anomalies et leur correction si elles en existent, passe obligatoirement par un test d'homogénéisation. Plusieurs types de tests existent et dans notre cas on utilisera le **test des rangs** ou **test de wilcoxon**. C'est le plus puissant des tests non paramétriques qui se base sur le principe suivant :

Si l'échantillon X est issu d'une même population Y, l'échantillon XUY (union de X et de Y) en est également issu. On procède ainsi:

Soit une série d'observations de longueur N à partir de laquelle on tire deux échantillons X et Y: n et m sont respectivement les tailles de ces échantillons, avec  $N = n + m$  et  $n < m$ .

On classe ensuite les valeurs de notre série par ordre croissant. Par la suite, nous ne nous intéresserons qu'au rang de chacun des éléments des deux échantillons dans cette série. Si une valeur se répète plusieurs fois, on lui associe le rang moyen correspondant

La condition pour que la série soit homogène est :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max}$$

$W_x$  : représente la somme des rangs des  $X_i$

$$W_{\min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$

$$W_{\max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96 \sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}$$

n : Taille de l'échantillon X ;

m : Taille de l'échantillon Y ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau III.2 :Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de Ain Zaouia

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
734	702,2	392,5	y	1	702,2	y	18
635,1	394	394	y	2	715,8	x	19
668,2	936,6	414,7	y	3	716,9	y	20
556,5	557,8	475,6	x	4	725,7	y	21
835,7	414,7	514,2	x	5	729	x	22
715,8	624,2	520,9	x	6	734	x	23
880,6	392,5	556,5	x	7	740,2	y	24
520,9	1106,9	557,8	y	8	743,6	x	25
597,7	740,2	586,8	x	9	768,9	y	26
475,6	716,9	590,2	y	10	835,7	x	27
743,6	590,2	597,7	x	11	853,1	y	28
729	859,2	624,2	y	12	859,2	y	29
586,8	648,8	635,1	x	13	880,6	x	30
514,2	641,9	641,9	y	14	936,6	y	31
670,3	725,7	648,8	y	15	1106,9	y	32
	768,9	668,2	x	16			
	853,1	670,3	x	17			

n = 15      m = 17      Wx = 234      Wmin = 195.6      Wmax = 299.4

La condition du test  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, la série de données de la station pluviométrique de Ain Zaouia est homogène.

### III.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles

#### III.2.2.1.Ajustement a la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste a :

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N}$$

Avec : n : Numéro d'ordre.      N : Nombre d'années observées

On doit calculer : La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$

L'écart type : 
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$
 Pour  $n \geq 30$

La variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYDROLAB**

**Tableau III.3** : Les résultats d'ajustement a la loi normale

Ajustement à la loi normale

Taille n=32		Moyenne= 673,05625 Ecart type=159,65002			I.C. à (en%)= 80		U Gauss=1,2817	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable Réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
734	392,5	1	0,0156	-2,154	392,5	329,119334	252,404973	387,711341
635,1	394	2	0,0469	-1,676	394	405,43364	340,806982	455,959014
668,2	414,7	3	0,0781	-1,418	414,7	446,663786	388,123259	493,275485
556,5	475,6	4	0,1094	-1,230	475,6	476,686466	422,308853	520,717174
835,7	514,2	5	0,1406	-1,078	514,2	501,025961	449,818325	543,169162
715,8	520,9	6	0,1719	-0,947	520,9	521,914603	473,25541	562,610004
880,6	556,5	7	0,2031	-0,830	556,5	540,492935	493,947714	580,053272
520,9	557,8	8	0,2344	-0,724	557,8	557,429274	512,671125	596,09493
597,7	586,8	9	0,2656	-0,626	586,8	573,153166	529,92257	611,119776
475,6	590,2	10	0,2969	-0,533	590,2	587,960265	546,04247	625,394273
743,6	597,7	11	0,3281	-0,445	597,7	602,065478	561,276741	639,113644
729	624,2	12	0,3594	-0,360	624,2	615,632431	575,811119	652,428028
586,8	635,1	13	0,3906	-0,277	635,1	628,791017	589,791556	665,458101
514,2	641,9	14	0,4219	-0,197	641,9	641,648509	603,337087	678,305027
670,3	648,8	15	0,4531	-0,118	648,8	654,297021	616,5484	691,057202
702,2	668,2	16	0,4844	-0,039	668,2	666,818832	629,513868	703,795142
394	670,3	17	0,5156	0,039	670,3	679,293668	642,317358	716,598632
936,6	702,2	18	0,5469	0,118	702,2	691,815479	655,055298	729,5641
557,8	715,8	19	0,5781	0,197	715,8	704,463991	667,807473	742,775413
414,7	716,9	20	0,6094	0,277	716,9	717,321483	680,654399	756,320944
624,2	725,7	21	0,6406	0,360	725,7	730,480069	693,684472	770,301381
392,5	729	22	0,6719	0,445	729	744,047022	706,998856	784,835759
1106,9	734	23	0,7031	0,533	734	758,152235	720,718227	800,07003
740,2	740,2	24	0,7344	0,626	740,2	772,959334	734,992724	816,18993
716,9	743,6	25	0,7656	0,724	743,6	788,683226	750,01757	833,441375
590,2	768,9	26	0,7969	0,830	768,9	805,619565	766,059228	852,164786
859,2	835,7	27	0,8281	0,947	835,7	824,197897	783,502496	872,85709
648,8	853,1	28	0,8594	1,078	853,1	845,086539	802,943338	896,294175
641,9	859,2	29	0,8906	1,230	859,2	869,426034	825,395326	923,803647
725,7	880,6	30	0,9219	1,418	880,6	899,448714	852,837015	957,989241
768,9	936,6	31	0,9531	1,676	936,6	940,67886	890,153486	1005,30552
853,1	1106,9	32	0,9844	2,154	1106,9	1016,99317	958,401159	1093,70753

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	538,717668	491,97714	578,379772	538,71	0,200	1,3
0,5	0,000	673,056266	635,929794	710,182739	673,05	0,500	2,0
0,8	0,841	807,394832	767,732728	854,13536	807,39	0,800	5,0

III.2.2.2. Ajustement à la loi Log-normale

Tableau III.4: les résultats d'ajustement a la loi log-normale

**Ajustement à une loi Log-normale**

Taille n=32  
 Moy.log(x-xo)=2,815908  
 E.T. log(x- xo)=0,105735  
 I.C. à (en%)=80  
 UGauss=1,282  
 xo=0

Valeurs de départ	Valeurs Classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
734	392,5	1	0,016	-2,154	392,5	387,365	344,598	423,57016
635,1	394	2	0,047	-1,676	394	435,174	394,331	470,03001
668,2	414,7	3	0,078	-1,418	414,7	463,414	423,836	497,55395
556,5	475,6	4	0,109	-1,230	475,6	485,125	446,518	518,81763
835,7	514,2	5	0,141	-1,078	514,2	503,47	465,649	536,88913
715,8	520,9	6	0,172	-0,947	520,9	519,766	482,593	553,04468
880,6	556,5	7	0,203	-0,830	556,5	534,702	498,064	567,95359
520,9	557,8	8	0,234	-0,724	557,8	548,693	512,491	582,01904
597,7	586,8	9	0,266	-0,626	586,8	562,009	526,152	595,50869
475,6	590,2	10	0,297	-0,533	590,2	574,843	539,247	608,61417
743,6	597,7	11	0,328	-0,445	597,7	587,343	551,921	621,48172
729	624,2	12	0,359	-0,360	624,2	599,621	564,291	634,22949
586,8	635,1	13	0,391	-0,277	635,1	611,775	576,451	646,95819
514,2	641,9	14	0,422	-0,197	641,9	623,889	588,483	659,75804
670,3	648,8	15	0,453	-0,118	648,8	636,04	600,459	672,71393
702,2	668,2	16	0,484	-0,039	668,2	648,302	612,45	685,90935
394	670,3	17	0,516	0,039	670,3	660,753	624,525	699,43351
936,6	702,2	18	0,547	0,118	702,2	673,492	636,776	713,40053
557,8	715,8	19	0,578	0,197	715,8	686,609	649,28	727,91931
414,7	716,9	20	0,609	0,277	716,9	700,205	662,126	743,11222
624,2	725,7	21	0,641	0,360	725,7	714,398	675,415	759,12555
392,5	729	22	0,672	0,445	729	729,332	689,269	776,13931
1106,9	734	23	0,703	0,533	734	745,19	703,841	794,38182
740,2	740,2	24	0,734	0,626	740,2	762,209	719,331	814,15193
716,9	743,6	25	0,766	0,724	743,6	780,707	736,003	835,85518
590,2	768,9	26	0,797	0,830	768,9	801,133	754,23	860,06544
859,2	835,7	27	0,828	0,947	835,7	824,155	774,563	887,63813
648,8	853,1	28	0,859	1,078	853,1	850,832	797,87	919,93737
641,9	859,2	29	0,891	1,230	859,2	883,006	825,662	959,35138
725,7	880,6	30	0,922	1,418	880,6	924,374	860,948	1010,6917
768,9	936,6	31	0,953	1,676	936,6	984,36	911,363	1086,3159
853,1	1106,9	32	0,984	2,154	1106,9	1105,85	1011,33	1243,0956

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	533,2567948	496,5698	566,5059715	533,25	0,200	1,3
0,5	0,000	654,4981965	618,4715	692,6234754	654,49	0,500	2,0
0,8	0,841	803,3050349	756,1577	862,6539252	756,15	0,724	3,6

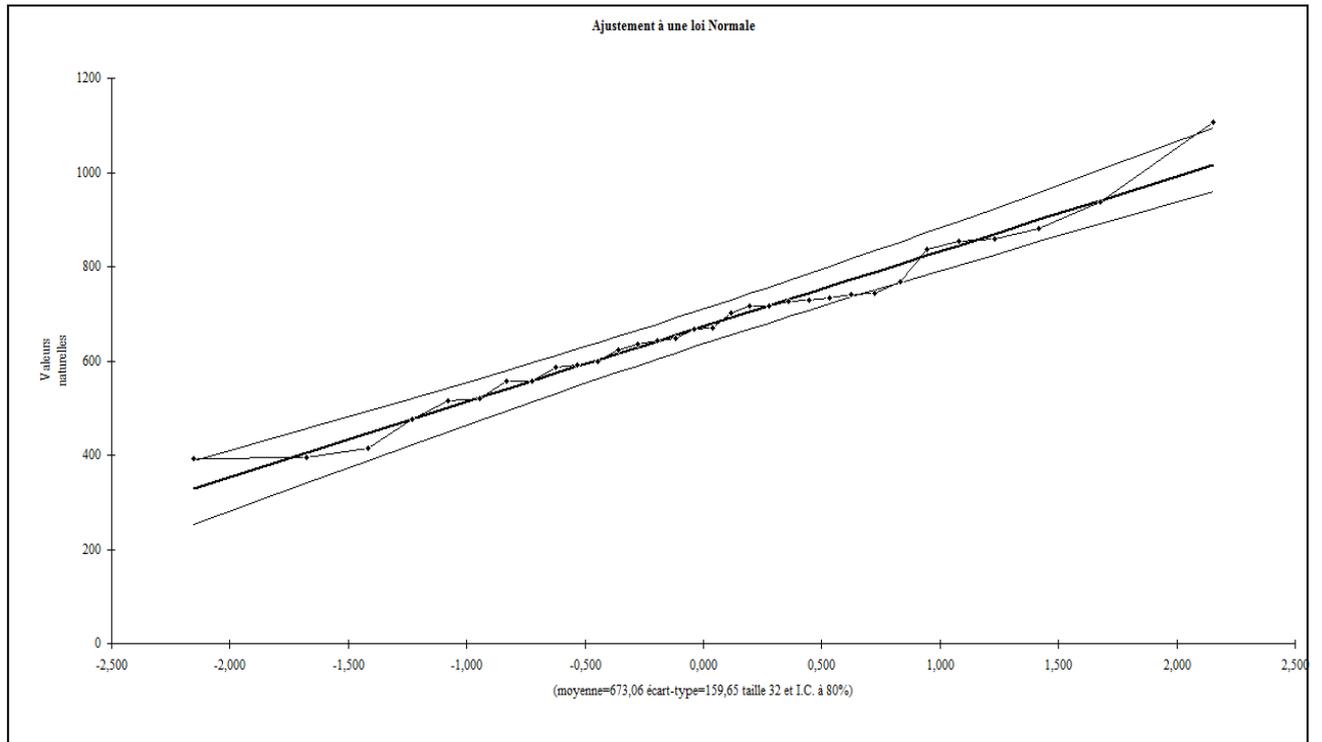


Figure III.1: Ajustement à la loi de Gauss

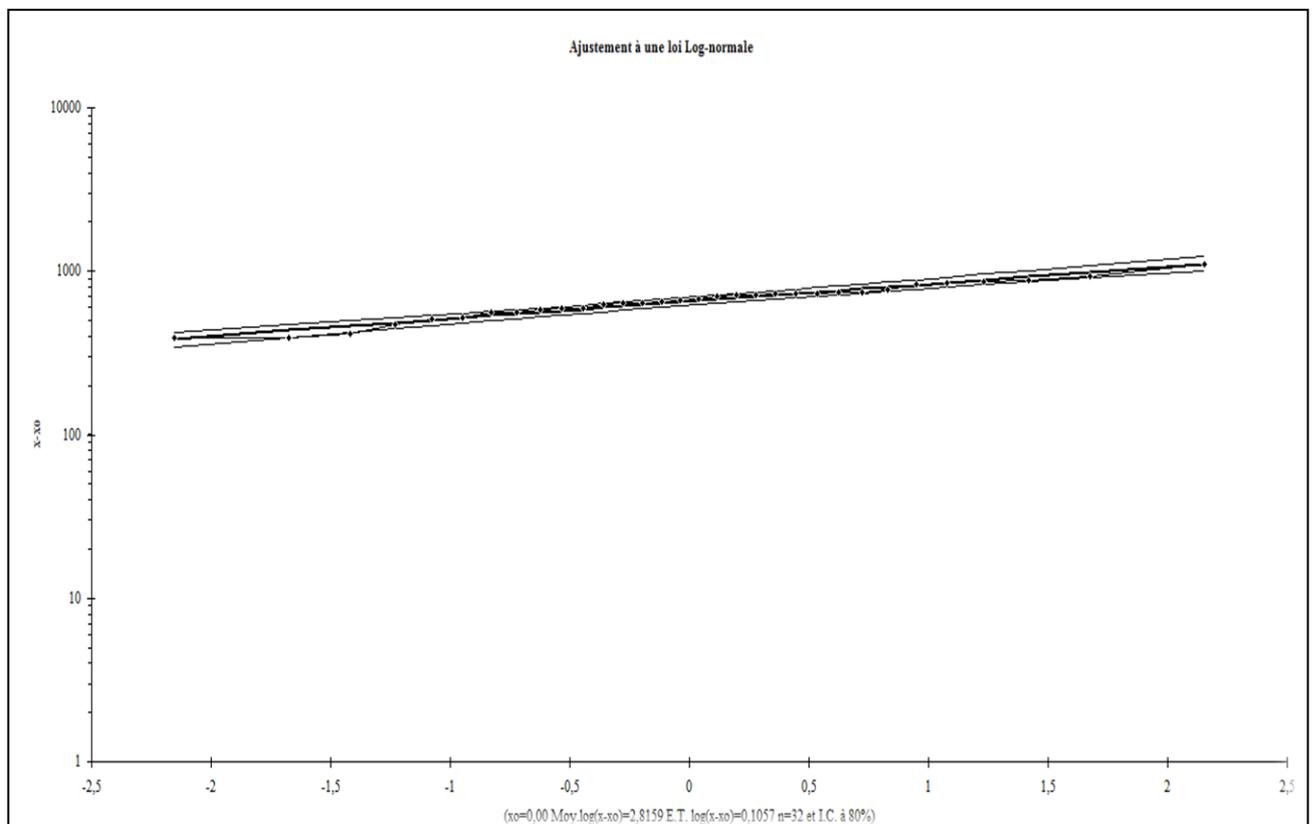


Figure III.2 : Ajustement à la loi Log-normale

### III.3. Détermination de l'année de calcul

D'après les figures (III.1 et III.2) on remarque que la loi de *Galton* est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région. La probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

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

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$P_{i,80\%} = P_{i,moy} \times \frac{P_{80\%}(\text{annuel})}{P_{50\%}(\text{annuel})}$$

D'après le tableau de l'Ajustement à la loi log normale on trouve :

$$P_{80\%} = 533.25 \text{ mm} \quad \text{et} \quad P_{50\%} = 654.49 \text{ mm}$$

$$\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 0.81 < 1 \quad \text{donc l'année de calcul sera obtenue par la loi précédente}$$

D'où l'année de précipitations de probabilité 80% sera comme suit

**Tableau III.5** : Reconstitution de l'année de probabilité 80%

Mois	Sept	oct.	nov.	déc.	Jan	Fév.	Mar	Avar	Mai	juin	juil.	aout	Année
P(mm)	29.8	43.9	67.2	90.2	75.7	68.8	55.7	55.1	41.1	7.6	2.3	7.6	545

### Interprétation de l'étude hydrologique

Au terme de cette étude on a reconstitué l'année hydraulique de probabilité 80%, qui nous sera utile pour le calcul de l'évapotranspiration et des besoins en eau des cultures.

La reconstitution c'est faite suivant les étapes ci-dessous :

- On a d'abord vérifié l'homogénéité de la série pluviométrique.
- On a fait l'ajustement de la série aux lois; normale (Gauss), puis log-normale (Galton).
- En fin on a déterminé l'année de calcul et on a trouvé que la précipitation moyenne annuelle égale à 545 mm .

### III.4. Calcul des Besoins en eau :

Toute plante a des exigences vis-à-vis du climat au sein duquel elle pousse. Celles-ci se traduisent par un certain nombre de besoins climatiques : besoins en rayonnement solaire intercepté par le feuillage, besoins thermiques pour l'accomplissement de son développement, besoins en eau pour sa croissance.

Ce dernier est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des

conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

#### **III.4.1. L'évapotranspiration**

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

On distingue trois types d'évapotranspiration :

##### **a. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou $ET_0$ )**

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant totalement le sol (tondu à 10 cm), bien alimenté en eau en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment.

##### **b. L'évapotranspiration réelle (ETR)**

Elle correspond à l'évapotranspiration qui se produit dans les conditions réelles de teneur en eau du sol.

##### **c. L'évapotranspiration maximale (ETM)**

Elle représente la quantité d'eau maximale susceptible d'être perdue lorsque la plante est mise en bonnes conditions d'alimentation hydrique et pour un sol proche de la capacité au champ.

#### **III.4.1.1.Éléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration**

Il s'agit des données météorologiques de base qui doivent être disponibles, moyennées ou cumulées, à différentes échelles de temps (l'heure, le jour, la décade, le mois, la saison ou l'année).

Cinq variables météorologiques sont principalement utilisées:

- Il s'agit de la température de l'air (mesurée sous abri à 2 mètres au-dessus du sol).
- La pression partielle de vapeur d'eau dans l'air (mesurée sous abri à la même hauteur).
- De la vitesse du vent (mesurée à 10 mètres au-dessus du sol).
- Du rayonnement solaire global (ou de la durée d'insolation journalière)
- De la pluviométrie.

#### **III.4.1.2.Méthodes de détermination de l'évapotranspiration**

L'évapotranspiration peut être estimée expérimentalement ou de manière empirique.

**a. Méthodes expérimentales**

- Les bacs d'évaporation.
- Les lysimètres.
- Les stations expérimentales

**b. Formules empiriques**

Elles se basent sur des formules utilisant de différentes données climatiques, certaines permettent de calculer directement l'ETR et d'autres calculent d'abord l'ETP.

Et voici quelques exemples de ces formules :

- **Formule de Blaney Criddle**

$$ETP = K(0,46t + 8,13)P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

- **Formule de Penman**

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \sigma}$$

Dans laquelle :

Rn : Rayonnement net « climatique ».

Ea : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : Chaleur latente de vaporisation ( $2,5 \cdot 10^6$  J/kg)

$\sigma$  : Constante psychrométrique ( $0,65 \text{ h la}^\circ\text{C}$ )

$p'(t)$  : Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T.

- **Formule de Turc**

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \text{ en (mm/mois) si Hr} > 50\%$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

$$ETP = 0,40(I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T+15}\right) \cdot \left(1 + \frac{50-Hr}{70}\right) \text{ si Hr} < 50\%$$

Dans laquelle :

Hr : L ;'humidité de l'air en %.

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

Avec :

I<sub>g<sub>a</sub></sub> : Radiation maximale théorique.

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

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

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

### c. Autres formules de calcul de l'ETP

De nombreuses autres formules de calcul de l'évapotranspiration ont été proposées. Citons, à titre d'exemple, celles de Thornthwaite, Bouchet, Doorenbos et Pruitt, Brochet-Gerbier, Primault, Priestley et Taylor. Bien que l'applicabilité de ces formules varie selon la zone climatique dans laquelle on se trouve (en zones tropicales humides, les formules qui ne font intervenir que la température sont inadéquates), il apparaît que, d'une façon générale et quel que soit la zone considérée, les formules qui donnent les meilleurs résultats sont celles qui font intervenir la radiation (Turc, Penman, et Penman-Monteith notamment).

#### III.4.1.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle

Pour ce faire on introduit dans le Cropwat les données climatologiques nécessaires, qui sont la température, l'humidité relative, la vitesse du vent et l'insolation, tout en faisant attention aux unités de mesures .

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo sont représenté dans le tableau III.6

**Tableau III.6 :** Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penmann- Montheih.

Country	Agrie		Station	Ain Zaouia			
Altitude	220	m.	Latitude	36.30	°N	Longitude	3.50 °E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	6.2	15.3	76	112	4.9	8.6	1.20
February	6.5	16.5	73	130	6.1	11.9	1.80
March	8.5	19.5	69	138	6.7	15.5	2.68
April	10.3	21.5	69	147	7.8	19.6	3.55
May	14.1	26.3	67	155	8.1	21.6	4.54
June	18.2	31.7	58	181	11.4	26.9	6.37
July	21.2	35.5	56	190	11.1	26.1	6.94
August	21.3	36.1	57	164	10.2	23.5	6.22
September	18.7	31.1	61	138	8.2	18.3	4.33
October	14.6	26.7	66	130	7.4	14.3	2.94
November	10.8	20.2	72	112	6.0	10.1	1.62
December	7.5	17.3	76	130	4.6	7.8	1.25
<b>Average</b>	<b>13.2</b>	<b>24.8</b>	<b>67</b>	<b>144</b>	<b>7.7</b>	<b>17.0</b>	<b>3.62</b>

### III.4.2.Calcul des besoins net des cultures

Pour obtenir les valeurs de l'ETR, et les besoins nets d'irrigation il est obligatoire d'introduire les valeurs de la pluie, choisir les cultures à irriguer et indiquer la qualité du sol.

#### III.4.2.1.Les pluies efficaces

La pluie efficace est définie comme étant la quantité de pluie ayant véritablement servi a la satisfaction des besoins de la culture en eau, pour la déterminer il faut juste estimer la fraction perdu par ruissellement, évaporation ou par percolation et la soustraire de la quantité de pluie de probabilité désignée dans notre cas on prend :

$$P_{eff} = 0.8 \times P_{80\%}$$

Tableau. III.7 : Précipitation efficace dans la zone d'étude

Station	Ain Zaouia	Eff. rain method	USDA S.C. Method
	Rain	Eff. rain	
	mm	mm	
<b>January</b>	75.7	66.5	
<b>February</b>	68.8	61.2	
<b>March</b>	55.7	50.7	
<b>April</b>	55.1	50.2	
<b>May</b>	41.1	38.4	
<b>June</b>	7.6	7.5	
<b>July</b>	2.3	2.3	
<b>August</b>	7.6	7.5	
<b>September</b>	29.8	28.4	
<b>October</b>	43.9	40.8	
<b>November</b>	67.2	60.0	
<b>December</b>	90.2	77.2	
<b>Total</b>	<b>545.0</b>	<b>490.8</b>	

#### III.4.2.2.Choix des cultures

Le choix du type de cultures à mettre en place doit tenir obligatoirement compte de :

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

La région de la Kabylie est connue par une production importante d'olives, figes dans les plaines ainsi que des agrumes, vignes, et les Noyaux-Pépins (pommiers, poirier, prunier, grenadier) et aussi les cultures marichaires et les tomates.

#### III.4.2.3.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETR - (Pe_{ff} + RFU)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z$$

Y : degré de tarissement    Da : densité apparente    Z : profondeur d'enracinement

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ    H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement

Pe<sub>eff</sub> : pluie efficace

L'irrigation est faite lorsque B>0 (bilan hydrique)

A partir de l'abaque de caractéristiques hydriques du sol on tire la réserve utile et l'humidités pondérales (a la rétention H<sub>cc</sub>, du flétrissement H<sub>pf</sub>) selon la texture de sol.

Pour les sols argilo-limoneuse RU=210 mm/m, on prend la profondeur d'enracinement de l'arboriculture 1,20m on trouve RFU=168mm.

**Tableau III.8** : Calcul du bilan hydrique pour la tomate

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0	1,2	37,2	0	66,5	168	-234,5	0
F	0	1,8	50,4	0	61,2	168	-229,2	0
M	0,6	2,68	83,08	49,85	50,7	168	-168,85	0
A	0,7	3,55	106,5	74,55	50,2	144,15	-119,8	0
M	1,1	4,54	140,74	154,81	38,4	0	116,41	116,41
J	1,2	6,37	191,1	229,32	7,5	0	221,82	221,82
J	1,07	6,94	215,14	230,2	2,3	0	227,9	227,9
A	0	6,22	192,82	0	7,5	2,3	-9,8	0
S	0	4,33	129,9	0	28,4	9,8	-38,2	0
O	0	2,94	91,14	0	60	38,2	-98,2	0
N	0	1,62	48,6	0	53	98,2	-151,2	0
D	0	1,25	38,75	0	77,2	151,2	-228,4	0

**Tableau III.9** : Calcul du bilan hydrique pour la vigne

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0,2	1,2	37,2	7,44	66,5	158,00	-217,06	0
F	0,25	1,8	50,4	12,60	61,2	168,00	-216,60	0
M	0,25	2,68	83,08	20,77	50,7	168,00	-197,93	0
A	0,3	3,55	106,5	31,95	50,2	168,00	-186,25	0
M	0,5	4,54	140,74	70,37	38,4	147,83	-115,86	0
J	0,7	6,37	191,1	133,77	7,5	0	126,27	126,27
J	0,8	6,94	215,14	172,11	2,3	0	169,81	169,81
A	0,8	6,22	192,82	154,26	7,5	0	146,76	146,76
S	0,65	4,33	129,9	84,44	28,4	0	56,04	56,04
O	0,5	2,94	91,14	45,57	60	0	-14,43	0
N	0,35	1,62	48,6	17,01	53	43	-78,98	0
D	0,2	1,25	38,75	7,75	77,2	88,24	-157,69	0

Tableau III.10 : Calcul du bilan hydrique pour l'agrume

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0,68	1,2	37,2	25	66,5	108,13	-149,33	0
F	0,7	1,8	50,4	35	61,2	139,35	-165,27	0
M	0,7	2,68	83,08	58	50,7	142,39	-134,93	0
A	0,7	3,55	106,5	75	50,2	118,54	-94,19	0
M	0,7	4,54	140,74	99	38,4	23,17	36,95	36.95
J	0,7	6,37	191,1	134	7,5	0	126,27	126.27
J	0,7	6,94	215,14	151	2,3	0	148,30	148.30
A	0,69	6,22	192,82	133,05	7,5	0	125,55	125.55
S	0,68	4,33	129,9	88,33	28,4	0	59,93	59.93
O	0,66	2,94	91,14	60,15	60	0	0,15	0.15
N	0,65	1,62	48,6	31,59	53	28,41	-49,82	0
D	0,65	1,25	38,75	25,19	77,2	56,22	-108,24	0

Tableau III.11 : Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)	B <sub>net</sub> (mm/mois)
J	0	1,2	37,2	0	66,5	70,00	-136,50	0
F	0	1,8	50,4	0	61,2	70,00	-131,20	0
M	0	2,68	83,08	0	50,7	70,00	-120,70	0
A	0	3,55	106,5	0	50,2	70,00	-120,20	0
M	0	4,54	140,74	0	38,4	70,00	-108,40	0
J	0	6,37	191,1	0	7,5	38,40	0,00	0
J	0	6,94	215,14	0	2,3	46	-48,20	0
A	0,5	6,22	192,82	96,41	7,5	0	88,91	88.91
S	0,85	4,33	129,9	110,42	28,4	0	82,02	82.02
O	1,02	2,94	91,14	92,96	60	0	32,96	32.96
N	0,85	1,62	48,6	41,31	53	18,69	-30,38	0
D	0,75	1,25	38,75	29,06	77,2	42,90	-91,04	0

III.4.2.4. Les Besoins nets mensuels totaux en eau des cultures

Tableau III.12 : Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures

cultures	Vigne (mm/moins)	Pomme de terre (mm /moins)	Agrume mm/moins)	Tomate (mm/moins)	Besoin total
J	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-
M	-	-	36.95	116.41	153.36
J	126.27	-	126.27	221.82	474.36
J	169.81	-	148.30	227.9	546.01
A	146.76	88.91	125.55	-	361 .22
S	56.04	82.2	59.93	-	165.9
O	-	32.96	0.15	-	33.11
N	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
Annuelle					1756.23

Donc les besoins total des cultures sont  $1756.23\text{m}^3/\text{ha}$  pour toute l'année.

Et les besoins de mois de pointe ( Juillet) sont  $5460.1\text{ m}^3/\text{ha}$ .

III.4.2.4. Volumes d'eau nécessaires à combler le déficit hydrique

Tableau III.13 Les besoins totaux en  $\text{m}^3$

Les cultures	Besoins annuels (mm)	Superficies occupées (ha)	Besoins annuels ( $\text{m}^3$ )
Vigne	498.88	41.524	205505.6
L'agrume	512.15	37.194	190470.4
Tomates	566.13	28.572	161743.3
Pomme de terre	204.07	32.710	66751.3
Total			453470.6

**III.5. Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures:**

Le volume d'eau stocké dans la retenue est 1,5 millions m<sup>3</sup>, et le besoin total de notre périmètre est de 453470.6 m<sup>3</sup>. Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

**III.6. Calcul des débits à transiter par le réseau.**

Le débit maximum journalier c'est le débit caractéristique, il est calculé par la formule suivante :

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

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 140 ha

$$B_{nette} = 227.9 \text{ (mm/mois)}$$

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calcule par la formule suivante :

$$q_{spécifique} = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot E_i} \quad \text{(Exprimé en l/s/h)}$$

Le débit spécifique : **qs = 1,13 l/s/h** donc : la condition de calcul le débit spécifique vérifié : **0,6 < q<sub>spécifique</sub> < 1,5**

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

Nh : nombre des heures d'irrigation=24h

nj: nombre de jours du mois de pointe = 31jours

Ei: Efficience d'irrigation ≈75%.

$$Q_{Car} = q_s \cdot S = 1,13 \cdot 140 = 158.2 \text{ l/s}$$

$$Q_{Car} = 158.2 \text{ l/s}$$

**Conclusion**

Ce chapitre nous a abouti à la détermination de l'année de calcul après l'étude hydrologique ; la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour notre cultures. Pour le dimensionnement du réseau collectif on retiendra débit spécifique la valeur de 1.13 L/s/ha

**Chapitre IV :**  
**Dimensionnement de réseau  
d'irrigation et les différents  
ouvrages annexes**

## Introduction

Ce chapitre consiste d'abord d'élaborer un plan de gestion de l'irrigation, cela en déterminant les durées et les fréquences d'arrosages.

Projeter un réseau capable d'alimenter toute la parcelle, et calculer les diamètres des différentes rampes et conduites.

Calcul des pressions et des vitesses dans les différentes bornes de distributions.

Choisir l'emplacement avantageux du réservoir et déterminer son volume.

Choisir les pompes les plus adéquates pour l'adduction, et dimensionnement de la conduite de refoulement et autres ouvrages.

### IV.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée de la parcelle (S03) appartenant nécessite des données de base comme la surface de la parcelle, le besoin journalier et le temps maximum journaliers de travail...etc.

**Culture** : agrume

- Espacement entre arbres : 4m
- Espacement entre arbres rangs : 4m

### Caractéristique de goutteur

- Débit nominale : 4l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

Besoin en eau journaliers de la culture à irriguer =4,78 mm/j

Temps maximum journalier de fonctionnement de l'installation est 20h

Surface de la parcelle =7,291 ha.

### IV.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

#### IV.2.1 .Calcul des besoins journaliers réduits

Les besoins en eaux calculé antérieurement ont été estimés en considérant que la totalité de la surface du sol est humidifié, alors que surtout dans le cas d'irrigation localisée, seulement une partie de ce sol est rechargée, et l'autre est laissée sèche. On peut dire que ces besoins ont été surestimés, d'où il est préférable d'appliquer un coefficient réducteur, dans le but d'avoir des résultats plus proches du réel. Ce coefficient appelé coefficient de réduction ( $K_r$ ), est lui aussi estimé en s'appuyant sur un autre coefficient qui est le taux de couverture

du sol ( $C_s$ ). Celui-ci représente la fraction de surface du sol couverte par le feuillage des plantes, il dépend particulièrement du type de culture et de son stade de développement.

$C_s$  est déterminé expérimentalement, alors que ( $K_r$ ) est calculé par plusieurs formules dont :

La formule de Keller et Karmeli : 
$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

La formule de Freeman et Garzoli : 
$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

La formule de Decroix : 
$$K_r = 0,1 + C_s$$

Le taux de couverture pour les arbres adultes est  $C_s=0.60$  donc on le prend cette valeur pour les oliviers, d'où :

$K_r=0.71$  (Keller et Karmelli)       $K_r=0.80$  (Freeman et Garzoli)       $K_r=0.70$ (Decroix)

L'évapotranspiration maximale journalière est de  $ETM=4.78\text{mm/j}$ .

Les besoins nets en irrigation localisé seront réduits à

$$B_j = ETM \times K$$

On prend  $K_r=0.8$  donc

$$B_j = 3.82 \text{ mm/j}$$

#### IV.2.2. Calcul de la dose nette pratique d'irrigation

La dose nette est la quantité d'eau en millimètres susceptible d'assurer un niveau d'humidité acceptable dans le sol et permettant une exploitation optimale pour la plante, sans tenir compte des pertes dues à l'efficacité du système d'irrigation.

La dose nette pratique (maximale) est donnée par la formule suivante :

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

Tel que : notre sol est de texture argilo limoneux sableuse

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

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement

$Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol ;  $Y = 0,66$

$Z$  : profondeur d'enracinement ; (mm)

$P$  : volume de sol humidifié.

Il est en fonction de :

\* $S_1$ : écartement entre les rampes (m)

\*Le débit d'un gouteur 4l /h

\*Ecartement des distributeurs sur la rampe et de la texture du sol.

Dans notre cas le sol est de texture argilo-limoneuse ( $H_{cc}=27\%$  et  $H_{pf}=13$ )

La profondeur racinaire dans le cas d'agrumes est  $Z= 1200\text{mm}$

L'écartement entre les rampes est de  $S_r=4m$  et le sol est de texture moyenne d'où  $P=25\%$

D'où  $D_p = RFU \times P\% = 168 \times 0,25$

$$D_p = 42 \text{ mm}$$

#### IV.2.3. Calcul de la dose nette réelle d'irrigation

Elle est estimée à:  $D_r = 0,9 \times D_p$

$$D_r = 37,8 \text{ mm}$$

#### IV.2.4. Calcul de la dose brute

C'est la quantité d'eau à assurer tout en tenant compte des pertes dues à l'efficacité du système d'irrigation ainsi qu'à l'uniformité de l'irrigation.

$$D_{brut} = D_r / R_p \quad \text{si } R_p \leq 1$$

$$D_{brut} = D_r \times R_p \quad \text{si } R_p > 1$$

$$R_p = E \times C_u$$

E: Efficacité de l'irrigation ( $E=0.9$  pour l'irrigation localisée)

$C_u$  : Coefficient d'uniformité du système de l'irrigation (en irrigation localisée  $C_u$  est inférieur à 1 on le prend 0.9) .

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \times \text{eff}} = \frac{37,8}{0,9 \times 0,9} = 46,66 \text{ mm}$$

$$D_{brute} = 46,66 \text{ mm}$$

#### IV.2.5. Calcul de la fréquence minimale d'arrosage

C'est le nombre minimal d'irrigations à appliquer par mois, elle est donnée par la formule :

$$F_{min} = \frac{D_r}{B_j}$$

$D_r$  : Dose nette réelle (mm)

$B_j$  : Besoins journaliers réduits (mm/j)

$$F_{min} = \frac{37,8}{3,83} = 9,89$$

$$F_{min} = 10 \text{ heures}$$

#### IV.2.6. Durée des arrosages

C'est la durée que prendra l'irrigation localisée pour atteindre la dose pratique réelle, elle est donnée par la formule suivante :

$$T = \frac{D_{brut} \times S_d \times S_r}{Q_d}$$

$D_{brute}$  : dose brute d'irrigation (mm).

$S_d$  : espacement entre les goutteurs (m).

$S_r$  : espacement entre les rampes (m).

$Q_d$  : débit d'un goutteur en litre par heure.

Les arbres sont disposés en 4m×4m et chacun aura deux goutteurs espacés d'1m

Le débit d'un goutteur est 4 l/h.

$$T = \frac{4 \times 46.66 \times 4}{2 \times 4} \quad \mathbf{T = 93.62 \text{ heures}}$$

#### IV.2.7. Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{94}{10} = 9.4 \text{ heures/jour} \quad \mathbf{D_j=10 \text{ heures/jour}}$$

#### IV.2.8. Nombre de poste

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{10} = 2 \quad \mathbf{N = 2 \text{ postes}}$$

### IV.3. Calcul hydrauliques

#### IV.3. 1. Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$  ;  $x = 0,5$  (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} ; \text{ telle que :}$$

$q(g)$  : débit nominal du goutteur ;

$H(n)$  : pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$$

$$\Delta H(\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière :  $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m.}$

Perte de charge linéaire :  $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m.}$

1/3 sur les porte- rampes  $P.d.c (pr) = 0,6 \text{ m c e .}$

2/3 sur les rampes  $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e.}$

**IV.3.2. Le débit**

$$Q_r = Q_g \cdot N_{g/r}$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec :

- $Q_r$  : Débit de rampe
- $Q_g$  : Débit de goutteur
- $N_{g/r}$  : Nombre des goutteurs par rampe
- $N_r$  : Nombre des rampes
- $N_{ti} Q_{pr}$  : Débit de porte rampe

**VII.3. 2.1. Calcul pour le poste 01:  $S_1=3$ , 65ha**

La longueur de la rampe : 200m

La longueur de la porte rampe : 188m

La longueur de la conduite secondaire : 192.5m

**a. Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{arbres} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{200}{4} = 50 \text{ arbres}$$

$$N_{arbres} = 50 \text{ arbres}$$

**b. Nombre des goutteurs par rampe :**

$$N_g = N_{arbres} \cdot n = 50 \cdot 2 = 100 \text{ goutteurs}$$

$$N_g = 100 \text{ goutteurs}$$

**c. Le nombre des rampes :**

$$N_{rampe} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{188}{4} = 47 \text{ rampes}$$

$$N_{rampe} = 47 \text{ rampes}$$

**d. Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g \cdot Q_g$$

$$Q_r = 100 \cdot 4 = 400 \text{ l/h}$$

$$Q_r = 400 \text{ l/h}$$

**e. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = Q_r \cdot N_r = 400 \cdot 47 = 18800 \text{ l/h}$$

$$Q_{Pr} = 18800 \text{ l/h}$$

**f. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs1} = Q_{Pr} \cdot N_{Pr} = 18800 \cdot 1 = 18800 \text{ l/h}$$

$$Q_{Cs1} = 18800 \text{ l/h}$$

**VII.3. 2.2. Calcul pour le poste 02  $S_2=3$ , 32**

$$S_2 = S' + S'' \text{ telle que : } S' = 21833.08 \text{ m}^2, S'' = 11448.32 \text{ m}^2$$

La longueur de la porte rampe : 188m

**IV.3.2.2.1. Pour le sous poste  $S' = 21833.08 \text{ m}^2$**

**a. Le nombre d'arbre :**

$$N_{\text{arbres}} = \frac{\text{la surface de la parcelle}}{E_r * E_a} = \frac{21833}{4*4} = 1365 \text{ arbres}$$

$$N_{\text{arbres}} = 1365 \text{ arbres}$$

**b. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 13651 * 4 * 2 = 10920 \text{ l/h}$$

$$Q_{Pr1} = 10920 \text{ l/h}$$

**IV.3.2.2.2. Pour le sous poste**  $S'' = 11448.32 \text{ m}^2$

**a. Le nombre d'arbre :**

$$N_{\text{arbres}} = \frac{\text{la surface de la parcelle}}{E_r * E_a} = \frac{11448}{4*4} = 715 \text{ arbres}$$

$$N_{\text{arbres}} = 715 \text{ arbres}$$

**b. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 715 * 4 * 2 = 5720 \text{ l/h}$$

$$Q_{Pr2} = 5720 \text{ l/h}$$

**C. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs2} = Q_{Pr1} + Q_{Pr2} = 10920 + 5720 = 16640 \text{ l/h}$$

$$Q_{Cs2} = 16640 \text{ l/h}$$

Donc le débit total nécessaire pour toute la parcelle concernée par le réseau goutte à goutte.

$$Q_t = Q_{Cs1} + Q_{Cs2} = 18800 + 16640 = 35440 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 0,0098 \text{ m}^3/\text{s}$$

**IV.3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau****IV.3.3.1. Le diamètre des rampes et les porte rampes**

Le diamètre de rampes ainsi que de portes rampes est calculé d'après les formules

On propose que les rampes en PEBD.

$$\varnothing_r (\text{cal}) = \left[ \frac{P.d.c(r) \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\varnothing_{Pr} (\text{cal}) = \left[ \frac{P.d.c(pr) \times 2,75}{0,478 \times Q(pr)^{1,75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

- P.d.c (r) : La perte de charge dans la rampe
- Q(r) : Le débit de la rampe en l/h
- L(r) : La longueur de la rampe en m.
- $\varnothing_r$  (cal) : Le diamètre de rampes
- $\varnothing_{Pr}$  (cal) : Le diamètre de portes rampe

**IV.3.3.2.Perte de charge**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de “ Tison ”

$$i = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75}$$

la perte de charge unitaire

j=L i la perte de charge le long de la conduite en (m)

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau IV.1:** calcul de D<sub>cal</sub> de la rampe

poste	surface (m <sup>2</sup> )	Lr maximale(m)	Ng	Qr ( l/h)	H (m)	Dcal (mm)	D n (mm)	Hcal (m)
1	36552	200	100	400	1,2	18.46	20	0.821
2	S'=21833	218	109	436	1,2	19.41	20	1.047
	S''=11448	214	107	428	1,2	19.20	20	0.990

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 1.2 mce (la valeur maximale).

**Tableau IV.2:** calcul de D<sub>cal</sub>du porte-rampe

poste	Surface (m <sup>2</sup> )	Lpr (m)	Q pr (l/h)	Hpr (m)	Dcal (mm)	D n (mm)	H cal (m)	V (m/s)
1	36552	188	18800	0,6	87.13	90	0.514	0.81
2	S'=21833	104	10920	0,6	74.12	75	0.261	0.67
	S''=11448	84	5720	0,6	47.43	50	0.464	0.80

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 0.6 mce (la valeur maximale).

**IV.3.3.3. Diamètre des conduites secondaires**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5 m/s tel que :

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

Avec :

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement

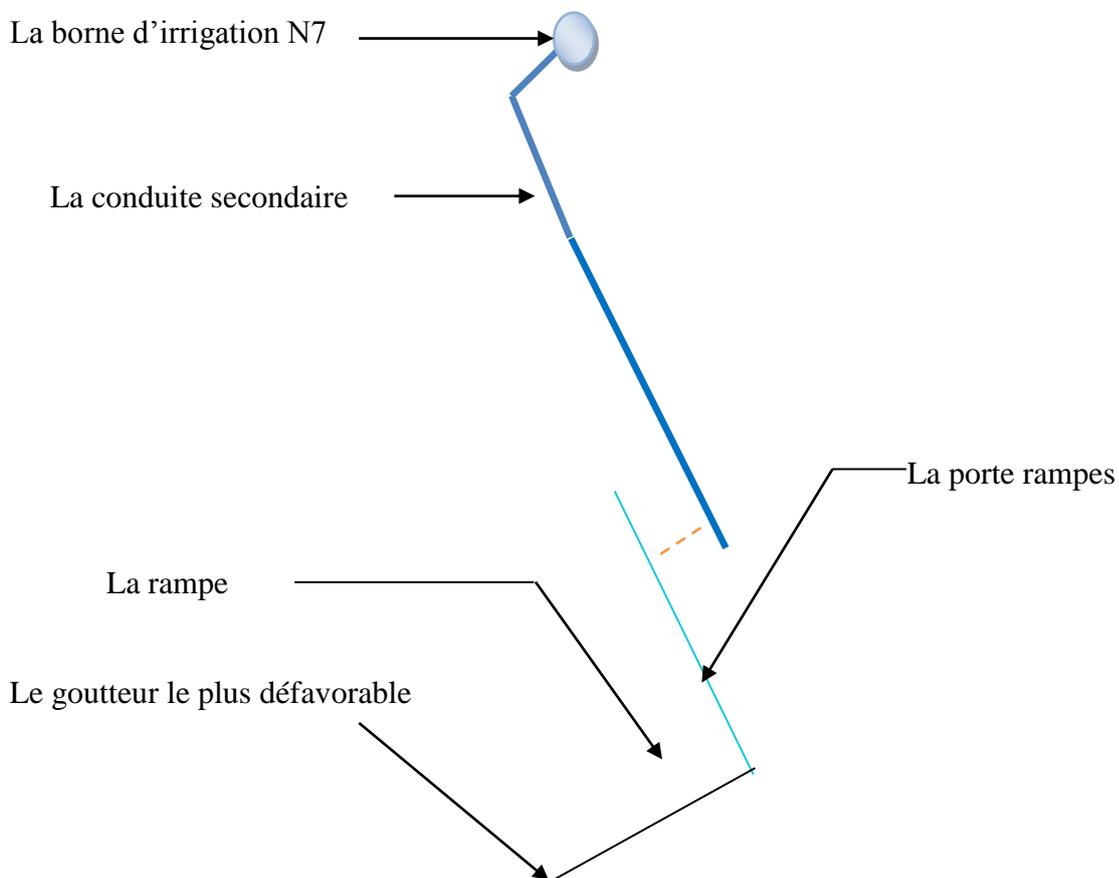
Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau IV.3:** calcul des diamètres des conduites secondaires

poste	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Vsupposé (m/s)	Dcal (mm)	D n (mm)	Vcal (m/s)
1	192.5	0.0098	1,5	91.20	110	1.03
2	189.5	0.0046	1,5	62.48	63	1.47

#### IV.4. La pression d'eau à la borne de distribution N7

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

**Figure IV.1 :** schéma explicatif de goutteur le plus défavorable**Tableau IV.4:** les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur (m)	24	84	382
Diamètre (m)	20	50	110
Débit (l/h)	48	5720	35440
Perte de charge(m)	0,005	0.464	1.725

A partir de tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne de distribution jusqu'à le goutteur le plus défavorable, cette somme est égale a 2.194 m

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

$$P=10+2.194 =12.194 \text{ m.}$$

#### **IV.5. Le réseau de distribution**

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre eux. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit maximal et la pression suffisante à chaque parcelle.

##### **IV.5.1. Les équipements du réseau de distribution**

###### **IV.5.1.1. les équipements de contrôle des conduites**

###### **a. Les vannes**

Leur utilité dans les réseaux d'irrigation est d'isoler les appareils placés en dérivation sur le réseau (ventouses, clapet d'entrée d'air, soupapes de décharge...), de réaliser les ouvrages de vidange des conduites et d'isoler des parties du réseau sur lesquelles il sera possible d'intervenir (réparation ou réalisation d'un piquage) sans faire arrêter complètement le réseau d'irrigation.

Pour le sectionnement des conduites ; on utilise deux types de vannes, vanne à opercule à cage ronde pour les diamètres supérieur à 300mm et des vannes à papillon pour les diamètres plus importants.

###### **b. Protection anti- bélier**

La protection anti-bélier est assurée par plusieurs appareils conçus pour contrecarrer le coup de bélier selon son origine.

###### **c. Le ballon hydro pneumatique :**

Le ballon hydro pneumatique est utilisé quand l'origine du coup de bélier est la disjonction à la station de pompage, lorsque celle-ci refoule directement dans le réseau.

###### **IV.5.1.2. Les ventouses**

Les ventouses sont utilisées pour le dégazage des conduites en service, l'évacuation de l'air lors du remplissage et l'entrée d'air lors de la vidange. Ce qui peut remédier au coup de bélier engendré par les surpressions ayant naissance, en fin de purge, à l'annulation brutale de la vitesse de l'eau qui s'écoulait pour se substituer à l'air purgé, ou encore lors de l'évacuation d'air qui se produit de manière accidentelle à l'ouverture de la vanne de garde d'une borne alors qu'une poche d'air s'était accumulée.

Le principe de fonctionnement d'une ventouse est basé sur un flotteur qui obture un orifice situé au sommet de la ventouse, si de l'air s'accumule dans le corps de la ventouse, le flotteur descend et libère l'orifice jusqu'à expulsion complète de l'air accumulé.

Les ventouses sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes. Elles sont choisies directement en fonction du diamètre de la conduite. Ce qui est montré dans le tableau suivant :

**Tableau IV.5:** diamètre des ventouses adapte à la canalisation

Diamètre de la conduite	Type de ventouse
D < 500 mm	D = 80mm
500 < D < 1200	D = 100mm

#### IV.4.1.3. Soupapes de décharge anti-bélier

Elles sont utilisées pour contrecarrer les coups de bélier ayant pour origine les fermetures des vannes (vanne de garde des bornes, vannes de sectionnement et de vidange), ce qui engendre des surpressions. Les soupapes de décharge sont constituées d'un orifice relié à la conduite à protéger et obturé par un organe mobile (la soupape) sur lequel s'exerce deux forces, une due à la pression de l'eau s'exerçant sur l'une des faces, l'autre à une force antagoniste due à un ressort taré sur l'autre face. Lorsque la pression de la conduite dépasse la valeur de réglage de l'appareil, la soupape s'ouvre et évacue une partie du débit de la conduite en faisant ainsi chuter la pression.

#### IV.5.1.4. Les bornes d'irrigation :

La borne d'arrosage constitue un appareil compact, plus particulièrement étudié pour les réseaux fonctionnant à la demande et cumulant plusieurs fonctions, l'arrêt ou mise en service de la borne, desserte à un ou plusieurs usagers disposant chacun d'une prise individuelle, régulation de la pression, limitation du débit prélevé par chaque prise à la valeur maximale affectée à l'usager par conséquent comptage des volumes débités par chaque prise et en fin la protection contre le gel.

#### IV.5.2. Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de dessert aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, Il est déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile comme il est indiqué par la formule suivante :

$$Q_{\text{car}} = q \cdot S$$

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

S : la superficie de la parcelle (ha)

Et pour notre projet le débit spécifique est de **1.13** l/s/ha

Les résultats de calcul sont donnés dans tableau ci-après

**Tableau IV.6** : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
S 1	6.133	6.93
S 2	13.363	15.10
S 3	7.291	8.23
S 4	7.682	8.68
S 5	10.286	11.62
S 6	11.374	12.85
S 7	18.140	20.50
S 8	17.799	20.11
S 9	16.520	18.66
S 10	16.180	18.28
S 11	14.760	16.67

#### IV.5.2. Dimensionnement du réseau de distribution

Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Water CAD

**Tableau IV.7**: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m <sub>H2O</sub> )
N1	340,12	35,33	358,43	18,3
N2	319,36	20,49	355,46	36
N3	319,74	18,29	354,76	34,9
N4	302,28	20,11	353,05	42,7
N5	285,29	24,47	351,33	47
N6	269,62	16,91	346,43	45,7
N7	259,92	15,1	341,56	51,5
N8	259,76	6,93	319,33	39,2

**Tableau IV.8:** Caractéristiques de conduite de distribution

Label	Scaled Length (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
T1	557,02	400	157,63	1,25	2,82
T2	403,91	315	122,3	1,57	7,356
T3	134,09	315	101,81	1,31	5,238
T4	152,5	250	83,52	1,7	11,189
T5	255,13	250	63,41	1,29	6,718
T6	204,98	160	38,94	1,94	23,942
T7	175,46	125	22,03	1,8	27,748
T8	566,65	75	6,93	1,57	39,231

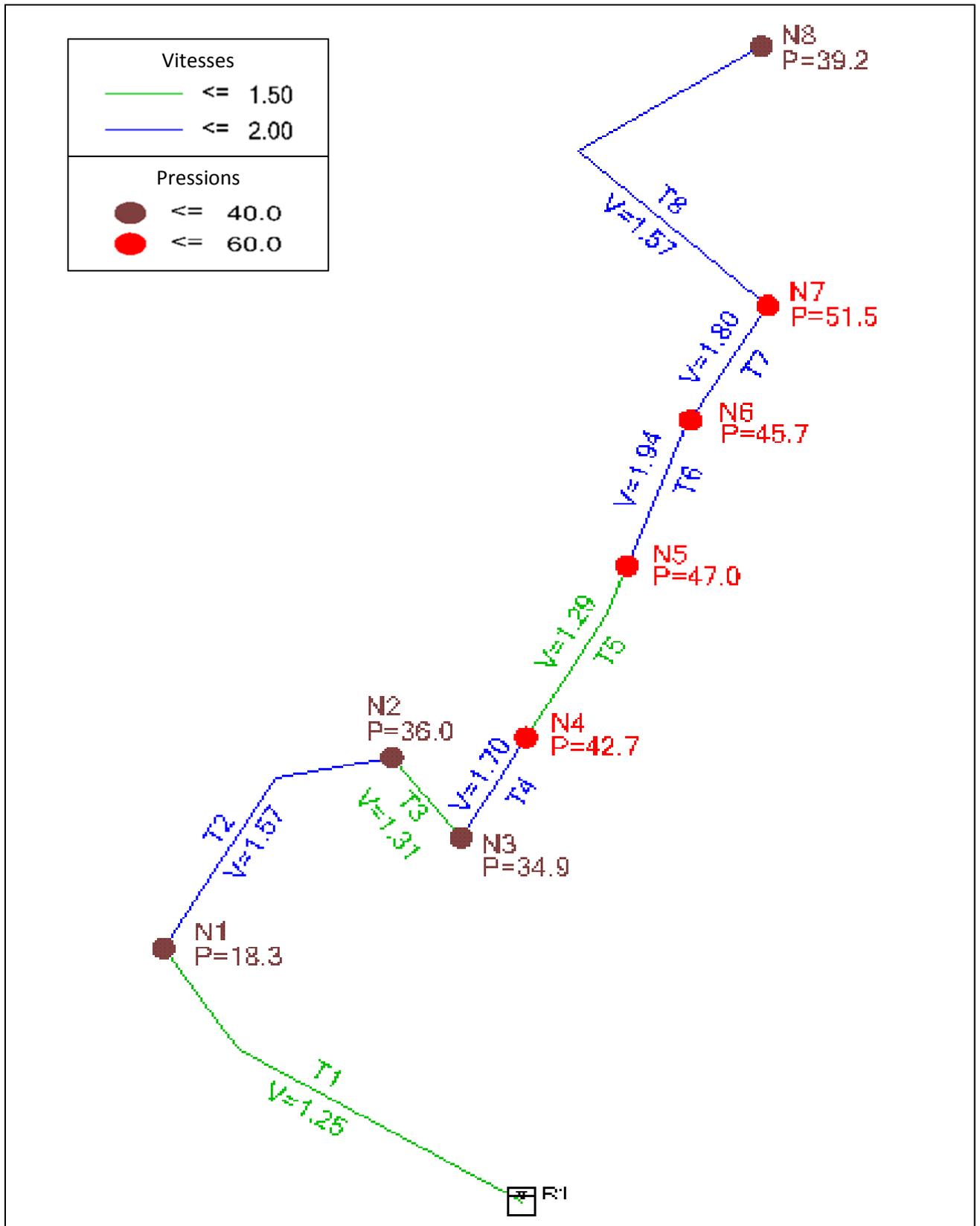


Figure IV. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.

## Interprétation

On remarque que la répartition des pressions n'est pas régulière dans toutes les bornes d'irrigation cela malgré le nombre d'itérations que nous avons effectué ,mais les vitesses sont admissibles et cela revient a la topographie de notre périmètre qu'est un peu accidenté

On propose de mettre des réducteurs de pression ou des bâches d'aspiration pour mieux contrôler la pression.

### IV.6. Dimensionnement de la station de pompage

#### IV.6.1. Choix de la variante d'adduction par pompage et l'emplacement de la station

Un projet d'irrigation de la 1<sup>ère</sup> élévation est constitué d'une prise d'eau, une station de pompage et un bassin d'irrigation.

Ces constructions se font suivant des schémas types, des dispositions plus adéquates pour un tel type de conditions d'exploitation, la construction dépend aussi du relief, de l'environnement. Et pour ces raisons on prend en considération certains paramètres essentiels.

- Il ne faut jamais construire la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables;
- Les lignes d'électricité doivent être placés le long de champs d'isolement des routes et des quartiers d'habitations;
- Il faut prendre en considération la distance entre la station de pompage et les différents ouvrages urbains, une distance qui assure l'élimination des dangers provoqués par l'un au l'autre;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Choisir le cheminement le plus court pour la conduite de refoulement pour réduire les pertes de charges ainsi que les travaux de terrassement ;
- Construire la station de pompage en prenant en considération les normes internationales dans ce domaine.

La station de pompage doit être équipée de

- L'accès à tout l'ouvrage
- Plateforme avec une très bonne qualité de béton
- Prévoir des moyens de dérivation des eaux pluviales, drainage par  
Des caniveaux
- Faire un profil en long de l'emplacement de la prise d'eau et la conduite de refoulement.

Dans notre cas le tracé de l'adduction le plus court possible à partir du barrage de Ain Zaouia vers le réservoir de stockage.

Après le choix du tracé retenu on adopte pour la longueur suivante

La longueur de la conduite d'adduction est 331m

#### **IV.6.2.Types des bâtiments des stations de pompage**

Les bâtiments des stations de pompes se différencient l'un à l'autre par les paramètres que nous avons mentionnés dans le paragraphe précédent. et parmi ces types des bâtiments on peut citer les types suivants :

- Bâtiment type surface.
- Bâtiment type bloc.
- Bâtiment type bache mouillée avec une pompe noyée
- Bâtiment type bache mouillée avec une pompe dénoyée
- Bâtiment type puit bloc.
- Bâtiment type bache sèche
- Bâtiment type puit bache sèche.

En Algérie on remarque que le type le plus fréquent et le plus utilisé est le bâtiment type surface. Et lorsque on prend en considération le type de sol qui est de nature (roc solide) on peut dire que le type de notre bâtiment c'est un bâtiment de surface c'est à dire que toutes les parties de la station sont surélevées.

#### **IV.6.3.Dimensionnement de réservoir de stockage**

##### **IV.6.3.1.Rôles des réservoirs**

Les réservoirs ont plusieurs rôles dans un système d'irrigation, on peut citer :

- Rôle d'emménagement d'eau pendant les heures creuses de consommation et restitution de l'eau pendant les autres heures où la consommation devient importante.
- Dans le cas où le réseau est étendu longitudinalement, et que des faibles pressions apparaissent aux points les plus éloignés du réservoir principal, on construit dans cette zone un deuxième réservoir appelé réservoir d'extrémité.
- Assurer la continuité de la distribution pendant l'arrêt de la pompe.
- Assurer la réserve d'incendie.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée
- Régulariser le débit entrant et le débit sortant.

#### IV.6.3.4.Emplacement des réservoirs

L'emplacement d'un réservoir pose souvent un problème, à cet effet on doit toujours tenir compte des considérations suivantes :

- pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la prise d'eau.
- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre à alimenter.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigé dans le réseau.

#### Données

Le besoin de pointe journalier : 7.40 mm/j.

La fréquence d'arrosage : 15j/mois

La durée d'arrosage =6 heure/jour

La superficie de périmètre :140 ha.

Le réservoir de stockage serait de forme circulaire et ses dimensions sont mentionnées dans le tableau suivant ;

**Tableau IV.9** : les dimensions du réservoir de stockage.

<b>Le besoin</b> (m <sup>3</sup> /h)	<b>Volume journalier</b> (m <sup>3</sup> )	<b>La hauteur</b> (m)	<b>Le rayon</b> (m)
569.52	3417	8	12

#### IV.6.4.Détermination de débits a refoulé vers le réservoir

À partir des volumes journaliers nécessaires pour notre périmètre on peut déterminer le débit à refouler vers le réservoir à l'aide d'une supposition sur le temps de fonctionnement de la station de pompage.

On suppose que la station de pompage fonctionnent seulement 8 heures par jour, donc le débit à refouler est calculer par la formule  $Q = V/T$

Telle que : V c'est le volume journalier nécessaire

T c'est le temps de fonctionnement de la station de pompage

**Tableau IV.10** : le débit a refouler vers le réservoir

La station de pompage	V (m <sup>3</sup> )	T (heures)	Q (m <sup>3</sup> /h)
-	3417	8	427.125

**IV.6.5.Détermination de la hauteur manométrique totale**

**Données de base :**

Cote PHE bêche d'aspiration : 310.5NGA

Cote PBE bêche d'aspiration 306.5NGA

Débit pompé 158.2 l/s

Longueur Conduite de refoulement 330m

V<sub>max</sub> 358m

La hauteur géométrique maximale est de 358 – 306.5 = 51.5 m

La hauteur géométrique minimale est de 358 – 310.5 = 55.5 m

$$H_g^{moy} = (H_g^{max} + H_g^{min})/2$$

$$H_g^{moy} = 55.5 + /2 = 53.5m$$

$$H_g^{moy} = 53.5 m$$

La HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \Sigma Pdc + P_{exh}$$

H<sub>g</sub> hauteur géométrique

ΣPdc somme des pertes de charge linéaires et singulières.

P<sub>exh</sub> Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)

(1,0 ÷ 1,5) m ; On prend P<sub>exh</sub> = 1 m

$$\Sigma Pdc = \Sigma h_p(ref)^{lin} + \Sigma h_p(ref)^{sing} \quad \text{avec: } \Sigma h_p(ref)^{sing} = (0.15 \div 0.3) \Sigma h_p(ref)^{lin}$$

$$\text{Donc : } \Sigma Pdc = (1,15 \div 1,3) \Sigma h_p(ref)^{lin} \quad (\text{pour } Q < 3m^3/s)$$

$$\text{Pour } L_{ref} = 1000 m \text{ on a } \Sigma h_p(ref)^{lin} = 4m$$

Notre conduite de refoulement à une longueur de 330 m.

$$h_p(ref)^{lin} = \frac{164}{1000} * 4 = 1.32 m$$

$$\Sigma h_p(ref)^{lin} = 1.32 m$$

$$\Sigma Pdc = 1,15 * 1.32 = 1.51 m$$

$$\Sigma Pdc = 1.5 m$$

$$HMT = 53.5 + 1.5 + 1 = 57 m$$

$$HMT = 57 m$$

**Tableau IV.11**: la hauteur manométrique totale de la conduite de refoulement

La conduite	L(m)	H <sub>g</sub> <sup>max</sup>	H <sub>g</sub> <sup>min</sup>	H <sub>g</sub> <sup>moy</sup>	ΣPdc(m)	P <sub>exh</sub> (m)	HMT(m)
Caractéristiques	330	55.5	51.5	53.5	1.5	1	57

#### IV.6.6.Choix du nombre de pompes

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes n minimal.
- Meilleur rendement .
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH) r minimale.
- Nombre d'étage minimal.
- Puissance absorbée minimale.

#### IV.6.7.Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur HMT.
- Meilleur rendement .
- Vérifier la condition de non cavitation.
- Encombrement et poids les plus faibles.
- Vitesse de rotation la plus élevée.
- Puissance absorbée minimale.

#### IV.6.8.Choix du nombre pompes à axe horizontal multicellulaires

D'après le logiciel Caprar Pump Tutor Caprari on distingue les types des pompes suivantes :

**Tableau IV.12** : les pompes a axe horizontale monocellulaires

N°	$Q_{cal}$ (l/s)	$H_{cal}$ (m)	Pompe choisie	$\eta$ (%)	n (tr/min)	P (Kw)	NPSH <sub>r</sub> (m)
1	91.7	58.2	MEC-AZRBH-2/125D	78.2	2900	75	4.29
2	63.9	58.6	MEC-AZRBH-2/125E	73.2	2900	55	3.48
3	35.7	58	MEC-AZ3/80E	79.9	2920	30	4.19

On remarque qu'on a de bonnes caractéristiques pour la dernière variante donc on prend une installation de 3 pompes.

#### IV.6.9.choix du nombre de pompes de secours

D'après le choix de nombre de pompes. On détermine le nombre de pompes de secours. Les intervalles des nombres de pompes sont :

- $N_p \leq 4 \rightarrow 1$  pompe de secours
- $4 < N_p \leq 6 \rightarrow 2$  pompes de secours
- $N_p \geq 6 \rightarrow 3$  pompes de secours

Pour notre projet, on a une pompe de secours.

Donc, la variante choisie est 3 pompes à axe horizontal monocellulaires, avec une pompe de secours ayant les caractéristiques suivantes

- Diamètre d'aspiration  $D_a = 100$  mm
- Diamètre de refoulement  $D_r = 80$  mm

#### IV.6.10. Choix du moteur électrique

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisi, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- Vérification de nombre de tours de moteur, il faut qu'elle sera égale ou Plus de 200 tr/min ou moins de 200 tr/min par rapport à la vitesse de rotation de la pompe.
- La tension d'alimentation du moteur électrique.
- Prendre en considération la variation de la vitesse

D'après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

**Tableau IV.13 : les caractéristiques de moteur électrique**

La fréquence de moteur (HZ)	50
Tension nominale (V)	400
Vitesse nominale (tr/min)	2950
Nombre de pôles	2
Puissance nominale (KW)	30
Courant nominale	-A
Degré de protection	3
Classe d'isolation	F
Le degré de protection	IP 55

#### IV.6.11. Détermination de la hauteur admissible d'aspiration

### La pompe est installée en aspiration

Pour que la pompe soit bien calée vis-à-vis de la cavitation

Nous avons :

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0,5$$

$$(NPSH)_d = \frac{Pat}{\varpi} - \frac{Pv}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm}^{asp} = \frac{Pat}{\varpi} - \frac{Pv}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

La longueur d'aspiration  $L_{asp} = 4m$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{4}{1000} \cdot 4 = 0,016 m$$

$$\text{et : } \sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) \cdot \sum h_p^{lin}$$

$$\sum h_p^{sing} = 0,15 \times 0,016 = 0,0024 m$$

$$\sum h_p^{asp} = 0,016 + 0,0024 = 0,0184 m$$

$$V_{asp} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_a^2} = \frac{4 \cdot 35,7 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (0,1)^2} = 4,02 m/s$$

$$\frac{Pat}{\varpi} = 10,33 m \quad (NPSH)_r = 4,19 m$$

$$\frac{Pv}{\varpi} = 0,183 \quad \text{à } 18^\circ c$$

$$h_{adm}^{asp} = 10,33 - 0,183 - 0,0184 - 0,20 - 4,19 - 0,5 = 5,02 m$$

Notre pompe est loin au risque de cavitation.

La cote de l'axe de la pompe donc est de :

$$\nabla_{axe} = \nabla_{min} + h_{asp}^{adm} - 0,1$$

$$= 306,5 + 5,04 - 0,1 = 311,44 m$$

$$\nabla_{axe} = 311,44 m$$

## IV.7. Dimensions de la bache

### IV.7.1. Le volume de la bache

Le volume du réservoir de stockage de la station est adopté égal au débit total qui arrivant en un temps déterminé.

$$V_t = Q \times T$$

$V_t$  : volume de la bache en ( $m^3$ )

$Q$  : débit total qui arrivées à la station de pompage

T : temps de stockage des eaux dans la bache pendant l'arrêt des pompes, Pour notre projet on pose que la station de pompage il fonction 8 h

$$Q=427.125 \times (8 /24) = 142.375 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_t=142.375 \times 16 = 2278 \text{ m}^3$$

Le volume total de la bache sera 2278 m<sup>3</sup>

#### IV.7.2. Surface de la bache

On a :  $S = \frac{V}{H}$  (la forme de bache est rectangulaire).

S : surface de la bache en (m<sup>2</sup>) ; V : volume de la bache en (m<sup>3</sup>)

H : la hauteur de la bache en (m), on fixe cette hauteur à H = 6 m

#### IV.7.3. Longueur et largeur de la bache

On a :  $S = B \cdot L$  (la forme de la bache est rectangulaire).

L : la longueur de la bache en (m)      B : la largeur de la bache

**Tableau IV.14** : Dimensions de la bache d'aspiration

Caractéristiques	Volume (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Longueur (m)	Largeur (m)
<b>Dimensions</b>	2278	6	379	27	14

#### IV.8. Calcul du diamètre économique

Pour élever un débit Q à une hauteur géométrique H donnée on peut, à priori, donner à la canalisation un diamètre quelconque car, en faisant varier la puissance du groupe élévatoire, on peut toujours obtenir le débit Q imposé dans un tuyau de diamètre donné.

Si on adopte donc un grand diamètre, le prix de la canalisation sera élevé, par contre la perte de charge sera faible, on économise donc sur le prix du groupe et le prix de l'énergie nécessaire au pompage.

Il y a donc intérêt à choisir le diamètre qui permettra d'obtenir le prix de revient minimal de l'ensemble de l'installation en exploitation en fonction du diamètre D.

Donc on peut dire que le choix du diamètre économique résulte d'un compromis entre les dépenses d'investissement et les dépenses de fonctionnement

Actuellement, le diamètre économique est déterminé par une des relations suivantes :

- **Bresse** Déco =  $1.5 (Q^{1/2})$  (Conduites de longueur inférieure à 1 km)
- **Bonnin** Déco =  $(Q^{1/2})$
- **Vuibert** Deco =  $1.35(e/f)^{0.154} \times Q^{0.46}$

#### IV.8.1. Calcul des pertes de charge

La formule de Darcy WEISBACH

$$\sum h_p = \frac{8\lambda L Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Où Q : est le débit moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur. ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

L : longueur de la conduite (m)

D : diamètre intérieur de la conduite (m).

$\lambda$  : Coefficient de frottement linéaire (coefficient de perte de charge).donné par la formule

$$\lambda = [1,14 - 0,86 \times \text{Ln} (\varepsilon / \Phi)]^{-2}$$

$\varepsilon$  : coefficient de rugosité équivalente

Dans notre projet en prend  $\varepsilon = 0.001$

$\Phi$  : Diamètre de la conduite.

Avec :  $L = 330 \text{ m}$

Où :  $V = \frac{4Q}{\pi * D^2}$  et  $0.8 \leq V \leq 1.5$

Si  $D \leq 250 \text{ mm}$  il faut que  $1 \text{ m/s} \leq V \leq 1.5 \text{ m/s}$

Si  $300 \leq D \leq 800$  il faut que  $1,2 \text{ m/s} \leq V \leq 2 \text{ m/s}$

On a : **Fexp = Ea \* e**

Fexp : frais d'exploitation

Ea : énergie consommée annuellement par l'installation de pompage en (Kwh) donnée par :

**Ea = Pt \* 1 \* 365** et **Pt = n \* p**

n = nombre de pompes en fonctionnement n = 5

p = puissance absorbée par l'installation de pompage, donnée par

La formule suivante : 
$$P = \frac{9,81 \cdot Q \cdot HMT}{\eta p} \text{ (Kw)}$$

Q : le débit à refouler.

HMT : la hauteur manométrique totale.

$\eta_p$  : Le Rendement de pompage (80%).

e : le tarif de l'énergie électrique. e = 4.13Kw/h (SONELGAZ).

Les résultats de calcul sont représenté dans le tableau ci-dessous

**Tableau VIII.15:** les frais d'exploitation

D(mm)	$\lambda$	$\Sigma hp$ (m)	HMT(m)	Pt(Kw)	Ea(Kwh)	Fexp(DA)
50	0,0237815	51984,971	52039,471	302,85840	42719,03290	456543,89684
63	0,022388	15409,947	15464,447	89,99972	32849,89614	135670,07107
75	0,0214163	6164,910	6219,410	36,19561	13211,39789	54563,07327
90	0,0204662	2367,627	2422,127	14,09625	5145,13169	21249,39387
110	0,0194919	826,760	881,260	5,12874	1871,99015	7731,31931
125	0,0189071	423,217	477,717	2,78021	1014,77699	4191,02896
150	0,0181174	162,978	217,478	1,26567	461,97059	1907,93855
200	0,0169685	36,223	90,723	0,52799	192,71525	795,91398
250	0,0161509	11,298	65,798	0,38293	139,76857	577,24418
300	0,015526	4,365	58,865	0,34258	125,04134	516,42074
315	0,0153649	3,384	57,884	0,33687	122,95897	507,82054
350	0,0150255	0,905	57,405	0,32245	117,69314	486,07266
400	0,0146112	0,975	55,475	107,616912	0,32285	117,84052

On prend le diamètre 315 mm et on vérifie la vitesse :  $V = \frac{4Q}{\pi * D^2} \longrightarrow V = 2.02 \text{ m/s}$

La vitesse n'est pas vérifié alors on prend D=350 mm et on recalcule la vitesse :

$$V = \frac{4Q}{\pi * D^2} \longrightarrow V = 1.64 \text{ m/s}$$

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, on s'est intéressé au dimensionnement de tous les organes de réseau goutte à goutte, en suite le réseau de distribution, en fin la station de pompage, réservoir de stockage, la bêche d'aspiration et la conduite de refoulement.

**Chapitre V :**  
**Calcul technico-économique**

## Introduction

Tout projet ne peut être réalisé sans avoir une idée globale sur l'enveloppe financière qui lui sera allouée. Car l'aspect technique ne suffit pas à lui seul, surtout si la rentabilité n'est pas à la hauteur du coût de ce projet.

Dans ce chapitre on essayera d'évaluer le coût total du réseau dimensionné auparavant.

### V.1. Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau V.1.** Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø20 PEBD	m/l	18278	29,61	5412111,58
Tube Ø50 PEHD	m/l	84	136,28	11447.52
Tube Ø63 PEHD	m/l	189.5	209,69	39736.25
Tube Ø75 PEHD	m/l	670.65	302,44	202831.13
Tube Ø90 PEHD	m/l	188	360.02	67683.76
Tube Ø110 PEHD	m/l	192.5	721,62	138911.85
Tube Ø125 PEHD	m/l	175.5	660,13	115852.81
Tube Ø160 PEHD	m/l	205	1 526,93	313020.65
Tube Ø250 PEHD	m/l	407.60	3 709,88	1509921.16
Tube Ø315 PEHD	m/l	538	5 881,51	2964281,04
Vanne Ø50	Un	3	3260	9780
Vanne Ø75	Un	2	7430	14860
Vanne Ø90	Un	6	4500	27000
Vanne Ø110	Un	1	4693.6	4693,6
Bouchon Ø20	Un	94	20	1880
Bouchon Ø50	Un	2	115	230
Bouchon Ø75	Un	2	215	430
Bouchon Ø90	Un	2	300	600
Filtre	Un	1	15432,77	15432,77
Goutteur réglable	Un	9605	6.13	58878.65
Total 1		-		8451298,99

## V.2. Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir

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

#### V.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée

La pose en terre des conduites s'effectue dans une tranchée dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

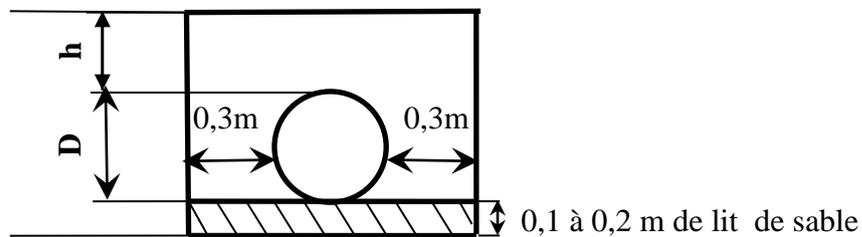
$$B = D + 2 \times 0,3$$

Avec : B : largeur de tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

#### V.2.1.2. profondeur de la tranchée

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



**Figure V.1:** schéma d'une tranchée

$H = e + d + h$  (m) Avec H : profondeur de la tranchée (m).

e : hauteur de lit de pose (m).

d : diamètre de la conduite (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

### V.2.2. les conduites

#### V.2.2.1. Calcul du volume de déblai

La section de tranchée est la section de rectangle.

$S = B * H$  telle que : B la largeur de tranchée.

$$\text{Donc : } B = 2 * 0,3 + \emptyset$$

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

**V.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable**

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

$$V = e * B * L$$

**V.2.2.3. Calcul du volume de remblai**

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

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

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

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

$L$  : Longueur de la conduite

$D$  : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour les conduites sont représentés dans le tableau V.2

**Tableau V.2** : Les volumes des travaux pour les conduites

tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m <sup>3</sup> )	Volume de lit (m <sup>3</sup> )	Volume de remblai (m <sup>3</sup> )
T1	400	557,02	668.42	55.702	542,756
T2	315	403,91	412.07	36.87	343,739
T3	315	134,09	136.8	12.26	114,096
T4	250	152,5	136.10	12.92	115,698
T5	250	255,13	227 .7	21.67	193,513
T6	160	204,98	149.55	15.5	129,931
T7	125	175,46	117.66	12.68	102,828
T8	75	566,65	334.67	36.2	295,968
Total			2182,97	203,80	1838,53

**V.3 : Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir****Tableau V.3** : Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
			DA	DA
déblai en terrain	m <sup>3</sup>	2182,97	300	654861
lit de sable	m <sup>3</sup>	203,80	800	163040
remblaiement de tranchée	m <sup>3</sup>	1838,53	200	367706
<b>station de pompage</b>				
Pompes	U	4	145000	580000
Réservoir	m <sup>3</sup>	3417	20000	68340000
Total 2	-	-	-	70250607

**V.5. Devis estimatif total**

D=total 1+total 2=78701905.99 DA

**D= 78701905.99 DA****Conclusion**

Lors de ce chapitre on a estimé le coût total du projet et qui s'élève aux alentours de sept milliard huit cents millions de centimes algérien.

Cette somme est trop élevée, pour cause des prix élevés des différents accessoires d'un réseau d'irrigation localisé et de la station de pompage, mais aussi pour la grandeur de la parcelle.

Il est à noter que cette somme représente seulement les prix des matériaux et accessoires sans prendre en considération les frais de la réalisation qui diffèrent d'une entreprise à une autre, et qui seront aussi de valeur conséquente.

**Chapitre VI :**  
**Organisation de chantier**

## **Introduction**

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'irrigation sont :

- Implantation du tracé des conduites sur le terrain (Le Bardage) ;
- Nivellement de la plate-forme de passe ;
- Excavation des tranchées ;
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblaiement des tranchées.

### **VI.1. Les différents travaux sur le chantier**

#### **VI.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain**

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont bien déterminée.

#### **VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose**

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

#### **VI.1.3. Excavation des tranchées**

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.

Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).

Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

La profondeur de la tranchée (h) ;

La largeur de la tranchée (b) ;

#### **VI.1.3.1. La profondeur (H)**

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h_1$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieur de la conduite elle est entre 80 et 120cm ;

h<sub>1</sub> : épaisseur du lit de pose h<sub>1</sub> = 0,1 m ;

#### **VI.1.3.2. Largeur de la tranchée**

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte ; facilite La tâche et aussi permettre le compactage du remblai.

#### **VI.1.3.3. Section de la tranchée**

Les sections des tranchées sont de forme trapézoïdale dont l'aire est :

$$S_t = b * h + mh^2$$

h : profondeur totale de la tranchée (m) ;

b : largeur du fond du tranchée (m) ;

m : coefficient du talus, (m=0).

$$S_t = b * h$$

### **VI.2. Choix des engins de terrassement**

Pour l'excavation des tranchées on utilise une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement

Donc les engins nécessaires pour l'exécution des travaux sont :

Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée

Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage

Camion pour le transport

#### **VI.2.1 Pelle équipée en rétro**

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.

Peut excaver dans la direction de la machine.

Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

### VI.2.2. Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au-dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.
- Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle,

on opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

**Tableau** Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document. **I.1** : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.

volume du terrassement par une pelle (m <sup>3</sup> )	≤10000	≥10000	>20000	>100000
capacité du godet (m <sup>3</sup> )	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

### VI.2.3. Choix du bulldozer

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du gobet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

**Tableau VI.2** : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

capacité du godet de la pelle (m <sup>3</sup> )	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Km)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du gobet de la pelle égale à 0,6 m<sup>3</sup> nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes:

Puissance  $P_b = 60$  KW.

Largeur de la lame  $L = 2-3$  m.

Hauteur de la lame 1-1,5 m.

### VI.3. Pose de la canalisation

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

Aménagement du lit de pose

Introduction de canalisation dans les tranchées

### **VI.3.1. Pose de canalisation dans un terrain ordinaire**

La canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm. Le fond de la tranchée est recouvert d'un lit de sable d'une épaisseur de 15 à 20 cm convenablement nivelé. Avant la mise en fouille, on possède à un triage de conduite de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, des fissures, après cela on pratique la décente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon lente. Dans le cas d'un soudage de joints, cette opération doit être faite de préférence en fond de tranchée en calant la canalisation soit avec des butées de terre soit avec des tronçons de madriers en bois disposés dans le sens de la longueur de la tranchée.

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints doit toujours avoir lieu avec remblaiement. L'essai consiste au remplissage de la conduite par l'eau sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 min environ, la diminution de la pression ne doit pas excéder 0,2 Bars.

Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierre et bien pilonné et sera par la suite achevé avec des engins.

### **VI.3.2. Pose de canalisation dans un mauvais terrain**

Cas d'un terrain peu consistant :

Pour éviter tout mouvement de la canalisation ultérieurement, celle-ci doit être posée sur une semelle en béton armé ou non avec interposition d'un lit de sable. La semelle peut être continue ou non en fonction de la nature du sol. Dans le cas où la canalisation repose sur des tasseaux, ces derniers doivent être placés plus proches des joints et soutenus par des pieux enfoncés jusqu'au bon sol.

Cas d'un terrain agressif :

La protection des conduites enterrées, contre les phénomènes de corrosion (voir chapitre précédent), est à réaliser par une manche en film de polyéthylène ; lorsque le terrain présente une résistivité inférieure à 1500  $\Omega$ cm ou lorsqu'il y a présence de sulfures, de sulfates ou de chlorures.

La manche en polyéthylène d'une certaine ampleur drapée la canalisation et doit la plaquer au maximum. La totalité du pli, dont l'extrémité est toujours dirigée vers le bas, se situe dans la partie supérieure de la canalisation. La manche est maintenue par des bandes adhésives ou des colliers souples à agrafage automatique à raison de 4 par tuyau. Les manches successives sont posées avec un recouvrement minimal de 0,30 m.

### **VI.3.3. Pose de canalisation en galerie**

Dans certains cas le tracé de la canalisation peut rencontrer des obstacles qui nous obligent à placer la conduite dans une en galerie.

Les conduites de diamètre important (sauf aqueducs) doivent être placées sur des madriers (bois de chêne) et calées de part et d'autre pour éviter leur mouvement.

Les canalisations de petit diamètre peuvent être placées dans un fourreau de diamètre supérieur et reposant sur des tasseaux en béton. Les robinets vannes sont placés dans des regards implantés de part et d'autre de la route.

#### **VI.3.4.Lit de pose**

Le lit de pose se fera un matériau fin (sable) 0,1 à 5mm de texture, permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au moins 10cm.

#### **VI.3.5.Introduction de la canalisation**

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations.

S'assure au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux.

Niveler soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;

Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;

De ne pas laisser les revêtements à endommager.

Vérifier l'alignement.

#### **VI.4.Epreuve de joint et de canalisation :**

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

#### **VI.5.Remblaiement des tranchées**

Une fois les épreuves réussissent, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remballage des fouilles avec tout le volume des déblais, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il sera tassé avec le temps.

Mais si on a dans le cas où il ne faut mettre que le volume exacte du remblai, alors on y obliger de transporter le volume de déblai excédentaire par des camions vers la zone de décharge.

Pour charger les camions on utilise un engin qui est le chargeur.

#### **VI.6.Exploitation du système d'irrigation**

L'exploitation d'un système d'irrigation est consisté à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation , son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous les partenaire du projet .elle est effectué sel, quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure de l'exploitation et de réparation du système d'irrigation
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition des nouvelles techniques
- Contrôle de l'état des terres irriguées

#### **VI.7. Objectif de l'exploitation**

L'exploitation du système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon rationnelle les ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

## Conclusion Générale

A l'issue de ce travail effectué pour le périmètre de Oued H'djar situé à Draa el Mizan dans la willaya de Tizi-Ouzou, dont l'objectif est la satisfaction des besoins en eau des cultures mise en place avec un réseau d'irrigation en goutte à goutte, à partir du barrage de Ain Zaouia situé à proximité du périmètre.

L'analyse des conditions naturelles effectuée pour cette région à montrer que cette dernière est caractérisée par un climat semi-aride, La pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 673mm de la totalité de sol est de type argilo-limoneuse ainsi que la nappe aquifère peut atteindre en moyenne une profondeur de 6 m.

Il s'est avéré que l'eau est de bonne qualité avec un rapport de sodium de 2,45 et une conductivité électrique de 0,73, d'après Les analyses effectuées sur les eaux du barrage d'Ain Zaouia, Donc on peut l'utiliser à des fins agricoles.

La méthode d'irrigation distingué pour les cultures à mettre en place est l'irrigation en sous pression, localisée pour l'arboriculture et l'aspersion pour les cultures maraichères même si parfois on peut irriguer ces dernier avec la technique localisée.

Le réseau de distribution est dimensionné pour alimenter chaque parcelle à partir des bornes d'irrigation dont la pression de ces derniers varie de [1- 5] bars.

La projection du réseau goutte à goutte dans la parcelle (S03) nécessite une pression à la borne de 1,294bars.

Le devis estimatif total de projet est très élevé, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, malgré cette élévation du coût, on en gagne sur l'économie de l'énergie électrique.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] **BULLTIN DE FAO N° 36**, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33
- [2] **BENHACENE GUESROUAOU**, Irrigation agricole notions générales Régime d'irrigation (1986). p 16
- [3]-**TIERCELIN, J.R.** Traité d'irrigation, France, technique et documentation .France. 1998 P320
- [4] **Jean\_Robert Tiercelin**, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998).p19
- [5] **MESSAHEL.MEKKI**, L'irrigation au goutte à goutte, Régime d'irrigation (O.P.U. ALGER 1986).p59
- [6] **TOUAIBIA. B** : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères 2004. p32.

# **ANNEXES**

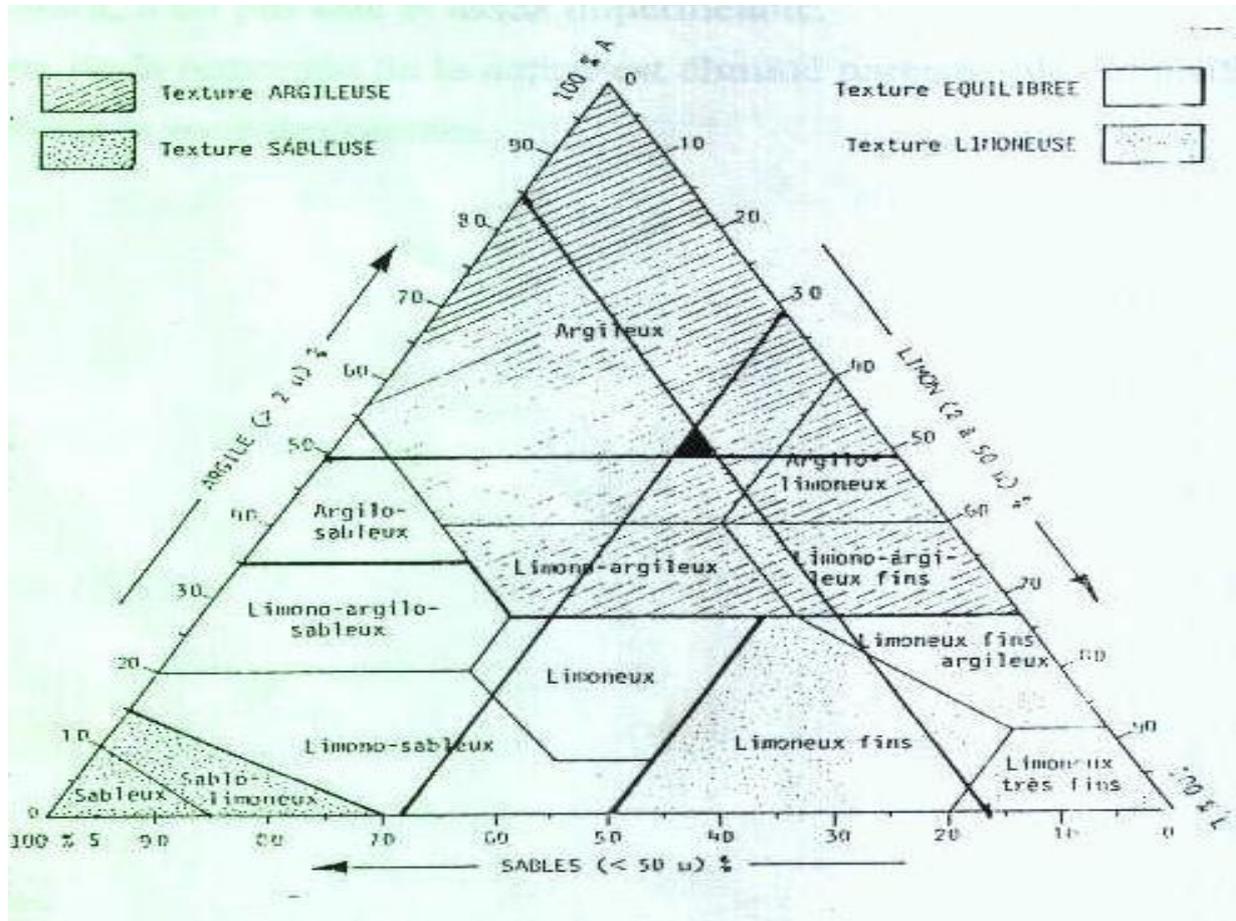
## ANNEXE 1

### La série pluviométrique de la station de Ain Zaouia

sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel	
Code station			021902										
Nom station			Ain Zaouia										
Les coordonnées de la station			X : 607.1										
			Y : 363.5										
			Z : 220										
1980	2,5	53,4	118,8	221,5	45,9	77	70,2	74,3	36,6	2,9	0	30,9	734
1981	2,2	41,9	32,5	70,5	180,8	145,9	41,7	29,3	78,5	9,3	0	2,5	635,1
1982	62	155,5	161,6	143,4	0	41,3	27,9	52,5	4,4	0	11	8,6	668,2
1983	0	13,3	70,4	-999	112,3	149,1	47,7	47,6	90,4	17	8,7	0	556,5
1984	32,9	123	30,2	149,9	94,5	37,3	270,9	14	81,5	0	1,5	0	835,7
1985	43,7	53,2	63,8	56,9	66,1	120,3	217,8	52	4,5	32	0,5	5	715,8
1986	27,8	67,5	97,8	216,7	121,2	231,3	60,6	18,4	15,5	17,8	0	6	880,6
1987	10,7	47,1	92,1	49,2	55,4	56,6	66,4	77,1	50,2	16,1	0	0	520,9
1988	27,3	5,2	42	232,1	49,7	25,8	45,8	112,8	10,7	12	2,5	31,8	597,7
1989	18,5	38	40,9	36	82,6	0	64,5	52,9	107	8,5	26,7	0	475,6
1990	19,8	31,6	59,6	188,8	112,5	132	92	34,8	62,8	2,2	0,9	6,6	743,6
1991	44,1	97,5	35,7	18	113,8	35,6	94,1	182,4	72,4	27,8	7,6	0	729
1992	11,9	48	127,3	129,9	38,5	77	18,3	87,7	42,7	0	0	5,5	586,8
1993	74,2	38,4	80	130,1	65,4	61,1	2,5	51	1,5	0	0	10	514,2
1994	75,3	75	34,5	76,3	213,8	29,7	107,3	23,9	0,8	23,2	0	10,5	670,3
1995	13,9	28,9	24,7	38,2	128,1	199,2	57,4	104,6	56,8	38,3	4,4	7,7	702,2
1996	22,5	24,2	39,5	58	37,6	20,5	43,3	75,9	25,5	2,3	2,5	42,2	394
1997	120	82,6	164,5	92,1	47,9	110,1	47,7	83,2	185,7	2	0	0,7	936,6
1998	20,5	78,8	123,4	72,1	83,9	90,9	44,3	11,3	26,3	1,2	0	5,1	557,8
1999	43,3	16,9	71,1	191	10,6	3,3	7,7	32,3	38,5	0	0	0	414,7
2000	3,1	58,3	61,6	61	263,8	74,6	4,7	49,9	42,4	0	0	4,8	624,2
2001	37,1	2,2	34,5	44,4	78,4	27,1	40,1	58,8	30,5	9,5	5,9	24	392,5
2002	22,8	31,7	214,8	253,1	237,7	135,9	27,5	133	26,7	2,1	0	21,6	1106,9
2003	39	115,6	68,7	122,7	92,2	37,4	44,7	91,7	119,7	0	0	8,5	740,2
2004	25,3	48	100,1	177	172,2	138,1	23,7	30,6	1,9	0	0	0	716,9
2005	27,9	40,3	78	105	90	124,3	65,5	7,2	52	0	0	0	590,2
2006	72,7	19,9	13,2	176,2	2,7	52,7	248,1	180,5	57,4	2,8	19,1	13,9	859,2
2007	53,7	128,7	149,8	89,6	13,6	28,2	78,8	25,4	64,9	16,1	0	0	648,8
2008	65	37,9	97,8	77,4	155,5	28,8	21,8	91,3	59,6	3,7	0	3,1	641,9
2009	154	15,4	87,4	131,9	83,6	69,2	72,8	32,6	48,5	14,2	0	16,2	725,7
2010	0,1	72	120,1	67,2	67,6	119,7	74,8	109	97	41,4	0	0	768,9
2011	3,1	46,7	119,5	86,7	69,7	238,1	71	152	30,3	0	0	36	853,1

## ANNEXE 2

### Triangle de texture



## ANNEXE 3

### Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

## ANNEXE 4

### Coefficients culturaux (Kc) pour les différentes cultures

#### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

## ANNEXE 5

### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

## ANNEXE 6

### Guide pratique de P

#### ANNEXE:4 GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

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

ANNEXE 7

Gamme de prix tubes PEHD eau selon : SARL K-PLASTIQUE

UNITE TUBE

**GAMME DE PRIX  
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)**

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)  
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
	Ø20	-		
13003	Ø25	-	36,78	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,87
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13022	Ø50	2.4	88,25	114,95
13015	Ø63	3.0	120,25	137,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48
13022	Ø90	4.3	298,03	348,35
13025	Ø110	4.0	357,85	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,95	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13056	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,08
13081	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	58,48	64,91
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,89	245,34
P3513019	Ø75	5.6	300,80	351,59
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 335,43
P3513033	Ø200	11.9	1 650,34	1 931,48
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 035,15
P3513041	Ø315	18.7	4 093,67	4 789,47
P3513038	Ø400	23.7	6 888,74	7 837,83
P3513043	Ø500	29.7	10 152,81	11 878,44
P3513048	Ø630	37.4	16 738,78	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
061	Ø20	2.3	32,18	37,86
063	Ø25	2.8	50,88	59,48
068	Ø32	3.6	78,51	91,88
071	Ø40	4.5	120,95	141,51
074	Ø50	5.6	188,28	220,29
077	Ø63	7.1	297,95	348,60
080	Ø75	8.4	407,8	477,13
084	Ø90	8.2	510,71	597,53
087	Ø110	10.0	757,19	885,91
090	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
093	Ø160	14.6	1 860,00	1 828,20
096	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
099	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,66
102	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50
105	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
108	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
111	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66
	Ø630	-		

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 66 mm.

**SARL K-PLAST**  
Transformation de Plastiques