

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 :**

**DIMENTIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU  
PLATAU D'EL-ESNAM SECTEUR OUASTE COMMUNE EL-  
ESNAM (W : BOUIRA) A PARTIR DU BARRAGE TILISDIT**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> BELOUAR ABD EL HAFID**

**Devant les membres du jury**

	<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup>	MESSAHEL Mekki	professeur	Président
M <sup>r</sup>	BENKACI Ali	M.C.B	Examinateur
M <sup>me</sup>	MAZOUZI Sabra	M.A.B	Examinatrice
M <sup>me</sup>	BOUCHAMA Hassina	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup>	AZIEZ Ouahiba	M.A.A	promotrice

**Session - 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 :**

**DIMENTIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU  
PLATAU D'EL-ESNAM SECTEUR OUASTE COMMUNE EL-  
ESNAM (W : BOUIRA) A PARTIR DU BARRAGE TILISDIT**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> BELOUAR ABD EL HAFID**

**Devant les membres du jury**

	<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup>	MESSAHEL Mekki	professeur	Président
M <sup>r</sup>	BENKACI Ali	M.C.B	Examinateur
M <sup>me</sup>	MAZOUZI Sabra	M.A.B	Examinatrice
M <sup>me</sup>	BOUCHAMA Hassina	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup>	AZIEZ Ouahiba	M.A.A	promotrice

**Session - 2014**

## Remerciement

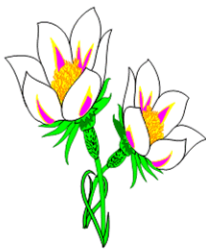
*J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à notre DIEU tout puissant, de m'avoir, donné le courage et la volonté pour mener à bien ce travail. Car sans lui rien n'est possible.*

*Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à ma promotrice, M<sup>ME</sup> AZEIZ OUAHIBA qui m'a chaleureusement accueilli au sein de l'ENSA. Je la remercie pour les discussions, scientifiques que nous avons partagées, ainsi que pour son aide précieuse dans l'élaboration de ce mémoire.*

*\* A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué de près où de loin a ma formation.*

*Aux membres de jury qui me font l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.*

*\* Une mention spéciale à ma famille et à mes amis pour m'avoir aéré l'esprit et pour la motivation qu'ils m'ont apportée tout au long de ce travail.*



*Belouar abd el hafid*

## ∞ Dédicaces ∞

*Je dédie ce modeste travail :*

*\* A mes chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. 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 mes chères et adorable frère et sœurs.*

*\* A toute la famille : belouar et choddani*

*\* A mon cher oncle fahem*

*\* A mes amis et collègues de l'école nationale supérieure de l'hydraulique meloda, KhoYa-ali, karim, rabeih, hyes,, Takfa, Belkacem, moh(bylka, rezik, DRM), Hamza, sofiene, koka Oussama, yazid, monir, kamel*

*\* Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier*



*Belouar Abd el hafid*



## **ملخص:**

ان الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة هو تحديد ابعاد شبكة السقي و التوزيع لسهل المتواجد ببلدية الاسنام ولاية البويرة، علما أن مصدر المياه هو سد تلسدية .  
الغرض من هذه الدراسة تهدف الى زيادة المردودية الفلاحية و هذا يتحقق بالتسيير الأمثل لمصادر المياه وباستعمال أحسن تقنيات السقي التي اثبتت فعاليتها مثل: السقي بالرش الذي يلائم صنف النبتة و طبوغرافية الحقل.

## **Résumé :**

L'objectif de notre mémoire de fin d'études est le dimensionnement du réseau d'irrigation du plateau d'El-esnam commune d'El-esnam willaya de Bouira , sachant que les ressources en eau proviennent du barrage de Tilisdit, dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, cela se faisait par la meilleure gestion de l'eau et par l'utilisation des meilleures techniques d'irrigation qui ont imposé leur fiabilité, prenant par exemple l'irrigation par aspersion qu'adapte avec la topographie de plateau et la nature de culture imposée.

## **Abstract:**

The objective of my report of final studies is the dimensioning of the network of common irrigation of the plate El-esnam of El'esnam willaya of Bouira, knowing that the water resources come from dam of Tilisdite. It aims at increasing the agricultural output that was fused with the best management of water and the use of the best techniques of irrigation which imposed their reliability,like the irrigation by sprinkling which adapts to the topography of plate and the nature of culture imposes.

## Sommaire

### **Introduction générale**

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

Introduction.....	1
I.1.Situation géographique... ..	1
I.2.Situation administrative et Infrastructure routière.....	1
I.3.Végétation.....	3
I.4.Le relief.....	3
I.5.Hydrographie.....	3
I.6.Géologie.....	3
Conclusion.....	3

### **Chapitre II: Problématique et choix de technique d'irrigation**

Introduction.....	4
II.1.La climatologie.....	4
II.1.1.La température.....	4
II.1.2.Le vent.....	5
II.1.3.Le sirocco.....	6
II.1.4.Humidité relative.....	7
II.1.5.L'évaporation.....	7
II.1.6. Nébulosité.....	8
II.1.7.Insolation.....	8
II.1.8.La pluviométrie.....	9
II.1.9.Indice climatique.....	9
II.1.9.1. Indice d'aridité De Martonne.....	9
II.1.9.2.Quotient pluviométrique d'Emberger.....	10
II.1.9.3.Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	11
II.1.9.3.1.Description du graphe.....	11
II.2.Etude pédologique.....	12
II.2.1.Les méthodes d'investigation.....	12
II.2.1.1.Les relevés de terrain.....	13
II.2.2.Les analyses en laboratoire.....	14
II.2.3.L'aptitude culturale des sols.....	17
II.2.4.La perméabilité en surface.....	17
Conclusion.....	17

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

Introduction.....	18
III.1.Les raisons agricoles.....	18
III.2. Les raisons financières.....	18
III.3. Les raisons techniques.....	18
III.4. Les raisons économiques.....	18
III.5.Principe de conception.....	19
Conclusion.....	19

## **Chapitre IV : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Introduction.....	20
IV.1.Données disponibles.....	20
IV.2.Analyse des données.....	20
IV.2.1.Homogénéisation.....	20
IV.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles.....	22
IV.2.2.1.Ajustement a la loi de Gauss.....	22
IV.2.2.2.Ajustement à une loi Log-normale.....	24
IV.3.détermination de l'année de calcul.....	26
IV.4.Calcul des Besoins en eau.....	27
IV.4.1. L'évapotranspiration potentielle.....	27
IV.4.1.1.Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence.....	27
IV.4.1.2. Autres formules de calcul de l'ETP.....	29
IV.4.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle.....	30
IV.4.3.La pluie efficace.....	31
IV.4.4.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures.....	31
IV.4.4.1.Les cultures a irrigué dans les différents secteurs.....	31
IV.4.5. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures pour les différents secteurs.....	35
IV.5.Calcul du débit spécifique pour les différents secteurs.....	37
IV.5.1.Débits spécifiques.....	37
IV.5.2.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures.....	39

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

INTRODUCTION.....	40
V.1.Les techniques d'irrigation.....	40
V.1.1.Irrigation sous pression.....	40
V.1.1.1.L'irrigation localisée.....	40

V.1.1.2.L'irrigation par aspersion.....	40
V.1.2.L'irrigation gravitaire.....	40
V.1.2.1.Irrigation à la raie.....	44
V.1.2.2.Irrigation par planches.....	44
V.1.2.3.Irrigation par bassins.....	44
V.2.Choix de la technique.....	45
V.2.1. Les contraintes naturelles.....	46
V.2.1.1.L'évaporation.....	46
V.2.1.2.le vent.....	46
V.2.1.3. Type de sol.....	46
V.2.1.4.La pente.....	46
V.2.1.5.La ressource en eau.....	46
V.2.1.6.La disponibilité de l'eau.....	47
V.2.1.7.La qualité de l'eau.....	47
V.2.2. Les contraintes techniques.....	47
V.2.3.Contraintes agronomiques.....	47
V.2.3.1.Cultures pérennes.....	48
V.2.3.2.Cultures saisonnières.....	48
Conclusion.....	48

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

Introduction.....	49
VI.1.Les principales caractéristiques de la retenue du barrage.....	49
VI.1.1.La retenue.....	49
VI.1.2.Le barrage.....	49
VI.2.Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude.....	50
VI.3.Classification des eaux d'irrigation.....	50
VI.3.1.Classification mondiale (F.A.O).....	50
VI.3.2.Classification américaine.....	50
Conclusion.....	53

# Liste des tableaux

## Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Les températures extrêmes et moyennes mensuelles.....	3
Tableau I.2 : Vitesse moyenne des vents dans la station (1989-2012).....	4
Tableau I.3 : Répartition mensuelle de l'humidité relative moyenne en % (1989– 2012).....	5
Tableau I.4 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne en mm (1989- 2012).....	5
Tableau I.5 : Les moyennes mensuelles de la nébulosité (1989- 2012).....	6
Tableau I.6 : Insolations moyennes journalières (1989- 2012).....	6
Tableau I.7: Précipitations moyennes mensuelles (1980 – 2011).....	6
Tableau I.8.Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne.....	7
Tableau I.9: composition chimique des eaux superficielles.....	11
Tableau I.10: Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	12

## Chapitre II : Problématique et choix de technique d'irrigation

Tableau II.1. Caractéristiques de la station pluviométrique.....	25
Tableau II.2.Résultat du test de Wilcoxon .....	27
Tableau II.3. Ajustement a la loi Gauss.....	29
Tableau II.4:Ajustement a la loi log-normale .....	31
Tableau II.5. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm. ....	33
Tableau II.6.L'Année de calcul. ....	33
Tableau II.7.L'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ) par la formule de Penman et Monteith .....	36
Tableau II.8.Précipitation efficace dans la zone d'étude. ....	37
Tableau II.9.Calcul du bilan hydrique pour l'olivier .....	38
Tableau II.10. Calcul du bilan hydrique pour le pêcher : .....	38
Tableau II.11. Calcul du bilan hydrique pour la vigne:.....	39
Tableau II.12.tableau de la répartition des besoins nets des trois cultures.....	39

## Chapitre III : Calcule des besoins en eau des cultures

Tableau III.1: les données de calcul de la dose pratique .....	43
Tableau III.2: calcul de $D_{cal}$ de la rampe .....	47
Tableau III.3: calcul de $D_{cal}$ du porte-rampe .....	48
Tableau III.4: calcul des diamètres des conduites secondaires .....	48
Tableau III.5:les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable .....	49

Tableau III.6 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles du périmètre.....	51
Tableau III.7: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation .....	51
Tableau III.8: Caractéristiques des conduites de distribution .....	52
Tableau III.9: Dimensions de la bêche d'aspiration .....	56
Tableau III.10: Choix de la variante pour le nombre de pompes.....	59
Tableau III.11 : les frais d'exploitation .....	63
Tableau III.12 : les dimensions du réservoir de stockage.....	64
<b>Chapitre IV : Dimensionnement du réseau d'irrigation</b>	
Tableau IV.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	65
Tableau IV.2: calcul du volume de déblai .....	67
Tableau IV.3: calcul du volume de sable .....	67
Tableau IV.4 : Calcul du volume de remblai .....	68
Tableau IV.5 : Volumes des travaux de terrassement .....	68
Tableau.IV.6:Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir. ....	69
Tableau.IV.7 : devis estimatif total.....	69

# Liste des figures

## Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

<b>Figure I.1</b> : plan de situation .....	2
<b>Figure I.2</b> : Variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne.....	3
<b>Figure I.3</b> : Variation de la vitesse moyenne du vent .....	4
<b>Figure I. 4</b> : Diagramme bioclimatique .....	9
<b>Figure I.5</b> : Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	10
<b>Figure I.6</b> : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	14

## Chapitre II : Problématique et choix de technique d'irrigation

<b>Figure.II.1</b> :Système d'irrigation localisée.....	17
<b>Figure.II.2</b> : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte.....	18
<b>Figure.II.3</b> : L'irrigation par aspersion.....	19
<b>Figure.II.4</b> : Arroseur automoteur .....	20
<b>Figure.II.5</b> :l'irrigation gravitaire .....	21
<b>figure II.6</b> : Ajustement à la loi de Gauss (loi normal).....	30
<b>figure II.7</b> : Ajustement à la loi log-normal .....	32

## Chapitre III : Calcule des besoins en eau des cultures

<b>Figure III. 1</b> : Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.....	52
<b>Figure IV.1</b> : Schéma d'une tranchée.....	66

## Liste des planches

Planche N°01	Plan de situation du périmètre d'el-esnam
Planche N°01	Plan de découpage du plateau d'el-esnam
Planche N°03	Plan d'occupation du sol de la zone (05)
Planche N°04	Plan du réseau du distribution de la zone (05)
Planche N°05	Plan du réseau projeté de la parcelle (S23)
Planche N°06	Profil en long de la conduite principale



## **Introduction générale**

En Algérie, la réforme des politiques macro-économiques et la libéralisation de l'économie ont eu plusieurs conséquences importantes sur l'irrigation. Ainsi, la reconnaissance du caractère précieux de l'eau et de son coût de transformation d'une source en une prestation de services sur l'exploitation agricole fait que le secteur de l'eau est devenu un objectif privilégié des futures réformes politiques. L'irrigation ne peut progresser que si l'efficacité de l'usage de l'eau agricole est améliorée. Dans ce contexte, la modernisation des périmètres irrigués est indispensable pour le développement de l'agriculture irriguée en Algérie.

Pour une exploitation plus économique de la terre fertile, située dans le plateau d'EL-ESNAM, dont la surface géographique est de 2400 ha, L'approvisionnement en eau se fait à partir de l'accumulation d'eau du barrage TILES-DIT situé en aval du périmètre, dont la capacité de retenue est de 167 millions de m<sup>3</sup>.

L'ensemble des ouvrages faisant objet du projet a pour but d'alimenter le périmètre en eau brute à partir de la prise d'irrigation au niveau du barrage

L'étude de dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion d'une partie de périmètre du plateau d'EL-ASNAM Le secteur (ouest), qui constitue ici le thème de notre travail, et qui est aussi une partie du grand projet d'aménagement du périmètre d'EL ASNAM au niveau de la wilaya de BOUIRA, qui peut être considérée comme des innovations transformatrices entraînant des degrés de changement plus profonds des systèmes de production agricole.

Notre plan d'étude pour atteindre notre objectif est le suivant :

Chapitre01 : analyse des conditions naturelle

Chapitre02 : problématique et choix de technique d'irrigation

Chapitre03 : calcul des besoins en eau des cultures

Chapitre04 : dimensionnement de réseau d'irrigation

Chapitre05 : calcul technico-économique

Chapitre06 : organisation de chantier

# **Chapitre I**

## **Analyse des conditions naturelles**

**Introduction**

L'étude d'un projet agricole fait appel à plusieurs disciplines spécialisées, ces derniers fournir les données nécessaires pour définir les conditions naturelles au quelles le périmètre est confronté. Dans ce chapitre on va essayer de définir le maximum de ces condition afin de facilité l'élaboration de ce projet, pour mieux comprendre le milieu naturelles on va faire une analyse détaillée que ca soit : topographique, climatiques, pédologiques, chimiques.

**I.1.Présentation du périmètre****I.1.1. Situation géographique**

Le plateau d'el-esnam, situé dans la commune d'el-esnam, au cette dernière est située dans la partie ouest de la Wilaya de Bouira, entre et 04°15' longitude Est et entre 36°45' et 36°50 latitude Nord.

Les terres du périmètre irrigué du plateau d'EL ASNAM d'une superficie de 2400 ha occupent le territoire de (03) communes : Bouira ; El-Esnam ; Oued el berdi.

**I.1.2.Situation administrative et Infrastructure routière**

➤ La commune d'EL -ESNAM est située géographiquement à 7 Km au Sud Est du chef lieu de la wilaya de BOUIRA sur l'itinéraire : BOUIRA, EL ESNAM, BECHLOUL.

Elle est limitée comme suit :

- Au nord : par la commune de HAIZAR.
- A l'est : par la commue de BECHLOUL.
- Au sud : par la commune d' AHL EL KSAR.
- A l'ouest : par les communes de BOUIRA et de OUDE BERDI

La superficie totale du territoire de la commune est de 20378 Ha. Elle est répartie comme suit :

- 5281 Ha pour Oued el berdi.
- 7903 Ha pour Bouira.
- 7194 Ha pour El -ESNAM.

Notre zone d'étude est traverse par la route nationale N05, et l'autoroute EST ouest ,et elle est située dans la partie ouest du plateau avec une superficie de 259,802 ha



Figure I.1 : Carte de situation de la région d'étude.

### I.1.3. Le relief

Sur le plan du relief de la commune d'EL-ESNAM, on s'aperçoit que cette région est délimitée du nord par la ligne de crête de Djurdjura, la partie Sud est caractérisée par un relief moins accidenté avec une pente douce d'Ouest en Est dont les cotes varient de 520 à 550 m NGA.

### I.1.4. L'hydrographie

La zone intéressée par le projet s'étend sur une cinquantaine de Kilomètres de plaine, traversée par L'OUED SAHEL. Cet Oued est formé en amont par l'union de L'OUED HOUS au Nord, et de l'OUED ZAIANE au Sud, dont il forme en aval l'OUED SOUMMAM après avoir reçu l'OUED BOUSELLAM.

L'OUED SAHEL reçoit de nombreux affluents :

- ✓ En rive droite, quelques ruisseaux venant de la chaîne de BIBANS peu élevée et faiblement arrosée.

- ✓ En rive gauche, des torrents particulièrement violents car ils descendent du DJEBEL Djurdjura qui forme une barrière très élevée (point culminant est de 2305 m) et reçoit de fortes précipitations. (1800 mm/an).

## I.2. La climatologie

La wilaya de BOUIRA située dans le bassin méditerranéen subit les influences d'un climat méditerranéen par le nord, celles d'un climat steppique propre à la plaine de Hodna, au sud. Les paramètres suivants enregistrés à la station d'EL-Esnam.

La région qui couvre le périmètre est équipée d'une seule station pluviométrique située à la commune d'el-esnam.

**Tableau I.1** : caractéristiques principales de la station d'El ESNAM.

Code de la station	Nom de la station	Coordonnées		Altitude (m)	Nombre d'année d'observation
		X (km)	Y(Km)		
150204	EL ESNAM	620.4	335.5	435	30

Source : ANRH (BLIDA)

### I.2.1 Les précipitations

Les pluies moyennes mensuelles et annuelles enregistrées par cette station sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau I.2:** cumuls des pluies moyennes mensuelles et annuelles en (mm). (1980-2010)

années	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout	Annuel
1980	18	20,1	70,8	121,2	5,5	34,8	44,7	60,1	7,7	7,8	0	38,4	429,1
1981	11,6	27	7,2	32	85,9	43,3	35,8	31,9	52,4	10,5	0	0	337,6
1982	15	45,7	74,2	72	0	13,9	12	41,3	4	2,7	10,6	29,3	320,7
1983	0	2	13,9	11,8	36,6	59,4	19,4	30,6	27,1	20,5	0	6	227,3
1984	11,3	42,9	11,2	37,4	42,7	17,9	68,7	7,2	46	0	2,6	0	287,9
1985	25,3	44,1	46,6	17,4	109,2	24,9	70,2	6,1	4,1	14	0	0	361,9
1986	40	46,7	23,1	72,9	43,2	95,5	32,6	4,7	8,3	8,8	9,1	0	384,9
1987	0	21,7	55,3	19,5	17,9	22,3	35,9	46,6	9,9	1	0	0	230,1
1988	7,1	1,3	52,9	114,3	1	10,6	20,3	0	33,5	6	1	4	252
1989	71,8	6,1	20,2	11,8	32,1	0	32	13,5	65,4	16	44,6	2	315,5
1990	19,7	15,5	26,7	54,5	36,3	59,2	39,4	0	0,2	0	0	0	251,5
1991	12,9	44,1	4	0	42,7	0	31,1	86,2	94,1	12,5	13,7	0	341,3
1992	22,5	22,4	36,6	42,1	10	16,2	4,5	26,5	25,2	5,2	0	2,3	213,5
1993	67,2	21,5	25,6	30,2	11,3	40,1	12,4	22,1	6,3	0	0	0,7	237,4
1994	76,8	27,1	28,9	35,2	120,3	11,8	63,6	5,4	1,1	28,1	0	16	414,3
1995	0	42,5	3	18,4	74,2	103,4	30,7	24,3	41,8	1,7	3,3	0	343,3
1996	31,2	1,6	14,5	36,6	19,3	12,6	15,8	35,8	19,8	0	13	14	214,2
1997	33,3	37	76,1	23	15,1	37,9	5,5	40,9	113,8	0,5	0	0,9	384
1998	17,3	16,5	30,3	7,6	43,6	12,9	20,4	0	7,1	0	0,8	0,4	156,9
1999	24,8	19,3	16,5	75,3	0	0	1,9	6,9	24,3	0	0	0	169
2000	17,9	45,4	40,1	43,1	151,6	27,6	6,5	43,2	4,8	0	0	2,9	383,1
2001	19,2	2,7	7,8	1,2	13,1	13,1	0	6,5	1,2	5,4	4,2	24,5	98,9
2002	5,2	8,6	83,2	155	131	19,3	0	99,5	2,1	6,6	36,1	36,1	582,7
2003	16,6	53,2	44,3	104,8	44,3	12,8	21,1	52,9	100,2	7,4	0	11,2	468,8
2004	11,6	13,4	44,4	67,7	148,8	42,8	12,2	6,2	0	1,3	0	4,1	352,5
2005	20,4	33,7	33,6	33,1	41,6	38,4	17,5	18	50,6	0	15,5	0	302,4
2006	32,4	0,9	27	46,3	9,7	28,7	90,9	124,5	17,3	5,2	0,5	3,4	386,8
2007	39,4	102	44,7	8,7	6,9	37,4	54,1	9,4	38,8	16	0	1,2	358,6
2008	41,2	61,5	32,9	56,1	78,3	22,8	46,8	72,9	7,6	1,5	3,1	6,2	430,9
2009	60,8	6,1	44	54,3	26,8	76,5	45	13,8	39,3	29,1	0	12	407,7
2010	2,1	52,2	48	11	25	61,6	34,2	53,3	71,9	21,3	0,6	2,9	384,1
<b>moy</b>	<b>24,9</b>	<b>28,5</b>	<b>35,0</b>	<b>45,6</b>	<b>45,9</b>	<b>32,1</b>	<b>29,8</b>	<b>31,9</b>	<b>29,8</b>	<b>7,3</b>	<b>5,1</b>	<b>7,0</b>	<b>323,5</b>
<b>%</b>	<b>7,7</b>	<b>8,8</b>	<b>10,8</b>	<b>14,1</b>	<b>14,2</b>	<b>9,9</b>	<b>9,2</b>	<b>9,9</b>	<b>9,2</b>	<b>2,3</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>100,0</b>

Le tableau (I.2) montre que les précipitations sont médiocres avec une moyenne annuelle de 323,5mm.

La majeure partie de ces précipitations tombent du mois d'octobre au mois d'avril avec un taux égal à 76.9 %, le maximum est enregistré aux mois de décembre et janvier avec des taux respectivement de 14.1% et 14.2 % cependant une période presque sèche, qui exprime la mauvaise répartition des précipitations, Pendant l'année du mois de mai au mois de septembre le taux de précipitation est très faible avec au mois de juillet 1.6 %.

Le reste des données climatiques sont fournies par la station météorologique de Bouira ayant comme coordonnées 36°22' Nord pour l'altitude, 03°53' Est pour la longitude.

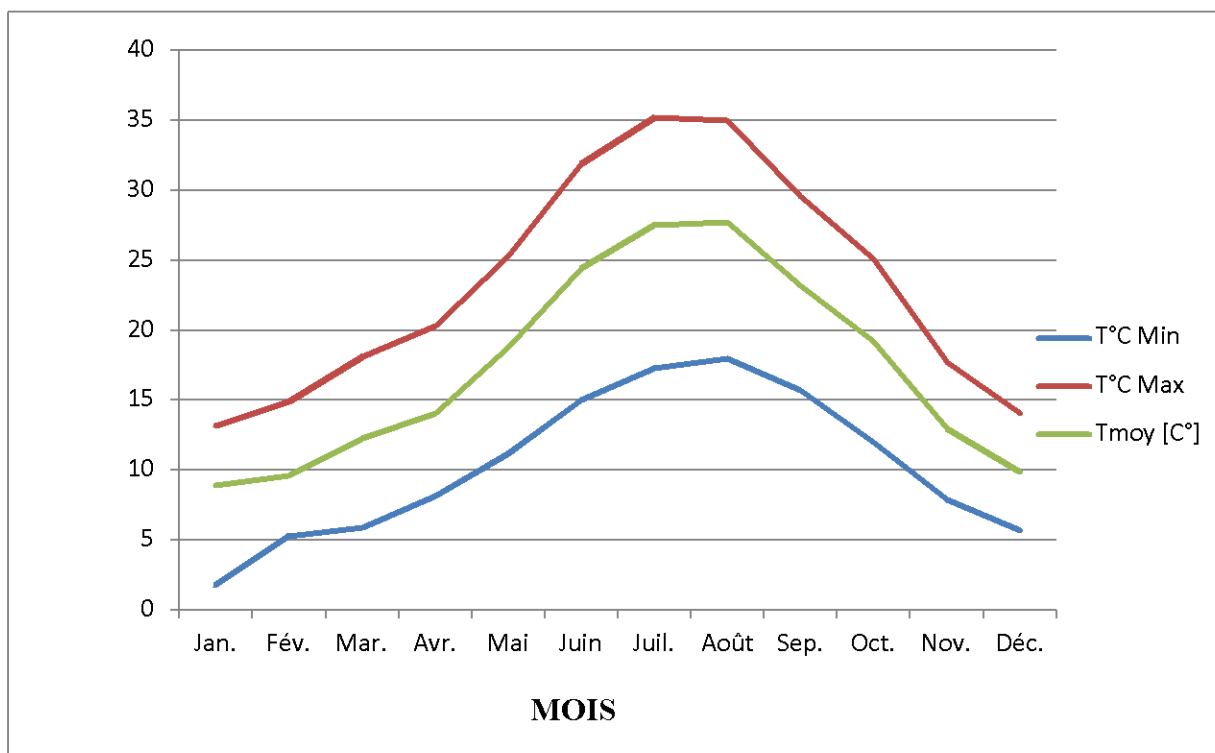
**I.2.2. Les températures**

Les températures enregistrées dans la station de Bouira sont portées dans le tableau suivant :

**Tableau I.3:** les températures moyennes mensuelles (1980-2010)

Mois	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	moy
T°min(C°)	1.8	5.3	5.9	8.2	11.2	15	17.3	18	15.7	12	7.9	5.7	10,3
T°max(C°)	13,2	14,9	18,1	20,3	25,3	31,9	35,2	35	29,6	25,1	17,7	14,1	24,2
T°moy(C°)	8,9	9,6	12,3	14,1	18,8	24,4	27,5	27,7	23,2	19,2	13	9,9	17,38

Source : ONM Alger



**Figure I.2 :** Variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne

**I.2.3 L'humidité relative**

L'humidité relative est le rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau et la quantité maximum possible dans un volume d'air donné. Le tableau ci-dessous donne les moyennes en (%).

**Tableau I .4:** les humidités relatives

Mois	jan,	fév.	mar.	av.	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.	Annuel
Hr max (%)	97	97	95	94	91	81	76	80	90	91	95	97	90
Hr min (%)	62	56	47	44	41	30	27	27	37	44	52	62	44
Hr moy (%)	84	82	74	71	68	56	51	54	66	71	73	84	68

Source : ONM Alger

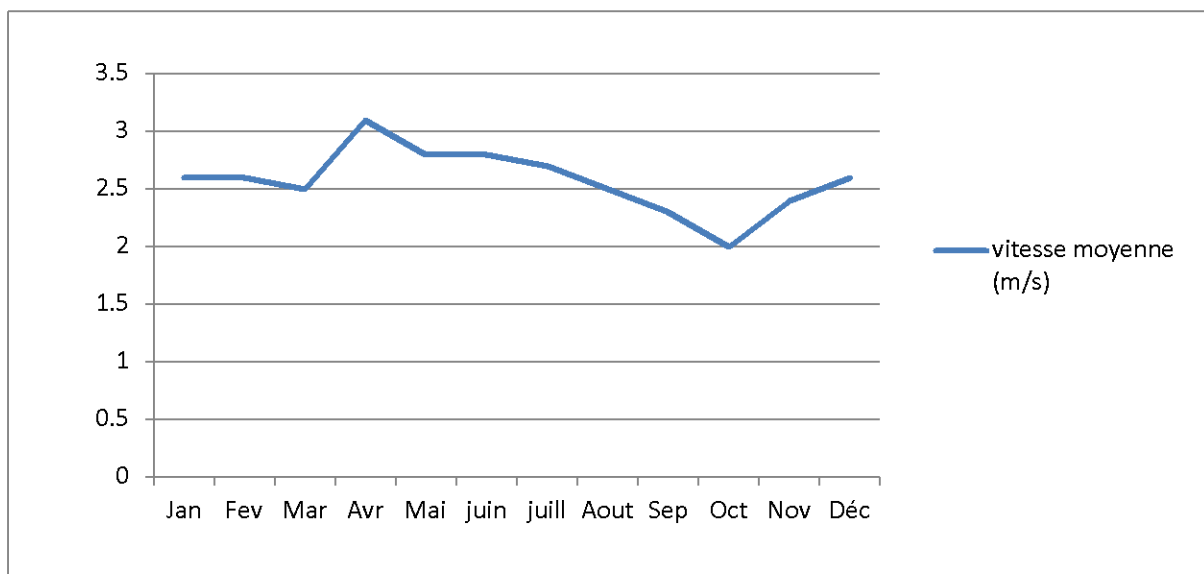
**I.2.4 Les vents :**

Les vitesses des vents et leurs directions constituent un facteur très influent dans la mise en culture et l'exploitation des terres agricoles. Les valeurs enregistrées dans la même station sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau I.5 :** Vitesses du vent.

Mois	jan	Fév	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	Nov	déc	annuel
Vmoy (m/s)	2,6	2,6	2,5	3,1	2,8	2,8	2,7	2,5	2,3	2	2,4	2,6	2,6

Source : ONM Alger



**Figure I.3:** Variation de la vitesse moyenne du vent



**I.2.5 Grêle et gelée**

Les chutes de grêle sont localisées dans l’espace. Elles ont lieu en hiver de Décembre à Mars.et quelques fois avec des tempêtes d’été. Les gelées apparaissent à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril dans la station de Bouira. Le nombre de jour de gelée enregistré est de maximum 7.6 se trouve en février.

**Tableau I.6** : Nombre moyen de jours de gelée

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Moyen (jour)</b>	7,4	7,6	6,4	2,3	0	0	0	0	0	0	0,7	6

Source : ONM Alger

**I.2.6 .L’insolation**

Les valeurs moyennes mensuelles sont représentées dans le tableau Ci-après

Mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>Moyen (jour)</b>	3,9	6,5	7,1	6,8	5,5	8,8	12,1	9,5	6,9	6,2	1,8	3,2

Source : ONM Alger

**I.2.7. Les indices climatiques**

**I.2.7.1. 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

$$I = \frac{323,5}{17,38 + 10} = 11,81$$

**Tableau I.9** : Limite des climats d'après l'indice climatique 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 Stucky-Enhyd 2009**

À partir du tableau I.9 et la valeur de l'indice d'aridité De Martonne ( $I=11,81$ ) du climat de notre zone d'étude, on peut dire que notre climat est de type «relativement humide» ( $10 < I < 20$ ). donc l'irrigation est souvent indispensable.

### I.2.7.2. 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.

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

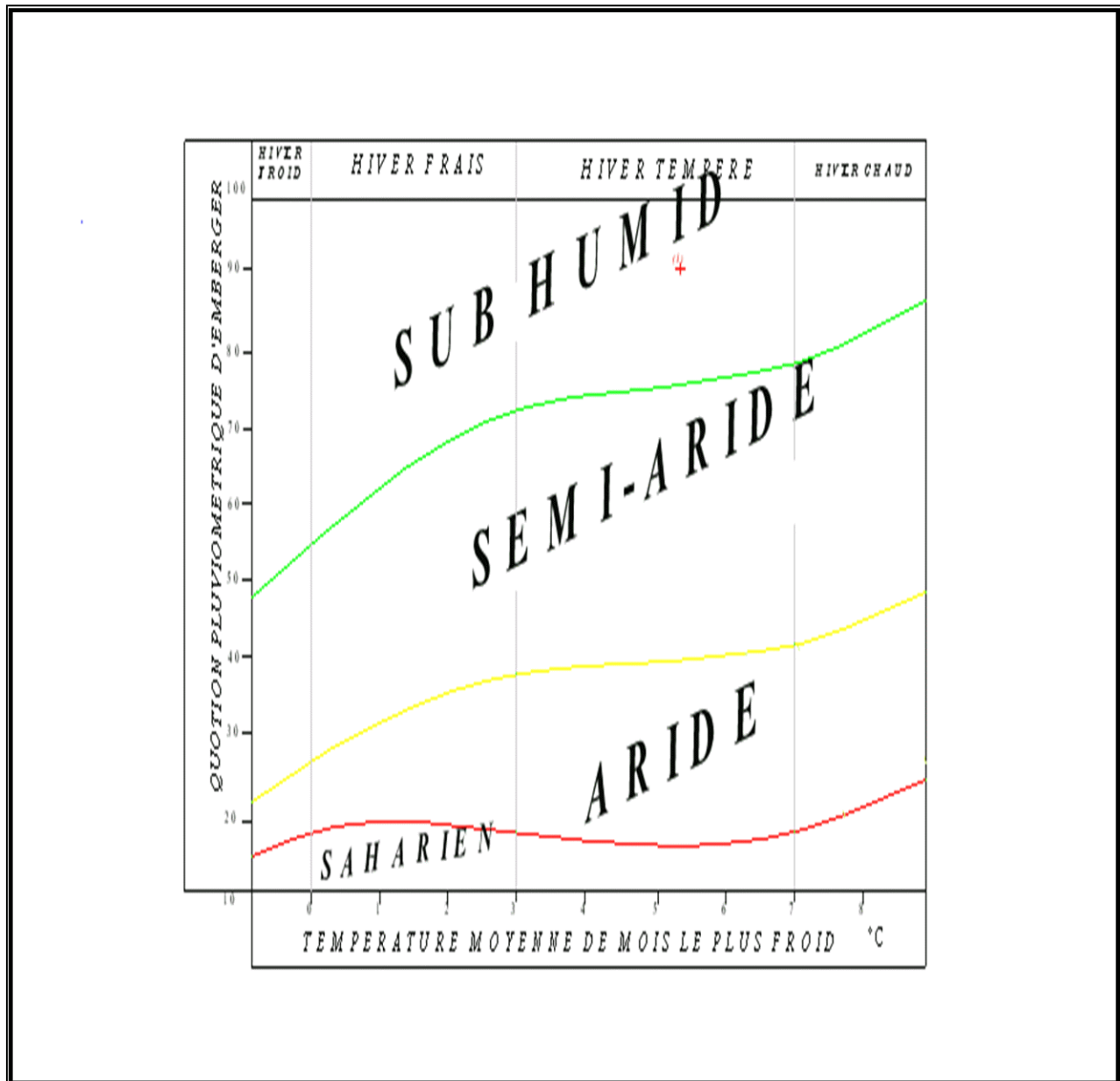
Tel que : Q : Coefficient pluviométrique d'Emerger.

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.

$$Q = \frac{2000 \times 323,5}{(35,2 + 273)^2 - (1,8 + 273)^2} = 33,23$$



**Figure I.2 :** le diagramme bioclimatique d'EMBERGER

- D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure (I.2)), on peut dire que le climat de notre région est : étage bioclimatique : semi aride
- Sous étage : hiver frais.

### I.2.7.3. 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 Voir (Fig. : I.3).

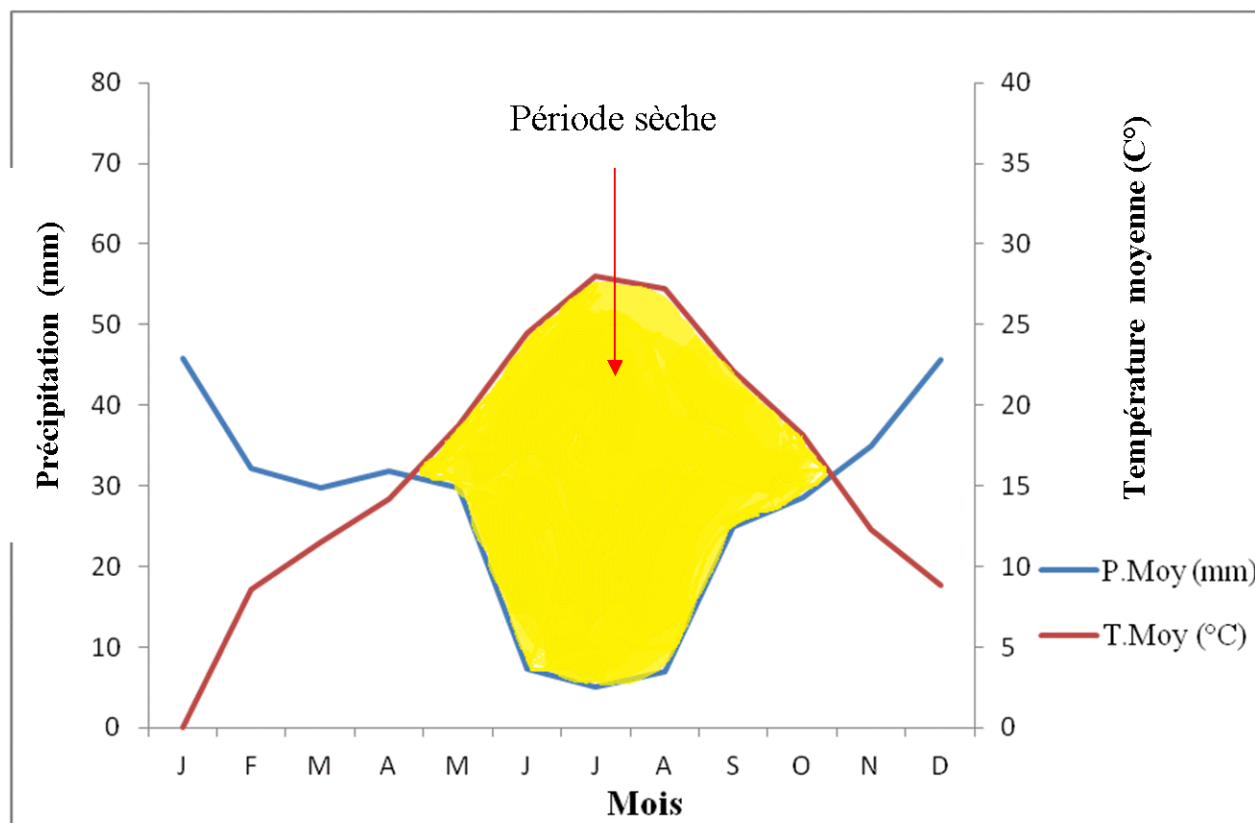


Figure I.3 : Diagramme de GOUSSSEN

### I.3. Etude pédologique

La pédologie, est la science qui définit les caractères des sols et étudie leur relation avec l'environnement, La pédologie se situe au carrefour des sciences de la Terre et des sciences de la vie. Elle étudie les sols dans leur globalité, que ce soit leur formation et leur évolution (pédogenèse), leurs propriétés physiques, morphologiques, chimiques, biologiques et minéralogiques, ainsi que leur répartition à la surface du globe. Les études pédologiques permettent ainsi de classer les sols, notamment en fonction de leur texture. Par ailleurs, les études concernant l'interaction des sols avec le climat, la flore et la faune sont fondamentales pour la préservation de l'environnement naturel.

#### I.3.1 But de l'étude pédologique

Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement.

Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles; la carte pédologique conduite à un zonage du territoire en fonction de ces aptitudes et contraintes.

Tableau I.10: La description des profils (géomorphologie et topographie).

N du profil	Classification pédogénétique	profondeur	Situation	Géomorphologie	topographie
profil N1	sol brun calcaire d'alluvions	0 - 15 cm	Nord-est du Plateau	Versant	pente de 2-3% à 5-7%
		15 - 35 cm			
		35 - 75 cm			
profil N2	sol fersiallitique à réserve calcique	0 - 25 cm	Est du plateau	Versant	pente de 2-3% à 5-7%
		25 - 45 cm			
		45 - 80 cm			
profil N3	sol châtain d'alluvion à réserve calcique	0 - 30 cm	centre du plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		30 - 50 cm			
		50 - 95 cm			
		95 - 120 Cm			
profil N4	sol fersiallitique à réserve calcique	0 - 30 cm	Nord du Plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		30 - 60 cm			
		60 - 105 cm			
profil N5	sol châtain d'alluvions à réserve calcique	0 - 25 cm	Nord-ouest du plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		25 - 45 cm			
		45 - 85 cm			
		85 - 120 cm			
profil N6	sol châtain d'alluvions à réserve calcique	0 - 45 cm	Ouest du plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		45 - 80 cm			
		80 - 120 cm			
profil N7	sol brun calcaire	0 - 35 cm	Sud du plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		35 - 55 cm			
profil N8	Calcimagnésique	0 - 40 cm	Sud - Ouest du plateau	Terrasse	pente de 0 à 2-3%
		<b>40 - 90 cm</b>			
		<b>90 - 110 cm</b>			

Source : A.G.I.D

Tableau I.11 : description des profils (texteur et structure)

	profondeur	caractéristiques principales du sol			
		texture	Structure	porosité	% calcaire
profil N1	0 - 15 cm	limono-argilo-sableuse	grenue nette	Bonne	33% calcaire
	15 - 35 cm	limono-argilo-sableuse	grenue nette	Bonne	20% calcaire
	35 - 75 cm	limono-argilo-sableuse	polyédrique sub-angulaire nette	Faible	16% calcaire
profil N2	0 - 25 cm	argileuse	grenue nette	Bonne	non calcaire
	25 - 45 cm	argileuse	prismatique à cubique peu nette	Bonne	non calcaire
	45 - 80 cm	argileuse	prismatique à cubique peu nette	moyenne	non calcaire
profil N3	0 - 30 cm	limono-argileuse	-	Bonne	16% calcaire
	30 - 50 cm	argilo-limoneuse	-	Bonne	18% calcaire
	50 - 95 cm	argilo-limoneuse	-	Bonne	non calcaire
	95 - 120 cm	argileuse	-	Bonne	horizon calcaire
profil N4	0 - 30 cm	argileuse	massive a grenue	Bonne	non calcaire
	30 - 60 cm	très argileuse	grenue nette	Bonne	non calcaire
	60 - 105 cm	argileuse	colonne nette	moyenne	non calcaire
profil N5	0 - 25 cm	limono-argileuse	Massive	Bonne	horizon calcaire
	25 - 45 cm	argileuse	grenue très nette	Bonne	horizon calcaire
	45 - 85 cm	argileuse	Polyédrique	Bonne	non calcaire
	85 - 120 cm	argilo-limoneuse	cubique peu nette	très faible	non calcaire
profil N6	0 - 45 cm	argileuse	massive a grenue	Bonne	non calcaire
	45 - 80 cm	argileuse	polyédrique nette	Bonne	horizon calcaire
	80 - 120 cm	limono-argileuse	Cubique	mauvaise	horizon calcaire
profil N7	0 - 35 cm	limono-argileuse	grenue nette	Bonne	54% calcaire
	35 - 55 cm	limono-argilo-sableuse	polyédrique sub-angulaire nette	Bonne	61% calcaire
profil N8	0 - 40 cm	limono-argileuse	Grenue	moyenne	20% calcaire
	40 - 90 cm	argileuse	polyédrique sub-angulaire nette	moyenne	horizon calcaire
	90 - 110 cm	argileuse	polyédrique nette	moyenne	horizon calcaire

Source : A.G.I.D

**Tableau I.11:** Des valeurs de Rfu présentées dans le tableau de la légende de la carte des aptitudes culturelles des sols

type de sol	Rfu moyenne (mm) calculées à partir Da de l'étude à 1/50.000		
	0 - 25 cm	0 - 50 cm	0 - 100 cm
sol brun calcaire	15 à 25	50 à 60	105 à 115
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	80 à 90
sol brun calcaire	10 à 20	30 à 40	65 à 75
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	55 à 65
sol brun calcaire	5 à 15	25 à 35	-
sol brun	15 à 25	50 à 60	105 à 115
sol brun	25 à 35	55 à 65	115 à 125
sol châtain	26 à 35	60 à 70	125 à 130
sol châtain	10 à 15	30 à 40	65 à 75
sol fersiallitique	25 à 35	55 à 65	115 à 125

**Source : A.G.I.D**

Le tableau ci- après montre les valeurs de Rfu calculées à partir de la formule suivante :

$Ru \text{ (mm)} = 4.5 * H\% * Da * TF\% * EU \text{ (cm)}$  avec :

$$\text{➤ } RFU = RU * 0.66$$

**Tableau I.12:** résultats des essais par la méthode du cylindre pour déterminer Da de sol et calcul Rfu

résultats des Da (méthode du cylindre-février 1990)							Rfu Moyenne (mm) (2)		
N° du profil	0 à 25 cm		25 à 50		50 à 100		0 à 25 cm	0 à 50 cm	0 à 100 cm
	Da mesurées	M	Da mesurées	m	Da mesurées	m			
p1	1,16	1,16	1,45	1,53	1,58	1,62	17	43	103
	1,17		1,42		1,65				
	1,16		1,72		1,63				
p2	1,25	1,3	1,45	1,4	1,39	1,44	13	28	63
	1,3		1,36		1,44				
	1,35		1,4		1,49				
p3	1,26	1,15	1,52	1,46	1,52	1,49	14	32	69
	1,08		1,6		1,5				
	1,13		1,26		1,45				
p4	1,43	1,4	1,47	1,45	-		14	28	-
	1,36		1,44		-				
	1,42		1,44		-				
p5	1,22	1,21	1,7	1,61	-		12	28	-
	1,23		1,53		-				
	1,19		1,6						
p6	1,75	1,6	1,65	1,49	1,61	1,62	24	50	110
	1,5		1,43		1,61				
	1,55		1,41		1,64				
p7	1,4	1,4	1,26	1,38	1,69	1,74	26	51	117
	1,46		1,43		1,77				
	1,36		1,45		1,76				
p8	1,39	1,35	1,31	1,29	1,44	1,5	25	49	106
	1,35		1,2		1,52				
	1,31		1,37		1,54				

Source : A.G.I.D



Tableau I.13: résultats d'analyse du sol sur les différents profils en fonction de la profondeur

N du profil	profondeur	complexe absorbant (meq/Kg)				du sol		solution du sol		carbone organique g/Kg
		ph (mg/Kg)	ca	mg	k	Na	CEC	Ce (mmhos/cm)	PH	
profil N1	0 - 15 cm	152	558	15	23	3,53	164	0,27	7,7	21,5
	15 - 35 cm	151	657	15,77	9,7	2,67	158	0,14	7,8	16,2
	35 - 75 cm	66	640,22	18,82	7,14	2,27	170	0,14	7,8	14
profil N2	0 - 25 cm	31	265,74	51	7,1	3,72	256	0,08	7,1	13,4
	25 - 45 cm	11	290,24	80,27	6,46	2,87	288	0,07	7,3	9,2
	45 - 80 cm	15	339,84	84,84	6,73	3,13	294	0,06	7,5	5,9
profil N3	0 - 30 cm	26	281,07	60,27	9,50	3,4	272	0,19	7,2	12,2
	30 - 50 cm	7	283,39	74	7,34	3,12	86	0,27	7,4	9,5
	50 - 95 cm	3	565,04	100,45	7,14	3,36	277	0,14	7,6	6,2
	95 - 120 cm	2	819,19	118,11	5,74	4,93	215	0,14	7,8	3,7
profil N4	0 - 30 cm	31	258,45	59,01	8,93	2,78	256	0,07	7,3	9,4
	30 - 60 cm	11	260,68	53,24	6,7	2,6	256	0,06	7,3	7,5
	60 - 105 cm	5	281,6	64,96	5,44	3,22	256	0,08	7,4	5,1
profil N5	0 - 25 cm	4	339,61	36,53	2,36	2,1	213	0,11	7,8	3,9
	25 - 45 cm	5	517,38	57,05	5,29	3,27	244	0,12	7,7	8
	45 - 85 cm	11	350,35	43,49	6,56	2,64	282	0,06	7,7	13,5
	85 - 120 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
profil N6	0 - 45 cm	31	605,38	26,56	7,92	2,37	282	0,17	7,6	13,1
	45 - 80 cm	4	794,28	41,35	5,71	2,55	256	0,15	7,6	9,1
	80 - 120 cm	4	713	22,95	3,28	2,33	155	0,24	7,7	3,8
profil N7	0 - 35 cm	20	677,69	14,73	8%	1,88	193	0,13	7,8	12,1
	35 - 55 cm	10	762	12	3,81	1,7	103	0,12	7,8	7,9
profil N8	0 - 40 cm	12	862,11	13,14	6,78	2,42	250	0,16	7,6	15,1
	40 - 90 cm	8	929,37	28,27	4,7	2,01	220,6	0,12	7,7	10,7
	90 - 110 cm	9	1021,8	42,84	4,17	2,55	207	0,12	7,7	5,8

Source : A.G.I.D

### I.3.2.La Perméabilité

La perméabilité c'est la faculté qu'à un sol à laisser circuler l'eau plus ou moins facilement ou définie par sa vitesse d'infiltration qui est la quantité maximale d'eau qui peut traverser le sol dans un temps donné; on l'exprime en général en mm/h.

On peut définir en fonction de la valeur de K exprimée suivant diverses unités différentes classes de perméabilité

**Tableau I.14:** Différentes classes de perméabilité

Type du sol	Vitesse d'infiltration k			
	cm/s	mm/h	m/s	m/j
Sols imperméables	$10^{-5}$	0.36	$10^{-7}$	0.00864
Sols peu perméables	$10^{-4}$	3.6	$10^{-6}$	0.0864
Sols moyennement perméables	$10^{-3}$	36	$10^{-5}$	0.864
Sols perméables	$10^{-2}$	360	$10^{-4}$	8.64
Sols très perméables	$>10^{-2}$	$>360$	$>10^{-4}$	$>8.64$

On peut classer la nature de sol suivant sa valeur de perméabilité.

**Tableau I.15:** Nature du sol et sa valeur de K.

Nature de sol	K (mm/h)
Très argileux	1,2>
Argileux	1.2 à 1.5
Limoneux	5 à 20
Limono-Sableux	60 à 120
sableux	120 à 250
Sables grossiers	250 à 1000

**I.4. La source d'eau**

L'eau nécessaire d'irrigation de plateau d'el-esnam provient d'une réserve créée par le barrage Tilesdit située à une dizaine de Km de la ville d'EL ASNAM, Il est doté d'un réseau d'AEP pour l'alimentation de la ville de BOUIRA et de ses communes limitrophes :(EL ESNAM ; BECHLOUL, OUED EL BERDI, AHL ALKSAR, OULED RACHED, BORDJ OKHRISS, MESDOUR, TAGUEDIT, AL ADJIBA, AHNIF ET ATH MANSOUR) avec  $20.23\text{Hm}^3/\text{an}$  ; et d'un réseau d'irrigation pour les besoins en eau de 5600ha .

La région de construction du barrage projeté sur Oued House est située dans la partie Sud Est de la wilaya de BOUIRA, sur le territoire de la Commune de BECHLOUL.

**I.4.1. Les principales caractéristiques du barrage**

- la capacité est de  $167\text{Hm}^3$ .
- Le volume régularisable est de  $73\text{Hm}^3$ .
- Près de  $32.4\text{Hm}^3$  sont affectés à l'irrigation.
- Une digue de 65 m de hauteur.
- Une crête de 425 m de longueur et 2,56 m de largeur à la cote 415 m.
- Un évacuateur de crues (trop plein).
- Une vidange de fond de 04 m de largeur et de 240 m de longueur.
- Une tour de prise de 70 m de hauteur et 0,9 m de diamètre sur la galerie de vidange de fond.



Figure I.1 : Le barrage du TILES DIT

**I.4.2.La composition chimique d’eau de barrage Tiledith**

Tableau II.10 : La composition chimique moyenne de l’eau.

Elément	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	NO3 mgN/l	SO4 mg/l	CE mmhos/cm	Alcalinité Totale mg par CaCO3	PH
barrage	70	26	17	0.3	167	0.740	130	7.1

ANRH de BLIDA

**I.4.3. CLASSIFICATION DES EAUX D’IRRIGATION**

**I.4.3.1.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.
- \*>10g/l                                   extrêmement salée.

**I.4.3.2.Classification américaine**

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE à 25°C et S.A.R)

- Pour la conductivité électrique C.E

La conductivité électrique (CE) ramenée à 25 C° et exprimée en  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (micro Siemens par cm) caractérise la salinité totale de l'eau ou ce que l'on appelle les risques salins liés à une présence excessive de sels, quelle que soit leur nature.

Quatre classes de risques salins ont été définies:

C1 : C.E<0,250	mmhos/cm	l'eau de faible salinité
C2 : 0,250<C.E<0,750	mmhos/cm	l'eau de salinité moyenne
C3 : 0.750<C.E<2,250	mmhos/cm	l'eau à forte salinité
C4 : C.E>2,250	mmhos/cm	l'eau à très forte salinité

➤ **Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

Selon la concentration et le type d'ions présents dans l'eau, l'argile peut passer de l'état floculé à l'état dispersé. L'état dispersé se manifeste essentiellement en présence d'une faible concentration totale en sel et d'un pourcentage élevé de sodium; les terres deviennent compactes et asphyxiantes pour les plantes et la conductivité hydraulique du sol baisse fortement. Pour apprécier le risque lié à une teneur relative excessive en sodium (risque alcalin), on compare la concentration en ions Na (facteur de dispersion) et celle en ions Ca et

Mg qui eux sont des agents de floculation, au moyen du paramètre suivant:

$$\text{S.A.R} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \quad \text{Avec : Na}^+, \text{Ca}^{++}, \text{et Mg}^{++} \text{ en meq/l.}$$

Quatre classes de risques alcalins ont été définies:

- S1 risque faible SAR < 10
  - S2 risque moyen 10 < SAR < 18
  - S3 risque élevé 18 < SAR < 26
  - S4 risque très élevé SAR > 26
- ✓ •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.

Dans notre cas le calcul du SAR a donne la valeur suivante

$$\text{S.A.R} = \frac{17}{\sqrt{\frac{70+26}{2}}} = 2,45$$

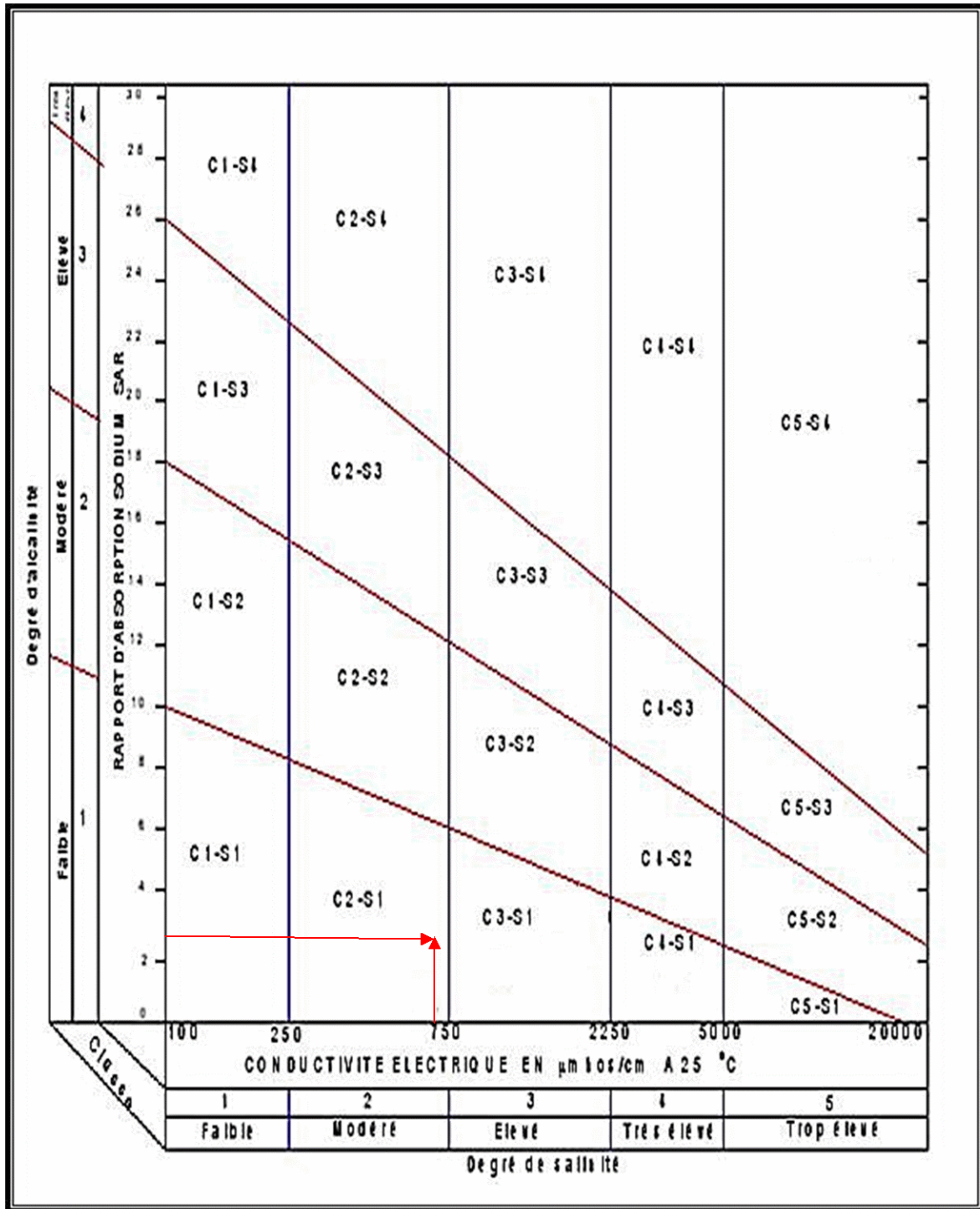


Figure II.2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme Riverside on remarque que la classification des eaux superficielles est C2S1, caractérisé par une salinité moyenne, et une conductivité électrique de 0.74mmhos/cm. En effet ces eaux peuvent être utilisées pour l'irrigation de périmètre

**Conclusion**

Nous avons élucidé au terme de ce chapitre tous les conditions naturelles, pour cela on a commencé par une présentation générale du périmètre, la climatologie, la pédologie et l'analyse chimique des eaux d'irrigation. Au cour de ces études effectuées on a constaté que la région est caractérisé par un climat semi-aride, la texture du sol est type limono-argileuse ainsi que les eaux superficielles peuvent utilisées pour l'irrigation du périmètre.



# **Chapitre II**

## **Problématique et choix de technique d'irrigation**

## Introduction

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour augmenter la production (soit une amélioration de 2.5 fois des rendements en sec) et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou le rabattement des nappes en particulier dans les zones arides. Elle permet aussi la dissolution et l'assimilation des minéraux et des matières organiques.

### II.1. Classification générale des irrigations :

Selon leurs objectifs on distingue :

- a) **L'irrigation humectant ou de fraîcheur** : Elles ont pour but de permettre aux plantes de trouver dans le sol l'humidité qui leur manque. Ce sont les vraies irrigations pratiquées sur d'immenses surfaces du globe ; pendant la période végétative dans les régions sèches.
- b) **L'irrigation fertilisante** : Ces irrigations ayant pour but d'apporter au sol les éléments fertilisants qui lui manquent pour l'alimentation des plantes.  
(TIERCELIN J.R.1998).

### II.2. But et intérêt de l'irrigation :

- Est considérée comme le mode supérieur de la conquête végétale ; dans tous les pays secs ;
- Compenser un manque de pluie ;
- Satisfaire les besoins des cultures en eau ;
- La lutte contre le risque de gel ;
- Lessivage des sels ;
- Favorise l'activité biologique, la fertilisation, et le réchauffement du sol.

### II.3. Différentes techniques d'irrigation

Quelle que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel ; nappe souterraine ; eau de ruissèlement) et son mode de transport (canaux ; conduites sous pression) un problème fondamental se pose à l'agriculteur : Comment répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit ? Cependant le moyen de la répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre aux critères d'une production maximale, car l'agriculteur doit essentiellement envisager la rentabilité finale de l'opération.

C'est pourquoi les frais d'installation et d'équipement d'une part (aménagement du sol, appareils...etc.) et les frais d'exploitation d'autre part (l'énergie, main d'œuvre...etc.) ; doivent être pour une très large part envisagés dans le choix de la technique d'arrosage qu'il adaptera.

### II.3.1. L'irrigation gravitaire (ou de surface)

Cette technique 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 (ruissèlement ; infiltration et capillarité).

Toutes les techniques qui vont suivre nécessitent un canal d'amenée d'eau dont le rôle est d'alimenter soit : le bassin ; les raies ou la planche.

#### II.3.1.1 L'irrigation par ruissèlement :

Il s'agit d'un ruissèlement en nappe ou déversement où l'eau est distribué par rigoles. On recense dans cette catégorie les techniques suivantes :

##### a) L'arrosage à la planche

Dans ce dispositif, la surface à irriguer est divisée en bandes rectangulaires de longueur  $L$  qui varie entre 50m et 800m prise dans le sens de la plus grande pente ; et de largeur  $l$  de 5m à 30m.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants avec des pentes inférieures à 0.5%. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4% à 5%. Dans tous les cas, la pente transversale des planches doit être nulle pour atteindre une meilleure uniformité d'arrosage.



Photo II.1 : acheminement de l'eau pour une irrigation par planche

##### b) L'arrosage par rigoles de niveau :

L'alimentation de la parcelle est faite par des rigoles se rapprochant des courbes de niveau et qui fonctionnent par débordement. Cette technique convient pour les pentes

comprises entre 3 à 10% ; mais reste possible de l'appliquer pour des pentes de 20 à 30%. Il s'agit d'un système traditionnel d'irrigation en montagne.

**c) L'arrosage à la raie ou sillons :**

L'eau ne ruissèle pas sur l'ensemble de la surface du sol mais s'écoule dans des fossés, rigoles, ou raies et pénètre par infiltration latérale et verticale jusqu'aux racines des plantes.

L'arrosage à la raie consiste à amener l'eau à la plante par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0.75 m à plus d'un mètre) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière. L'eau s'infiltré en tous sens.

L'arrosage à la raie se pratique sur des terrains d'environ 0.5% à 4% de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (maïs, pomme de terre, etc.).

**II.3.1.2.L'irrigation par submersion :**

Le principe de cette technique consiste à submerger le sol avec de l'eau qui s'infiltré par la suite sous l'effet de son propre poids. Selon la perméabilité, on distingue deux techniques de l'irrigation par submersion :

- a) **Submersion continue** : Dans laquelle l'eau est maintenue en surface, donc la lame est équivalente à la hauteur d'eau.
- b) **Submersion alternée** : Dans ce cas l'eau non infiltrée part dans le réseau de colature.

Il existe plusieurs variantes d'irrigation par submersion, parmi elles on note :

- ✓ Les cuvettes et les rigoles circulaires utilisées en arboriculture ;
- ✓ Les bassins à billons alimentent successivement des petits bassins de longueur de 5m à 10m ;
- ✓ Les micros bassins utilisés en maraichage ou en pépinière.

**II.3.1.3. L'irrigation mixte :**

Il s'agit d'un ruissèlement suivi d'une submersion. Quelques techniques possibles employées en irrigation mixte sont :

- ✓ L'épandage de crue ;
- ✓ La raie courte.

**II.3.1.4. Les avantages de l'irrigation gravitaire**

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau
- Possibilité de lessivage sans risques d'érosion

- Matériel d'irrigation assez simple
- Destruction des adventices
- Protégé contre le gel

#### **II.3.1.5. Les inconvénients de l'irrigation gravitaire**

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau
- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'ou diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

#### **II.3.2. Irrigation sous pression**

L'irrigation sous pression diffère de l'irrigation gravitaire. Dans la première ; l'eau s'écoule sous pression dans les conduites dites "Conduites forcées ou sous charge». On distingue deux types d'irrigation sous pression :

##### **II.3.2.1. Irrigation localisée :**

###### **II.3.2.1.1. Définition :**

S'appelle aussi le goutte à goutte ; est l'une des techniques de l'irrigation localisée (micro irrigation) qui consiste à apporter à chaque plante ou arbre, individuellement la quantité d'eau dont elle a exactement besoin, en fonction des types de sol, des spécificités du climat ; et de son développement, sans ruissèlement appréciable.

###### **II.3.2.1.2. Les caractéristiques de l'irrigation localisée :**

Cette technique se caractérise par rapport d'autres techniques d'irrigation par :

- ✓ Elle n'arrose qu'une fraction du sol ;
- ✓ Nécessite de faibles débits et de faibles pressions ;
- ✓ Met en œuvre les équipements fixes et légers ;
- ✓ Ne mouille pas le feuillage ;
- ✓ Elle est indépendante des autres interventions sur les cultures ;
- ✓ Convient bien à l'irrigation fertilisante ;

- ✓ Impose dans la plus part des cas l'automatisation, car elle nécessite des apports fréquents et fractionnés.

### II.3.2.1.3. Composition d'une installation d'irrigation localisée :

Une installation d'irrigation localisée se compose essentiellement de :

- Un point de fourniture d'eau sous une pression appropriée ;
- L'unité de tête ;
- Un complexe d'injection de l'engrais.
- La filtration
  - a) Filtre à sable ;
  - b) Filtre à tamis



Photo II .2 : Schéma d'un filtre à sable



**Photo II.3 :** Schéma d'un filtre à tamis

- La conduite principale : Qui relie au point d'approvisionnement d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en chlorure de polyvinyle rigide (PVC), en acier galvanisé ou en polyéthylène à haute densité (PEHD).
- Les portes rampes : Qui alimentent les rampes d'une seule cote ou de deux cotes ; ils peuvent être soit en polyéthylène (PE) ; soit en (PVC).
- Les rampes : Elles sont toujours en polyéthylène basse densité (PEBD), les distributeurs sont fixés à des espacements prédéterminés.
  - Les distributeurs : Constituent la partie essentielle de l'installation, c'est à partir d'eux que l'eau sort en débits faibles et régulier à une pression atmosphérique. Ils peuvent être des goutteurs, des gaines ; des tubes poreux ; des mini-diffuseurs et des ajutages calibrés.
    - **Les goutteurs** : Les goutteurs apportent l'eau à la surface du sol de manière ponctuelle. Ils peuvent être classés selon le type de fonctionnement ou bien le mode de fixation.
    - la rampe : selon le type de fonctionnement hydraulique, selon la régularité de fabrication et sensibilité au bouchage et selon le mode de fixation, pour ce dernier on distingue trois de fixation principaux sur la rampe :



1) **En ligne** : chaque goutteur est une véritable jonction entre deux morceaux de rampes, ou bien il est à l'intérieur de la rampe.



**Photo II.4** : Goutteur en ligne

- 2) **En dérivation** : c'est le cas de l'ensemble des autres goutteurs. La mise en place se fait par l'exploitant, de préférence au champ pour bien positionner le goutteur à l'emplacement désiré, la saillie est plus au moins importante, ce qui est recherché ou non.
- 3) **Intégré** : selon LEOPOLD. L'élément portant le cheminement est mis en place dans les tuyaux lors de son exécution. Le tuyau n'est pas tronçonné. Comme dans le cas des goutteurs en ligne, les fabrications proposent différents écartements.
- **Les mini-diffuseurs** : Ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.
  - **Les tubes poreux** : La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.
  - **Ajutage calibrés** : Les systèmes d'arrosage par ajutage calibrés sont constitués par une canalisation en PE ; sur laquelle sont fixés en dérivation des orifices calibrés en laiton, sont placés sur la rampe à écartement réguliers.
  - **Les gaines** : Destinées aux cultures maraichères, peuvent être utilisée pour les vergers, elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.
  -



**II.3.2.1.4. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation à la goutte à goutte :****a) Avantage :**✓ **Avantages agronomiques :**

- Bonne aération de sol ;
- Pas de brûlures de feuillage en cas de salinité de l'eau d'irrigation ;
- Il ne mouille ni le tronc, ni les frondaisons ce qui limite le développement des maladies cryptogamiques ;
- Les insectes ne sont pas altérés au voisinage des cultures en raison de la sécheresse relative de l'air ;
- Développement des mauvaises herbes réduites ;
- Possibilité d'intervenir sur la culture ;
- Grande efficacité l'irrigation.

✓ **Avantages économiques :**

- ✚ Réduction des pertes d'eau par évaporation, par ruissèlement, et par percolation, ce qui donne une efficacité proche de **95%** ;
- Economie d'énergie ;
- Economie de main d'œuvre ;
- Augmentation des rendements des cultures.

**b) Inconvénients :**

- Sensibilité des goutteurs à l'obstruction ;
- L'irrigation localisée est délicate d'emploi ; car elle nécessite des matériels adaptés, de bonne qualité, comme elle nécessite des calculs techniques et économiques préalables.



**Photo II.5 :** L'irrigation par goutte à goutte.

### II.3.2.2.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... etc.



**Photo II.6 :** L'irrigation par aspersion



**Photo II.7 :** Arroseur automoteur

#### II.3.2.2.1.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.

#### II.3.2.2.2.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.4.Choix de la technique

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur la détermination de certains facteurs ou contraintes à savoir

#### II.4.1. Les contraintes naturelles

Les conditions naturelles telles que le type de sol, la pente du terrain, le climat, la qualité de l'eau et sa disponibilité, jouent un rôle très important dans le choix adéquat d'une technique d'irrigation

##### II.4.1.1.L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante

##### II.4.1.2.le vent

Dans le cas du périmètre de Ouaguenoun, les vents sont plus ou moins irréguliers, ils ont des vitesses fréquentes, varient de 2.2-3 m/s, ont une direction dominante Nord– Ouest.

##### II.4.1.3. Type de sol

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante. Les sols sableux sont caractérisés par une faible capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. C'est pourquoi, en sols sableux, la dose d'arrosage est faible mais les arrosages sont moins espacés, surtout quand ces sols ne sont pas profonds. Dans ces conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface.

Avec du limon ou de l'argile les trois méthodes sont utilisables, mais l'irrigation de surface est la plus courante. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface. Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

#### **II.4.1.4. La pente**

Presque la totalité du périmètre à des pentes qui varient entre [3% – 6%] et le reste à des pentes supérieures à 6%, donc la première ne présente aucune contrainte particulière.

#### **II.4.1.5. La ressource en eau**

L'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ; Et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

Facteurs conditionnant le choix de la méthode d'irrigation:

- La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression,
- La qualité d'eau,

#### **II.4.1.6. La disponibilité de l'eau**

L'efficacité d'un réseau d'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est généralement supérieure à celle d'un réseau d'irrigation de surface; par conséquent ces deux méthodes sont préférables à l'irrigation de surface au cas où les ressources en eau sont limitées. Par ailleurs, il est bon de rappeler que l'efficacité d'irrigation dépend aussi bien des compétences de l'agriculteur que de la méthode utilisée.

#### **II.4.1.7. La qualité de l'eau**

Avec une eau chargée de sédiments, il est plus convenable d'utiliser la technique d'irrigation de surface que les autres techniques par aspersion ou au goutte à goutte. En effet, les sédiments peuvent provoquer l'obstruction des asperseurs ou des goutteurs. Dans le cas d'une eau saline, l'irrigation au goutte à goutte est particulièrement appropriée. En effet, comme l'eau est fournie aux pieds des plantations, la salinité du sol ne sera pas sérieusement affectée par l'irrigation à l'eau saline. Dans le cas d'une irrigation par aspersion par une eau saline ou par une eau usée épurée on risque la création de plusieurs problèmes à savoir :

La production d'aérosols ceux-ci dispersés par les vents, peuvent propager les germes pathogènes vers les voies de circulation et les habitations, contamination des feuillages

**II.4.2. Les contraintes techniques**

- Qualification de main d'œuvre
- Entretien du matériel

**II.4.3. 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 entrainer 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 maraichères

**II.4.3.1. 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.

**II.4.3.2. Cultures saisonnières :**

➤ Cultures couvrantes :

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

➤ Cultures maraichères :

- L'irrigation de surface (par rigole, par planches ...)
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation localisée.

### Remarque

Les cultures choisies pour notre cas sont de type (céréale et cultures maraichère)

- Cultures maraichères :(tomates, pomme de terre)
- Cultures céréale :( blé)

### Conclusion

La méthode d'irrigation devient plus facile à distinguer et à mettre en place une fois que toutes les contraintes précédentes sont définies et connues, dans notre zone d'étude toutes les contraintes ainsi que les cultures choisies nous guident vers le mode en suppression avec un system d'irrigation par aspersion

# **Chapitre III**

## **Calcul des besoins en eau des cultures**

**Introduction**

Le but de ce chapitre consiste à calculer certains nombre de paramètres indispensables pour l'établissement des calendriers d'arrosage qui sont : les besoins en eau des cultures, les doses d'irrigation, la fréquence des arrosages, le tour d'eau ainsi que le volume global en eau qu'on doit mobiliser pour couvrir toute la campagne d'irrigation.

**III.1. Analyse fréquentielle de la pluviométrie**

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique, sa quantification est faite au niveau de plusieurs stations pluviométriques implantées à travers le territoire algérien dans le but d'avoir une information précise sur ce paramètre d'irrigation.

**III.1.1.Homogénéisation**

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire, par l'utilisation du test de Wilcoxon qui servira pour le contrôle de l'homogénéité des séries de données des différentes stations.

Ce test consiste en :

chaque série d'observations est divisée en deux échantillons ( X1 ,.....Xn ) et ( Y1 ,.....Yn ) avec  $n < m$  et  $n$  ,  $m$  représentent les tailles des deux échantillons.

On classe la série ( XUY ) par ordre croissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine ( X ou Y ).

La condition pour que la série soit homogène est :

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

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

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

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

$n$  : 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.1 :** Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station de la station d’EL-Esnam code (150204)

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
429,1	443,3	98,9	Y	1	352,5	Y	17
337,6	214,2	156,9	Y	2	358,6	Y	18
320,7	384	169	Y	3	361,9	X	19
227,3	156,9	213,5	X	4	383,1	Y	20
287,9	169	214,2	Y	5	384	Y	21
361,9	383,1	227,3	X	6	384,5	Y	22
384,9	98,9	237,4	X	7	384,9	X	23
320,1	582,7	251,5	X	8	386,8	Y	24
252	468,8	252	X	9	407,7	Y	25
315,5	352,5	287,9	X	10	414,3	X	26
251,5	302,4	302,4	Y	11	429,1	X	27
341,3	386,8	315,5	X	12	430,9	Y	28
213,5	358,6	320,1	X	13	443,3	Y	29
237,4	430,9	320,7	X	14	468,8	Y	30
414,3	407,7	337,6	X	15	582,7	Y	31
	384,5	341,3	X	16			

- ✓ **n = 15**
- ✓ **m = 16**
- ✓ **W<sub>x</sub> = 209**
- ✓ **W<sub>min</sub> = 190,2**
- ✓ **W<sub>max</sub> = 289,58**

La condition du test  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, donc la série de données de la station pluviométrique d’EL-Esnam est homogène.

### III.1.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles

#### III.1.2.1. 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 :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots\dots\dots(III.3)$$

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

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$  .....(III.4)

L'écart type :  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$  Pour  $n \geq 30$  ..... (III.5)

La variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  ..... (III.6)

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  ..... (III.7)

Pour les calculs on a utilisée le logiciel HYDROLAB

Voire le tableau n°(III.2), et la figure n° (III.1)

Tableau III.2: Les résultats de calcul sont :

Taille n= 31		Moyenne= 323,512903		Ecart-type= 102,147497		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	
429,1	98,9	1	0,0161	-2,142	98,9	104,749606	54,9600706	142,630346	
337,6	156,9	2	0,0484	-1,661	156,9	153,839693	111,96047	186,482434	
320,7	169	3	0,0806	-1,401	169	180,404934	142,508816	210,510699	
227,3	213,5	4	0,1129	-1,211	213,5	199,775293	164,602546	228,212149	
287,9	214,2	5	0,1452	-1,057	214,2	215,499167	182,398616	242,719786	
361,9	227,3	6	0,1774	-0,925	227,3	229,011064	197,574465	255,303277	
384,9	230,1	7	0,2097	-0,807	230,1	241,044347	210,985769	266,613592	
230,1	237,4	8	0,2419	-0,700	237,4	252,029133	223,132932	277,03398	
252	251,5	9	0,2742	-0,600	251,5	262,242266	234,336768	286,81238	
315,5	252	10	0,3065	-0,506	252	271,874701	244,8174	296,120979	
251,5	287,9	11	0,3387	-0,416	287,9	281,065683	254,734219	305,086453	
341,3	302,4	12	0,3710	-0,329	302,4	289,921715	264,208038	313,806792	
213,5	315,5	13	0,4032	-0,245	315,5	298,527882	273,334274	322,361384	
237,4	320,7	14	0,4355	-0,162	320,7	306,955064	282,1913	330,817471	
414,3	337,6	15	0,4677	-0,081	337,6	315,264816	290,846043	339,234589	
343,3	341,3	16	0,5000	0,000	341,3	323,512914	299,357982	347,667846	
214,2	343,3	17	0,5323	0,081	343,3	331,76099	307,791218	356,179764	
384	352,5	18	0,5645	0,162	352,5	340,070742	316,208336	364,834506	
156,9	358,6	19	0,5968	0,245	358,6	348,497924	324,664423	373,691532	
169	361,9	20	0,6290	0,329	361,9	357,104091	333,219014	382,817769	
383,1	383,1	21	0,6613	0,416	383,1	365,960123	341,939354	392,291587	
98,9	384	22	0,6935	0,506	384	375,151105	350,904827	402,208407	
582,7	384,1	23	0,7258	0,600	384,1	384,783541	360,213426	412,689039	
468,8	384,9	24	0,7581	0,700	384,9	394,996673	369,991826	423,892875	
352,5	386,8	25	0,7903	0,807	386,8	405,98146	380,412215	436,040037	
302,4	407,7	26	0,8226	0,925	407,7	418,014742	391,722529	449,451342	
386,8	414,3	27	0,8548	1,057	414,3	431,526639	404,30602	464,627191	
358,6	429,1	28	0,8871	1,211	429,1	447,250513	418,813658	482,42326	
430,9	430,9	29	0,9194	1,401	430,9	466,620872	436,515108	504,516991	
407,7	468,8	30	0,9516	1,661	468,8	493,186113	460,543373	535,065337	
384,1	582,7	31	0,9839	2,142	582,7	542,276201	504,395461	592,065736	

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	237,560206	207,113407	263,328006	237,56	0,200	1,3
0,5	0,000	323,512914	299,357982	347,667846	323,51	0,500	2,0
0,8	0,841	409,465601	383,697801	439,912399	409,46	0,800	5,0

III.1.2.1. Ajustement à une loi Log-normale

Tableau III.3: les résultats de calcul sont :

Taille n= 31 xo= 0		Moy.log(x-xo)= 2,484945039 E.T. log(x-xo)= 0,158980917		I.C. à (en%)= 80		U Gauss= 1,282		
Valeurs de départ	Valeurs Classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
429,1	98,9	1	0,016	-2,142	98,9	139,465	116,674	159,74306
337,6	156,9	2	0,048	-1,661	156,9	166,291	143,116	186,92731
320,7	169	3	0,081	-1,401	169	182,9	159,673	203,73705
227,3	213,5	4	0,113	-1,211	213,5	196,048	172,83	217,08024
287,9	214,2	5	0,145	-1,057	214,2	207,412	184,212	228,66504
361,9	227,3	6	0,177	-0,925	227,3	217,703	194,507	239,21287
384,9	230,1	7	0,210	-0,807	230,1	227,296	204,084	249,10805
230,1	237,4	8	0,242	-0,700	237,4	236,422	213,165	258,58653
252	251,5	9	0,274	-0,600	251,5	245,236	221,898	267,80881
315,5	252	10	0,306	-0,506	252	253,849	230,39	276,89342
251,5	287,9	11	0,339	-0,416	287,9	262,35	238,726	285,93438
341,3	302,4	12	0,371	-0,329	302,4	270,81	246,97	295,01126
213,5	315,5	13	0,403	-0,245	315,5	279,292	255,181	304,19553
237,4	320,7	14	0,435	-0,162	320,7	287,856	263,41	313,55502
414,3	337,6	15	0,468	-0,081	337,6	296,557	271,708	323,15736
343,3	341,3	16	0,500	0,000	341,3	305,453	280,124	333,07302
214,2	343,3	17	0,532	0,081	343,3	314,617	288,719	343,38971
384	352,5	18	0,565	0,162	352,5	324,127	297,561	354,20721
156,9	358,6	19	0,597	0,245	358,6	334,065	306,717	365,63044
169	361,9	20	0,629	0,329	361,9	344,529	316,265	377,78638
383,1	383,1	21	0,661	0,416	383,1	355,639	326,305	390,83298
98,9	384	22	0,694	0,506	384	367,548	336,959	404,97257
582,7	384,1	23	0,726	0,600	384,1	380,457	348,39	420,47242
468,8	384,9	24	0,758	0,700	384,9	394,64	360,815	437,69845
352,5	386,8	25	0,790	0,807	386,8	410,486	374,544	457,17311
302,4	407,7	26	0,823	0,925	407,7	428,575	390,037	479,68246
386,8	414,3	27	0,855	1,057	414,3	449,838	408,028	506,49285
358,6	429,1	28	0,887	1,211	429,1	475,914	429,803	539,84722
430,9	430,9	29	0,919	1,401	430,9	510,125	457,952	584,32873
407,7	468,8	30	0,952	1,661	468,8	561,076	499,134	651,93193
384,1	582,7	31	0,984	2,142	582,7	668,998	584,074	799,68116

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	224,4757743	201,2716	246,1921024	224,47	0,200	1,3
0,5	0,000	305,4534644	280,1242	333,0730162	305,45	0,500	2,0
0,8	0,841	415,6431237	378,9797	463,56172	415,64	0,800	5,0

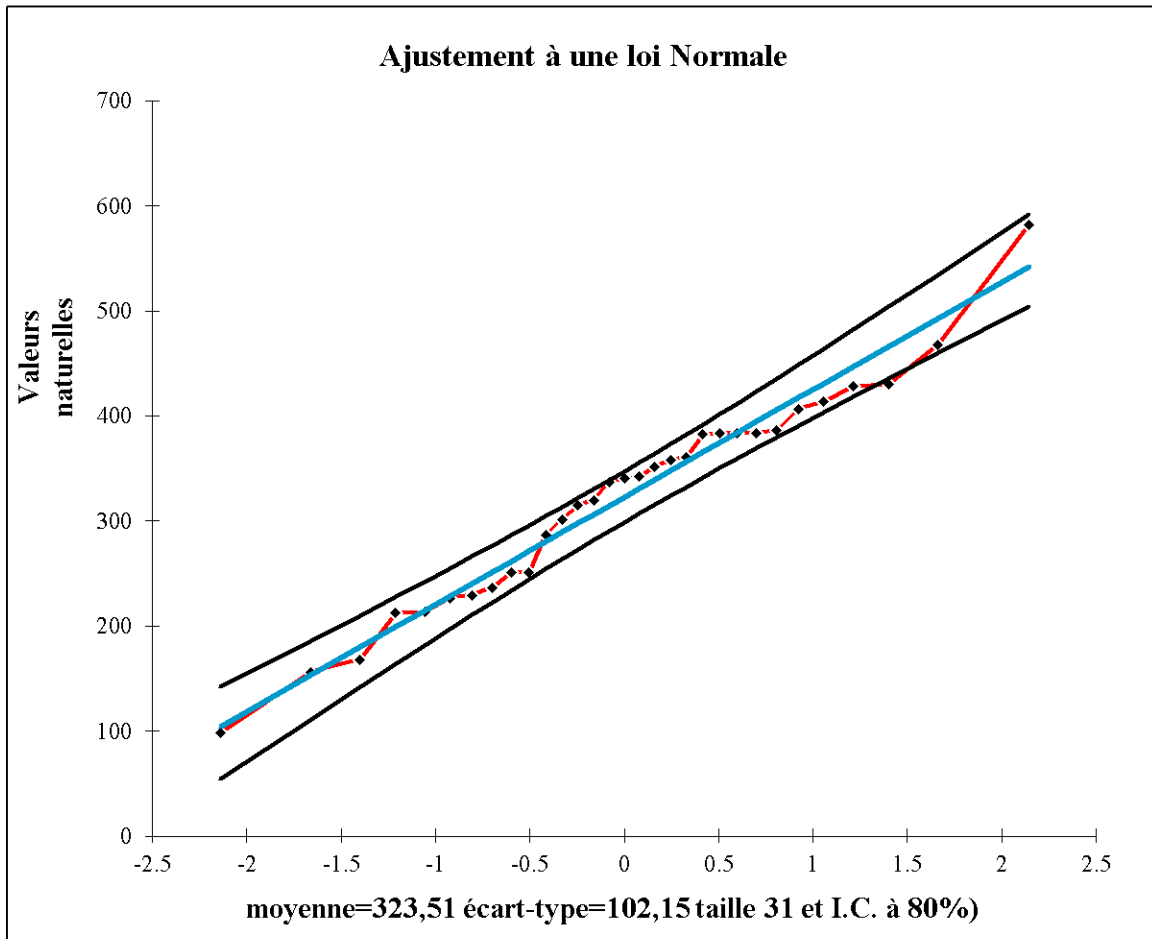


Figure III.1: Ajustement a la loi de Gauss

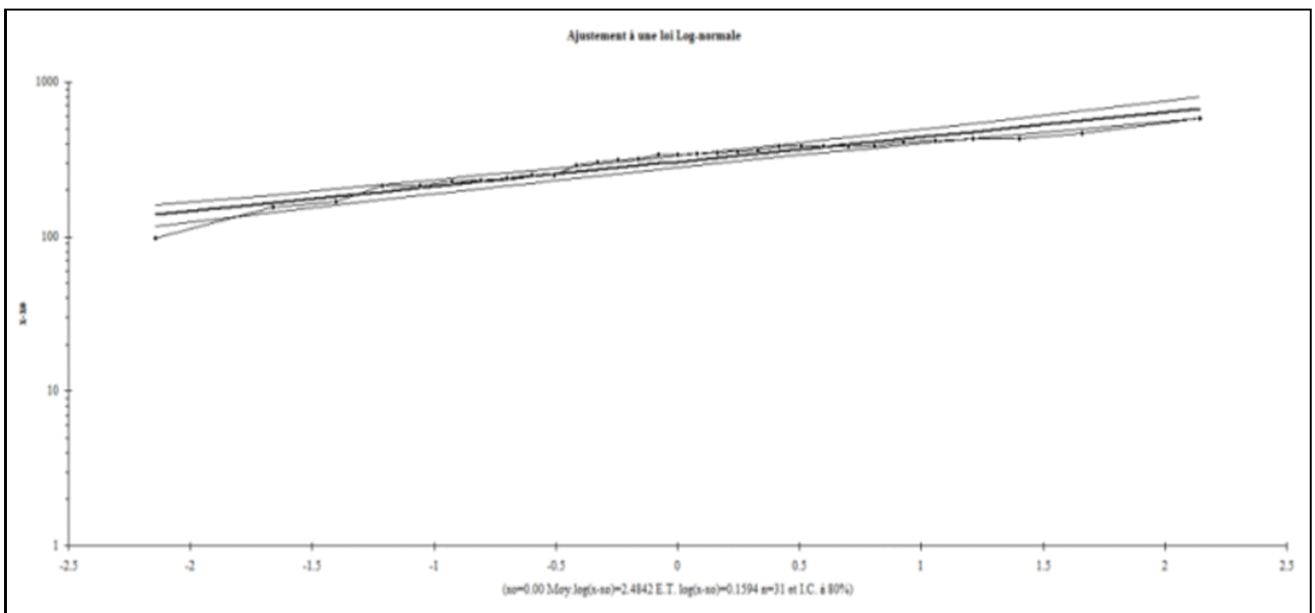


Figure III.2: Ajustement à une loi Log-normale

Remarque : On travaille avec l'ajustement à une loi normale

**III.2.détermination de l'année de calcul**

La détermination de l'année de calcul à pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi Suivante :

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 237.56 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 323.51 \text{ mm}$$

Nous avons :

$$P_{\text{moy mensuelle de } 80\%} = \frac{P_{\text{théorique}}}{P_{\text{moy annuelle}}} \cdot P_{\text{moy mensuelle}}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{237.56}{323.51} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0.734 \cdot P_{\text{moy.mensuelle}}$$

$P_{\text{moy}}$  De chaque mois et P80% moy sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau III.4 :** Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.

Mois	Sep	Oct.	Nov.	déc.	jan	fév.	mars	avr.	mai	juin.	juil.	aout.	Année
<b>P moy (mm)</b>	24,9	28,5	35,0	45,6	45,9	32,1	29,8	31,9	29,8	7,3	5,1	7,0	323,5
<b>P80% moy (mm)</b>	18,27	20,91	25,69	33,45	33,69	23,56	21,87	23,41	21,87	5,35	3,74	5,14	237,44

**III.3.Calcul des Besoins en eau**

Les quantités d'eau consommées par une culture dans un intervalle de temps déterminé se calculent en enlevant aux pertes représentées par l'évapotranspiration maximale (ETM), les valeurs des apports naturels constitués de la fraction des précipitations stockées dans la zone racinaire (pluie efficace  $p_{\text{eff}}$ ) et d'éventuels autres apports annexes (remontées capillaires apports latéraux etc.) auxquels s'ajoute une éventuelle réserve en eau du sol R accumulée antérieurement à la période étudiée.

### III.3.1. L'évapotranspiration potentielle (référence)

Face à la multiplicité de paramètres susceptibles d'influencer l'évapotranspiration, un critère plus simple a été introduit: l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  (appelée parfois évapotranspiration potentielle). Par convention, on définit l'évapotranspiration de référence comme l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, à son stade de développement végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

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

#### III.3.1.1.Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence

De nombreuses formules de calcul de l'évapotranspiration de référence ont été proposées. Elles font intervenir un nombre plus ou moins important de facteurs climatiques et ont été établies initialement pour une zone particulière. Le problème du choix d'une formule appropriée se pose donc avec acuité.

Par la suite sont présentées quelques-unes de ces formules parmi les plus utilisées. Le caractère empirique de la plupart d'entre elles impose un respect strict des unités proposées par leurs auteurs. Parmi ces formules empiriques qui y'ont été proposées pour donner une estimation de l'ETP en cite :

- **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 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).

$I_g$  : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

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

Dans laquelle :

Hr : L ; humidité de l'air en %.

$$Ig=Iga(0,18+0,62).\frac{h}{H}$$

Avec :

Iga : 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.

- **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 ( $2.5.10^6$  J/kg)

$\sigma$  : Constante psychrométrique ( $0,65$  h la/°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.

### III.3.1.2. 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 quelque soit la zone considérée, les formules qui donnent les meilleurs résultats sont celles qui font intervenir la radiation (Turc, Penman, et Penman-Monteith notamment).



L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités on cite:

- L'évapotranspiromètre
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, Qui est basé sur la méthode de M<sup>r</sup> Penman et Montheit modifiée

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo sont représentés dans le tableau VI.5

**Tableau III.5 :** Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penmann- Montheih, exprimée en mm/jour.

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	1.8	13.2	84	2.6	3.9	7.8	1.29
February	5.3	14.9	82	2.6	6.5	12.4	1.76
March	5.9	18.1	74	2.5	7.1	16.0	2.77
April	8.2	20.3	71	3.1	6.8	18.3	3.64
May	11.2	25.3	68	2.8	5.5	17.9	4.41
June	15.0	31.9	56	2.8	8.8	23.1	6.45
July	17.3	35.2	51	2.7	12.1	27.6	7.59
August	18.0	35.0	54	2.5	9.5	22.6	6.50
September	15.7	29.6	66	2.3	6.9	16.7	4.30
October	12.0	25.1	71	2.0	6.2	13.0	2.88
November	7.9	17.7	73	2.4	1.8	6.3	1.76
December	5.7	14.1	84	2.6	3.2	6.6	1.15
<b>Average</b>	<b>10.3</b>	<b>23.4</b>	<b>70</b>	<b>2.6</b>	<b>6.5</b>	<b>15.7</b>	<b>3.71</b>

**III.3.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle**

Ce sont les besoins en eau maximaux (besoins de pointe) de la culture ou de la parcelle qui intéressent le projeteur.

Les besoins en eau d'une parcelle correspondent à toute l'eau utilisée par cette parcelle ou évapotranspiration réelle (ETR) pour le développement de la culture qui y est installée.

Cette quantité d'eau (ETR) contient :

- la transpiration de la culture (mais aussi des adventices),
- l'évaporation directe à partir du sol ou des plantes.

A défaut de pouvoir évaluer l'ETR, on calcule généralement l'évapotranspiration maximale (ETM) qui dépend :

- de l'ET0 (évapotranspiration de référence);
- du végétal (type et stade végétatif),

$ETM = K_c \cdot ET_0$  Où :

- ETM : évapotranspiration maximale journalière en mm.j<sup>-1</sup>
- ET0 : évapotranspiration de référence en mm.j<sup>-1</sup>
- Kc: coefficient cultural (tenant compte du stade de développement végétatif et de la culture)

**III.3.3.La pluie efficace**

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissèlement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées à 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace (P<sub>eff</sub>) = 80 %.

**Tableau. III.6:** Précipitation efficace dans la zone d'étude

Station	Eff. rain method	
bouira	Fixed percentage	
	Rain	Eff. rain
	mm	mm
January	33.7	27.0
February	23.6	18.8
March	21.9	17.5
April	23.4	18.7
May	21.9	17.5
June	5.3	4.3
July	3.7	3.0
August	5.1	4.1
September	18.3	14.6
October	20.9	16.7
November	25.7	20.6
December	33.5	26.8
<b>Total</b>	<b>236.9</b>	<b>189.6</b>

**III.3.3.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures :**

**III.3.3.1.Les cultures a irrigué dans les différents secteurs :**

Le choix des cultures est pris selon leur tolérance aux salinités de l'eau ainsi que du sol

**Tableau. IV. III.7:** les superficies des différentes occupations de la zone V

La zone	Les cultures	Superficies occupées (ha)
(V) avec une superficie totale de 257,042 ha	La tomate	84,566
	Le blé	79,112
	La pomme de terre	93,371

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

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, pour les sols limono-argileuses, argilo-limoneuse et argileuse on prend ( $Y=2/3$ )

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

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 (à la rétention H<sub>cc</sub>, du flétrissement H<sub>pf</sub>) selon la texture de sol.

Pour le blé : (Z=0,8m) limono-argileuse (RU=190 mm/m) (RFU=101,33mm)

La tomate : (Z=0,7m) argilo-limoneuse (RU=210 mm/m) (RFU=98mm)

La pomme de terre : (Z=50cm) argileuse (RU=230 mm/m) (RFU=76,66mm)

Les valeurs du profondeur d'enracinement son prise a partir de l'annexe 01

**Tableau III.8:** Calcul du bilan hydrique pour le blé :

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	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	0.8	1.29	39.99	31.99	27	20.71	-15.72	0
F	1.05	1.76	49.28	51.74	18.8	0	32.94	32.94
M	1.2	2.77	85.87	103.04	17.5	0	85.54	85.54
A	0.75	3.64	109.2	81.90	18.7	0	63.20	63.2
M	0.65	4.41	136.71	88.86	17.5	0	71.36	71.36
J	0.2	6.45	193.5	39	4.3	0	34.40	34.40
J	0	7.59	235.29	0	3	0	-3.00	0
A	0	6.5	201.5	0	4.1	0	-4.10	0
S	0	4.3	129	0	14.6	4.1	-18.70	0
O	0	2.88	89.28	0	16.7	19	-35.40	0
N	0.3	1.76	52.8	15.84	20.6	20	-24.32	0
D	0.4	1.15	35.65	14.26	26.8	26	-38.44	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 06mois (février, mars, avril, mai et juin), donc on calcule le besoin pour cette période.

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

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	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	1.29	39.99	0	27	85.80	-112.80	0
F	0	1.76	49.28	0	18.8	98.00	-116.80	0
M	0.6	2.77	85.87	51.52	17.5	65.28	-31.26	0
A	0.7	3.64	109.2	76.44	18.7	6.34	51.40	51.40
M	1.1	4.41	136.71	150.38	17.5	0	132.88	132.88
J	1.2	6.45	193.5	232.20	4.3	0	227.90	227.90
J	1.07	7.59	235.29	251.76	3	0	248.76	248.76
A	0	6.5	201.5	0	4.1	3.0	-7.10	0
S	0	4.3	129	0	14.6	7.10	-21.70	0
O	0	2.88	89.28	0	16.7	21.70	-38.40	0
N	0	1.76	52.8	0	20.6	38.40	-59.00	0
D	0	1.15	35.65	0	26.8	59.00	-85.80	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 04mois (avril, mai, juin, juillet), donc on calcule le besoin pour cette période.

**Tableau III.10:** Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	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>
J	0	1.29	39.99	0	27	26.80	-53.80	0
F	0	1.76	49.28	0	18.8	53.80	-72.60	0
M	0	2.77	85.87	0	17.5	72.60	-90.10	0
A	0	3.64	109.2	0	18.7	76.66	-95.36	0
M	0	4.41	136.71	0	17.5	76.66	-94.16	0
J	0	6.45	193.5	0	4.3	0	-4.30	0
J	0	7.59	235.29	0	3	0	-3.00	0
A	0.5	6.5	201.5	100.75	4.1	0	96.65	96.65
S	0.85	4.3	129	109.65	14.6	0	95.05	95.05
O	1.02	2.88	89.28	91.07	16.7	0	74.37	74.37
N	0.85	1.76	52.8	44.88	20.6	0	24.28	24.28
D	0.75	1.15	35.65	26.74	26.8	0	-0.06	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 04 mois (aoute, septembre, octobre et novembre) donc on calcule le besoin pour cette période.

### III.3.4. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures

**Tableau III.11:** Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures

besoin en eau totaux				
cultures	le blé	la tomate	la pomme de terre	Besoins total
J	0	0	0	0
F	32.94	0	0	32,94
M	85.54	0	0	85,54
A	63.2	51.40	0	114,6
M	71.36	132.88	0	204,24
J	34.40	227.90	0	262,3
J	0	248.76	0	248,76
A	0	0	96.65	96,65
S	0	0	95.05	95,05
O	0	0	74.37	74,37
N	0	0	24.28	24,28
D	0	0	0	

**III.4 .Débits spécifiques**

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d’irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d’après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l’entête de l’entité d’étude.

$$Q_{sp} = \frac{\text{Bpointe. 0, 00386}}{K}$$

Tel que : **Q<sub>sp</sub>**: Débit spécifique.

**Bpointe** : Les besoins de pointe

**K** : Coefficient d’efficience globale du système d’irrigation =0,75

Modèles	Mois de pointe	Besoin (mm/mois)	Débit de pointe (l/s/ha)
le blé	Mai	85.54	0,440
la tomate	Juillet	248.76	1,280
La pomme de terre	Aoute	96.65	0,497

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui de la culture la plus exigeant 1,280 l/s/ha, correspondant au mois de juin

**Tableau IV.21** : Les besoins totaux en m<sup>3</sup>

La zone	Les cultures	Superficiés occupées (ha)	Besoins annuels (mm)	Besoins annuels (m <sup>3</sup> )
(V) avec une superficie totale de 259,802 ha	La tomate	76,264	660,94	5040,93
	Le blé	96,06	287,44	27611,48
	La pomme de terre	73,351	290,35	21297,46

**IV.5.2.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures:**

Le volume d’eau stocké dans le barrage est 167 Hm<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, et le besoin total des secteurs est de 99314,46 m<sup>3</sup>. Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

**Conclusion**

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année.

Ces derniers sont importants à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas. donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

# **Chapitre IV**

## **Dimensionnement du réseau d'irrigation**



## Introduction

Le dimensionnement du réseau d'irrigation est l'ensemble de conduites connectées entre elles, ces dernières certes à acheminer l'eau à chaque parcelles, l'alimentation de ces parcelles se fait à partir des bornes d'irrigation.

Dans ce chapitre on va dimensionner le réseau d'irrigation de la zone V, sachant que ce réseau est alimenté à partir d'un picage qui assure tous les besoins des cultures mis en place dans cette zone, pour cela on dimensionne premièrement tous les diamètres des conduites qui constitue ce réseau, ensuite on calcule toutes les pressions aux bornes d'irrigation avec une vérification des vitesses pour tous les tronçons.

### IV.1. Dimensionnement du réseau de distribution

#### IV.1.1. Principe de tracé d'un réseau de distribution

Pour tracer un réseau de distribution il faut :

- Choisir les lieux des bornes de distribution.
- Tracer les conduites principales de telle façon qu'on peut prévoir les conduites secondaires.
- Déterminer le sens de l'écoulement.
- Tracer les courbes de niveau.

#### IV.1.2. Mode du tracé et implantation des bornes

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projeteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il est préférable d'étudier d'abord les tracés des conduites et après on place les bornes.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
  - une prise par ilot d'exploitations.
  - quatre (04) prises maximum sur une même borne.
  - bornes implantées en limites d'ilots.

- prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière.
- pour les zones a grande exploitation.
    - La borne se situe au centre de la parcelle.
    - 4 prises sur les mêmes bornes.

#### IV.1.3.Rôle et fonction de la borne d'irrigation

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limite du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

#### IV.1.4.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles

Le dimensionnement du réseau de distribution nécessite la détermination des débits caractéristiques des différentes parcelles qui constituent le périmètre à étudier.

Le calcul des débits caractéristiques pour les différentes parcelles s'effectue a partir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots\dots\dots (IV.1)$$

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

$S$  : la superficie de la parcelle en (ha)

Les résultats de calcul sont donnés sous forme de tableau ci-après

**Tableau IV.1:** Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles de la zone V

La zone	Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
<b>V</b> <b>259.802 ha</b>	S1	11,992	15,34
	S2	7,703	9,86
	S3	7,474	9,56
	S4	6,776	8,68
	S5	12,479	15,97
	S6	8,351	10,69
	S7	7,168	9,17
	S8	6,346	8,12
	S9	12,453	15,94
	S10	13,732	17,58
	S11	7,994	10,23
	S12	10,139	12,98
	S13	10,389	13,30
	S14	10,224	13,09
	S15	8,241	10,55
	S16	11,631	14,89
	S17	8,252	10,56
	S18	12,009	15,37
	S19	10,158	13
	S20	13,093	16,76
	S21	15,838	20,27
	S22	14,718	18,84
	S23	13,083	16,75
	S24	11,406	14,60
	S25	5,792	7,41

L'acheminement des eaux vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduites en PEHD, le secteur se compose de 25 parcelles avec des surfaces variant de 5,792 ha à 15,838 ha,.

Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Epanet dont la figure (VIII.1) représente la distribution des vitesses et des pressions.

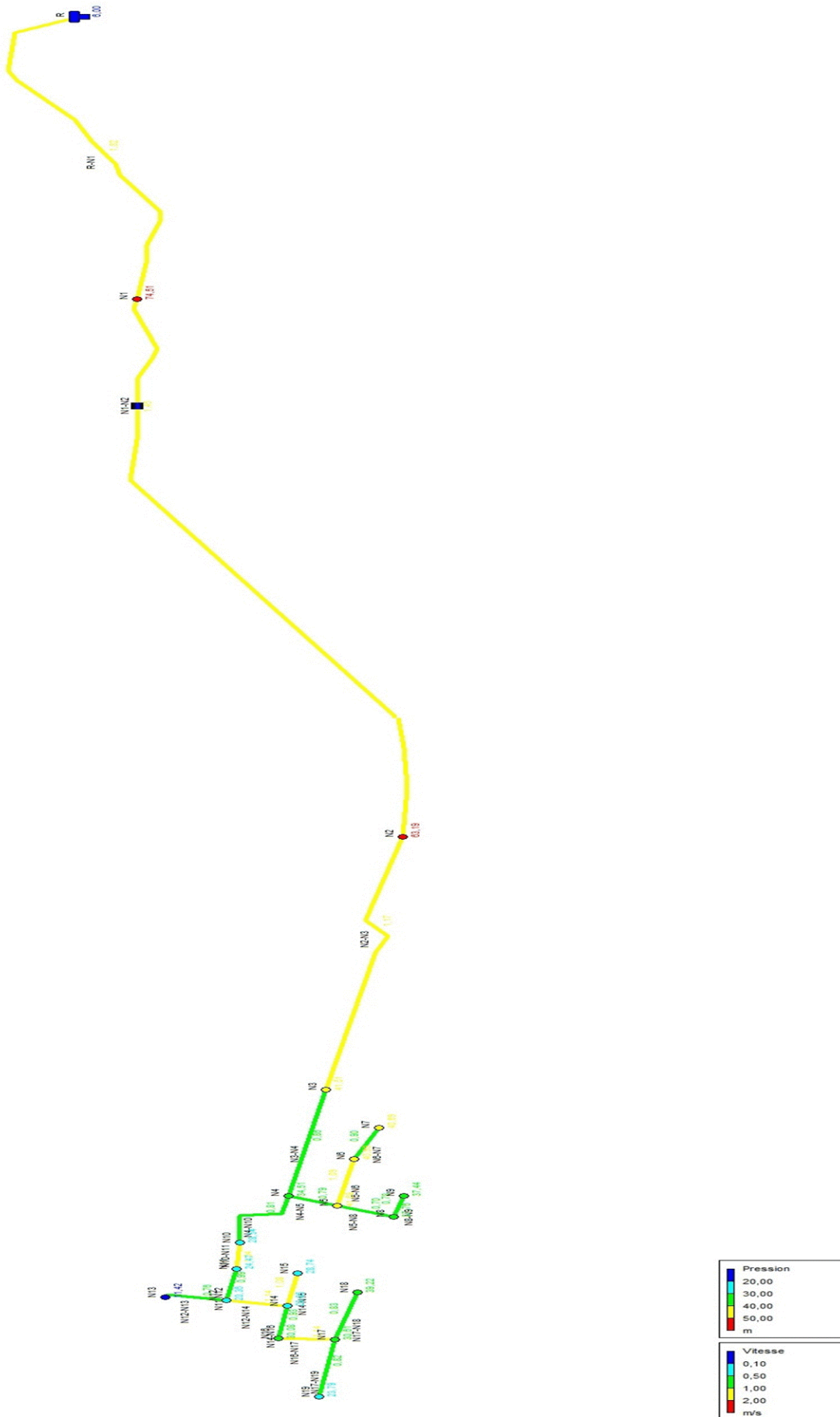
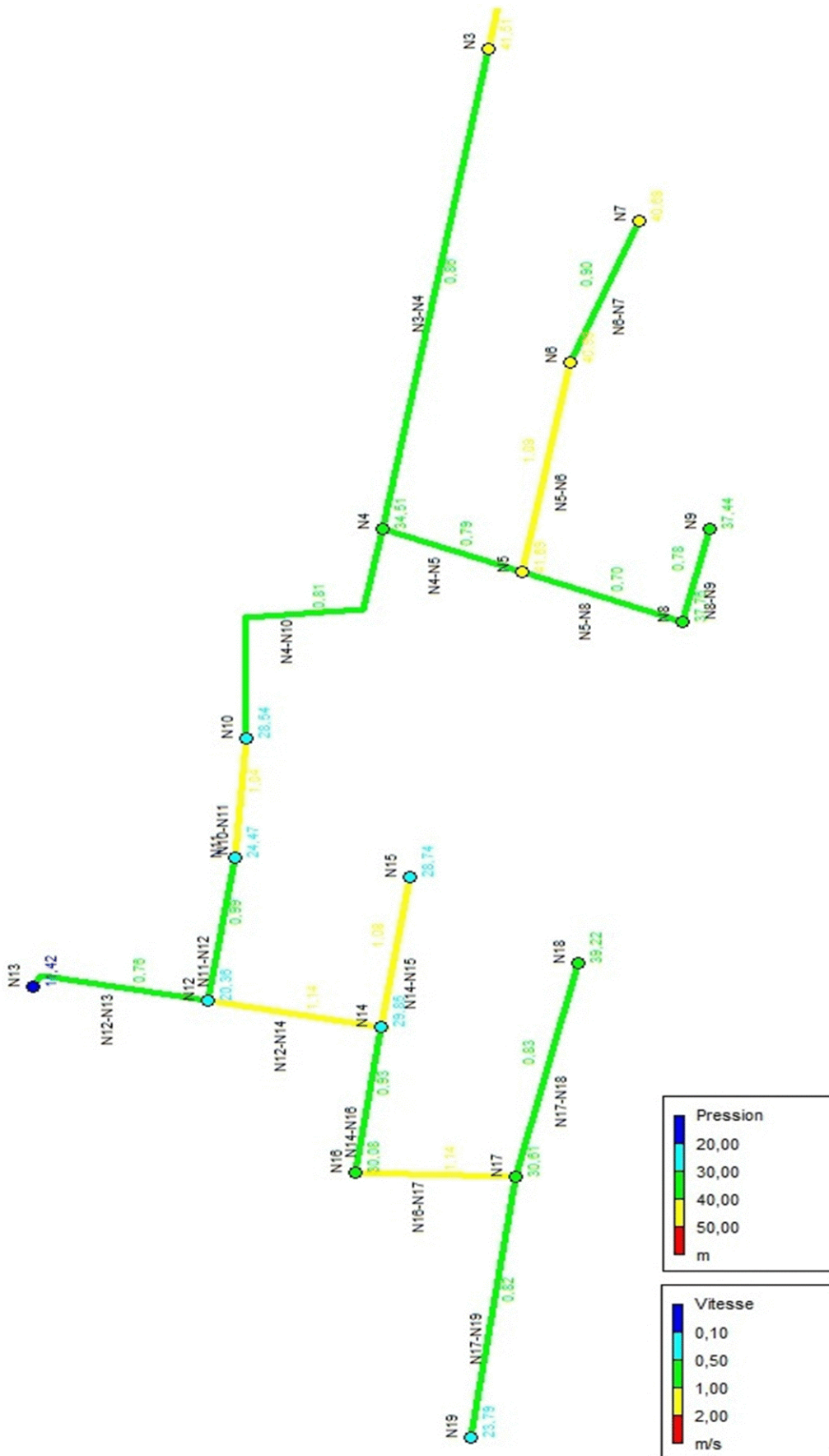


Figure IV.1 : le réseau de distribution avec la conduite principale



Figure

IV.2 : le réseau de distribution de la zone V

Tableau IV.2 : les caractéristiques des bornes d'irrigation

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud N1	508	652,78	582,51	74,51
Noeud N2	517	494,34	580,19	63,19
Noeud N18	534	16,75	573,22	39,22
Noeud N7	534,3	28,37	574,99	40,69
Noeud N6	535,1	14,89	576,03	40,93
Noeud N5	536,2	34,2	577,89	41,69
Noeud N3	537,4	1736,81	578,91	41,51
Noeud N9	538,8	7,41	576,24	37,44
Noeud N8	539,5	14,6	577,26	37,76
Noeud N4	543,7	0	578,21	34,51
Noeud N17	544,3	39,11	574,91	30,61
Noeud N15	545	13,3	573,74	28,74
Noeud N16	545,7	27,81	575,78	30,08
Noeud N14	546,4	12,98	576,25	29,85
Noeud N10	549,2	25,97	577,74	28,54
Noeud N19	549,8	32,7	573,59	23,79
Noeud N11	552,9	9,56	577,37	24,47
Noeud N12	556,6	36,52	576,96	20,36
Noeud N13	564,5	15,34	575,92	11,42
Réservoir R	580	Sans Valeur	586,00	6,00

**Remarque**

On remarque que la pression dans certaines bornes d'irrigation est insuffisante pour tourner des asperseurs, pour cela on prévoit des bâches d'aspiration ou une motopompe a l'entrée des parcelles pour mieux réguler la pression demandée.

Tableau IV.3 : les caractéristiques des conduites du réseau de distribution

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau N8-N9	194,55	110	7,41	0,78	5,27
Tuyau N14-N15	300,45	125	13,30	1,08	8,36
Tuyau N12-N13	317,68	160	15,34	0,76	3,27
Tuyau N17-N18	440,54	160	16,75	0,83	3,85
Tuyau N5-N8	293,27	200	22,01	0,70	2,15
Tuyau N6-N7	302,02	200	28,37	0,90	3,45
Tuyau N17-N19	525,7	225	32,70	0,82	2,53
Tuyau N5-N6	440,61	225	43,26	1,09	4,24
Tuyau N16-N17	277,63	315	88,56	1,14	3,10
Tuyau N12-N14	303,51	400	142,65	1,14	2,34
Tuyau N14-N16	294,92	400	116,37	0,93	1,61
Tuyau N4-N5	261,69	400	99,47	0,79	1,20
Tuyau N10-N11	240,9	500	204,07	1,04	1,53
Tuyau N11-N12	290,47	500	194,51	0,99	1,40
Tuyau N4-N10	596,37	600	230,04	0,81	0,79
Tuyau N3-N4	971,08	700	329,51	0,86	0,72
Tuyau R-N1	2911,91	1500	3213,44	1,82	1,20
Tuyau N2-N3	2412,72	1500	2066,32	1,17	0,53
Tuyau N1-N2	2940,88	1500	2560,66	1,45	0,79

## IV.2. Dimensionnement à la parcelle

### IV.2.1. Projection d'un système d'irrigation par aspersion classique sur une parcelle de pomme de terre

On va projeter une installation d'aspersion semi-mobile comprenant des canalisations principales fixes et des rampes mobiles. Pour ce fait on va prendre un îlot qui va servir de modèle pour tous les autres, aléatoirement on a pris la parcelle S23 de la zone V qui s'étend sur une superficie égale à 13,093 Ha.

### IV.2.2. Le diamètre de l'ajutage

La texture du sol étant limono-argileuse la perméabilité du sol est donc de  $K = 18 \text{ mm/h}$

La perméabilité du sol  $K = 8 \text{ mm/h}$ .

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

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation suivant :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

$$\text{D'où } d = \frac{8 \cdot 1.04}{1.5} = 5,54 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur (Annexe IV), le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 5,5mm.

### IV.2.3. La portée du jet (L)

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25}$$

Ou  $d$  : diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (m)

$$L = 3 * 5.5^{0,5} * 35^{0,25} = 17,11 \text{ m}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue Figure annexe (5), pour le diamètre de la buse de 5,5 mm et une pression de 3.5 bars la portée est de 17,5m.

### IV.2.4. Ecartements entre les rampes et arroseurs

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

$E_1$  : entre les lignes d'arrosage : 1,3 à 1,02 L.

$E_a$  : entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 à 0,5 L.

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent ( $< 10 \text{ Km/h}$ ).



Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 2,6 m/s =9,36Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1,3 * 18,5 = 24,05m$$

$$E_a = 0,8 * 18,5 = 14,8m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont donc  $E_l=24m$ ,  
 $E_a=24m$ ,

D'après la Figure annexe (5), la valeur de ( $E_l \times E_a$ ) correspond à (24×24) m.

#### IV.2.6. débit de l'asperseur

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

$m=(0.94- 0.95)$  pour les pressions moyennes (2-4) bars et un diamètre < 12 mm

$m=(0.98-0.99)$  pour des grandes pressions où le diamètre des buses > 12 mm

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (5,5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 35} = 0,6 \cdot 10^{-3} m^3 / s = 2,16 m^3/h$$

h : pression à la buse (35m)

m=0,95

Ou bien à partir du tableau annexe (5) on trouve le débit :  $q = 2,14 m^3/h$ .

#### IV.2.8. Vérification de la pluviométrie de la buse

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

$$D'où p = \frac{2,16}{24 * 24} = 4mm/h \quad \text{pour } E_a * E_l = 24 * 24$$

Donc le diamètre (d) de la buse assurera la pluviométrie  $P \leq K = 8mm/h$ .

#### IV.2.9. Nombre d'irrigation / mois

$$N_{irr} = \frac{\text{besoin nette}}{\text{dose nette}} = \frac{96,65}{60} = 1,61 \cong 2 \text{ fois / mois}$$

Pour cela la dose nette =96,65/2=48,32mm pour une irrigation

#### IV.2.10. Le temps nécessaire pour donner une dose par 1 asperseur

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration est calculé par relation suivante :

$$T = \frac{\text{dose brute}}{p}$$

Tel que :

$$\text{dose brute} = \frac{\text{dose nette (RFU)}}{0,75} = \frac{48,32}{0,75} = 64,4\text{mm}$$

$$\text{Donc } T = \text{dose brute} / p = 64,4/4 = 16 \text{ h}$$

Nombre de position d'un asperseur/jour = 1

#### IV.2.10. Nombre d'irrigation / mois

$$N_{\text{irr}} = \frac{\text{besoin nette}}{\text{dose nette}} = \frac{96,65}{60} = 1,61 \cong 2 \text{ fois / mois}$$

Pour cela la dose nette =  $96,65/2=48,32\text{mm}$  pour une irrigation

#### IV.2.11. La durée d'une rotation d'irrigation

$$\text{D.R. } I = \frac{\text{nbre jrs/mois}}{N_{\text{irr}}} = \frac{31}{2} = 15 \text{ jours}$$

#### IV.2.12. Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois

$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a$

Nombre de position d'asperseur par jour =  $\text{tps max de travail} / \text{tps d'irrigation}$

$$= 20/15 = 1,33 \text{ on le prend } 1$$

$$V = 1 \times 24 \times 0,048 \times 24 \times 24 = 663,55 \text{ m}^3.$$

$$V = 663,55 \text{ m}^3.$$

#### IV.2.13. Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S$$

Pour le mois de pointe :

$$B_{\text{mensuel}} = 96,65\text{mm} = 96,65 \times 10 = 966,5 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ et } S = 13,083\text{ha (la surface de la pomme de}$$

$$\text{terre}). V_t = 966,5 \times 13,083 = 12641,82 \text{ m}^3$$

#### IV.2.14. Le nombre d'asperseurs :

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

$$N = \frac{V_t}{V}$$

$$N_{\text{asp}} = \frac{V_t}{V_{\text{asp}}} = \frac{12641,82}{663,55} = 19,05$$

Donc on prend 19 asperseurs

**IV.2.15. Calcule de la rampe****IV.2.15. 1. Longueur de la rampe**

$$L_r = L/2 - E_a/2 = 420/2 - 24/2 = 198 \text{ m}$$

**IV.2.15. 2. Nombre d'asperseur par rampe ( $n_a$ )**

$$N_{a/r} = L_r / E_a = 198 / 24 = 9 \text{ asperseurs}$$

**IV.2.15. 3. Nombre de rampes qui fonctionnent en même temps**

$$N_r = \frac{N_{asp}}{N_{asp}/r} = \frac{19}{9} = 2,11$$

Alors on deux rampes qui fonctionnes en même temps

**IV.2.15. 3. débit d'une rampe ( $Q_r$ )**

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_r = 2,14 * 9 = 19,26 \text{ m}^3/\text{h.}$$

**IV.2.15. 4. Nombre de position des rampes**

$$N_{posi} = \frac{L}{E_i} = \frac{272,47}{24} = 12$$

L: largeur = 272,47 m, E espacement entre les rampe (=24m).

Le nombre de position égale à 12

**IV.2.15. 5. Nombre de poste**

$$N_{poste} = N_{posi} * \frac{\text{Nbre de bande}}{\text{Nbre des rampe}} = 12 * \frac{1}{2} = 6$$

**IV.2.15. 6. Surface de chaque poste**

$$S_{poste} = \frac{S}{N_{poste}} = \frac{13,083}{6} = 1,18 \text{ ha}$$

**IV.2.15. 7. Calcul des pertes de charge (formule de MANING)**

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec :  $a=10.294 \text{ n}^2$  telle que n : rugosité=0.01.

$b=2$  et  $c=5.333$  « fonction du matériau de la conduite (aluminium pour notre cas) ».

**IV.2.15. 8. Calcul de la longueur fictive**

$$l_f = \frac{E_a(n+1)(2n+1)}{6*n} = \frac{24*(9+1)(2*9+1)}{6*9} = 84,44 \text{ m}$$

$$L_{FT} = (L_{PR} - E_r) + (l_r \cdot E_a / 2) = (260,47 - 24) + (84,44 - 12) = 308,91 \text{ m}$$

Tel que la longueur de la porte rampe

$$L_{pr} = \text{largeur} - \frac{E_l}{2} = 260,47 \text{ m}$$

$$L_{réelle} = (L_{PR} - E_r) + (L_{rampe} - E_a / 2) = (260,47 - 24) + 186 = 422,47 \text{ m}$$

#### IV.2.15. 9. Calcul de la perte de charge unitaire

$$20\% = \frac{\Delta H}{H} \text{ donc } \Delta H = J = 35 * 0.2 = 7 \text{ m.c.e}$$

$$j = \frac{J}{L_{FT}} = \frac{7}{308,91} = 0,022$$

#### IV.2.15. 10. Calcul de diamètre de la porte rampe

$$1) \quad D_{cc} = \sqrt{\frac{4 * q_{pr}}{\pi * v}} ; \text{ avec : } q_{pr} = n * q_r ; V = V_{cc} = (1.25 - 1.5) \text{ m/s}$$

n : nombre de rampe qui fonctionne en même temps = 2 rampe

$$q_{pr} = 2 * 19,26 = 38,52 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$D_{cc} = \sqrt{\frac{4 * 38,52 / 3600}{3.14 * 1.35}} = 0,100 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

$$2) \quad D = \sqrt{\frac{4 * q_{pr}}{\pi * v}} ; V = V_{max} = 1.8 \text{ m/s}$$

$$D_{cc} = \sqrt{\frac{4 * 38,52 / 3600}{3.14 * 1.38}} = 0,099 \text{ m} = 99 \text{ mm}$$

$$3) \quad \text{calcul du diamètre en tenant compte des pertes de charge : } j = \frac{a * q_{pr}^b}{D^c}$$

Avec : a = 10.294 n<sup>2</sup> ; b = 2 ; c = 5.33

Et n : coefficient de rugosité

$$\checkmark \quad n = 0.095 ; \text{ pour acier galvanisé + raccord}$$

$$\checkmark \quad n = 0.01 ; \text{ pour un alliage aluminium (raccord)}$$

$$D = \sqrt[5.33]{\frac{10.294 n^2 * q_{pr}^2}{j}} = \sqrt[5.33]{\frac{10.294 * 0.01^2 * (38,52 / 3600)^2}{0.022}} = 0.102 \text{ m} = 102 \text{ mm}$$

On prend le diamètre le plus grand qui est calculé on tenant compte les pertes de charge

D = 102mm qui correspond au diamètre normalisé D = 100,4

$$Q = v * s$$

Alors la vitesse sera V<sub>pr</sub> = 1,36 m/s

#### Recalcule de j avec le diamètre choisi

$$j = \frac{a * q_{pr}^b}{D^c} = j = \frac{10.294 * 0.01^2 * (38,52 / 3600)^2}{0.15^{5.33}} = 0.025 \text{ m/m}$$

$$J_r = \Delta H - j * L_{pr} = 7 - 0.025 * 260,47 = 0,43 \text{ m}$$

**IV.2.15. 11. Calcul de diamètre de la rampe :**

$$1) \quad D_{ec} = \sqrt{\frac{4 * q_r}{\pi * v}} ; \quad V = V_{ec} = (1.25 - 1.5) \text{ m/s}$$

$$D_{ec} = \sqrt{\frac{4 * 19,26 / 3600}{3.14 * 1.35}} = 0,071 \text{ m} = 71 \text{ mm}$$

$$2) \quad D = \sqrt{\frac{4 * q_r}{\pi * v}} ; \quad V = V_{max} = 1.8 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 19,26 / 3600}{3.14 * 1.8}} = 0,061 \text{ m} = 61 \text{ mm}$$

3) calcul du diamètre en tenant compte des pertes de charge :

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée est donnée par la formule suivante :

$$i_r = 7 - [i(L_{pr} - E_r)] = 7 - \left[ \frac{\Delta H}{L_{ft}} (L_{pr} - E_r) \right] = 7 - \left[ \frac{7}{308,91} (260,47 - 24) \right] = 1,64 \text{ m}$$

**IV.2.15. 12. Les pertes de charge unitaires dans la rampe sont**

$$I_{r \text{ unitaire}} = I_r / L_f = 1,64 / 84,44 = 0,019$$

$$D = \sqrt[5.33]{\frac{10.294 n^2 * q_{pr}^2}{i_r}} = \sqrt[5.33]{\frac{10.294 * 0.01^2 (19,26 / 3600)^2}{0,019}} = 0,081 \text{ m} = 81 \text{ mm}$$

On prend le diamètre le plus grand qui est le diamètre en tenant compte des pertes de charge

**D = 81 mm** qui correspond au diamètre normalisé D = 75,1 mm

$$Q = V * S$$

Donc la vitesse sera  $V_r = 1,17 \text{ m/s}$

**Vérification**

Il faut que  $(\Delta H_{tot} = \Delta H_{pr} + n \Delta H_p) \leq (\Delta H = 7 \text{ m.c.e})$

n : nombre de rampe qui travail en même temps = 1 rampe

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_{pr} + 2 \Delta H_p = 0,43 + 2 * 1,64 = 3,71 \text{ m.c.e} \leq 7 \text{ m.c.e.}$$

D'où la condition est vérifiée.

**Tableau IV.4** : Résultats de calcul du réseau d'aspersion simple (céréales) variante (24x24).

rampe						Porte rampe					
D cal (mm)	D nor (mm)	Lj (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D cal (mm)	D nor (mm)	Lj (m)	Q (m <sup>2</sup> /h)	V (m/s)	J (m.c.e)
81	76,2	198	19,26	1.17	1.64	102	101,6	260,47	38,52	1.36	0.43

**IV.2.16. Diamètre de la conduite secondaire**

On a le débit de la conduite secondaire  $Q_{cs}=2 Q_{pr} = 77,04 \text{ m}^3/\text{h}$

$$1) \quad D_{ec} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_r}{\pi \cdot v}} ; \quad v = V_{ec} = (1.25-1.5) \text{ m/s}$$

$$D_{ec} = \sqrt{\frac{4 \cdot 77,04 / 3600}{3.14 \cdot 1.35}} = 0,142 \text{ m} = 142 \text{ mm}$$

Donc le diamètre  $D_{cs}=142$  on va le normalise a  $D_{cs}=151 \text{ mm}$

**IV.2.17. Calcule les pertes charge**

$$j = \frac{a \cdot q_{pr}^b}{D^c} = j = \frac{10.294 \cdot 0.01^2 \cdot (77,04 / 3600)^2}{0,151^{5.33}} = 0.011 \text{ m/ m}$$

$$J_r = \Delta H - j \cdot L_{cs} = 7 - 0.011 \cdot 210 = 4,6 \text{ m} \quad \text{Tel que : } L_{cs} = \text{longueur}/2 = 420/2 = 210$$

Donc la vitesse sera  $V_{cs}= 1,20 \text{ m/s}$

**IV.2.18. Les pertes charge totale**

$$\Delta H_T = \Delta H_r + \Delta H_{pr} + \Delta H_{cs} = 1,64 + 4,6 + 0,43 = 6,77 \text{ m} = 0,677 \text{ bar}$$

**IV.2.19. La pression a la borne**

$$P = \Delta H_t + 3,5 = 0,677 + 3,5 = 4,17 \text{ bare}$$

**IV.3. La station de pompage :**

La station de pompage du périmètre du plateau d'EL-ESNAM implantée en amont du barrage de TILES DIT dans le coté droit de la digue à quelque centaines de mètres du trop plein (déversoir du barrage)

La station de pompage est destinée à pomper de l'eau du barrage par voie d'une conduite d'aspiration de 0,9 m de diamètre, et d'une capacité de pompage équivalente à 3600m<sup>3</sup>/h à pleine régime, refoulées vers un bassin de régulation d'une capacité d'accumulation de 20000m<sup>3</sup>.

**➤ Equipement de la Station de pompage du plateau d'EL -ESNAM :**

La station de pompage est équipée de :

- Un transformateur, installé sur l'arrivée des câbles d'alimentation énergétique, et séparé de la station de pompage par un mur mitoyen.
- 04 groupes motopompes (03 de service et 01 de réserve). chacun est d'une capacité nominale de 535 L/s qui relèvent les eaux vers la conduite de refoulement.
- Une armoire de commande.
- Une salle électrique.
- Un anti- bélier.
- Deux compresseurs.
- La protection cathodique.

La station de pompage p et le réseau hydraulique seront exploités par l'O.P.I.BO. Le fonctionnement de la Station de pompage est entièrement automatique et ne nécessite que des prestations d'entretien et de contrôle réguliers.

La station de pompage du plateau d'EL- ESNAM est alimentée en énergie électrique de haute tension à partir de deux sources distinctes garantissant ainsi le fonctionnement permanent des installations même en cas de coupure de courant.

➤ **fonctionnement de la station de pompage:**

Le tableau ci-dessous retrace le nombre d'heures de fonctionnement de chaque pompe par jour avec le volume d'eau pompé correspondant.

**Tableau IV.5 :** Fonctionnement des pompes (durées et volumes pompées par jour)

POMPES	NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT	VOLUME POMPE
P1	1.45	2616 m <sup>3</sup>
P2	0.65	1156 m <sup>3</sup>
P3	1.5	2686 m <sup>3</sup>
P4	1.8	2810 m <sup>3</sup>

(Source : O.P.I. BO, 2011)

IV.3.1. le bassin d'accumulation :

Le bassin d'accumulation présente les caractéristiques suivantes :

- cote de fond : 580m.
- cote de niveau : 585,5m.
- cote de la berme : 586m.

- capacité : 40000m<sup>3</sup>.
- longueur : 138m.
- largeur : 50m.
- profond d'eau : 6m.
- Hauteur manométrique : 125m.
- tapis d'étanchéité : béton armé.
- masque étanche : béton armé et enrochement.
- mur de clôture : 510m.

L'eau est utilisée pour l'irrigation du périmètre et possède des qualités fertilisantes qui provoquent souvent l'eutrophisation (caractérisé par une déficience en sels minéraux nutritifs indispensables à la croissance des végétaux) servant à alimenter le réseau d'irrigation.

Donc, le bassin reste le foyer d'une prolifération d'algues qui colmatent les grilles de protection. Le bassin permet de diminuer la puissance de la station de pompage en cas de fonctionnement intermittent, et d'assurer la pression d'eau dans le réseau d'irrigation.

Le choix du site d'implantation du bassin est dicté essentiellement par les considérations de pression, qu'on doit tenir compte de la cote qui est de 580 m de fond.

#### IV.3.2. le réseau hydraulique :

Le réseau hydraulique du périmètre du plateau d'EL -ESNAM est composé de **22** chambres de sectionnement, **60** antennes de distributions et **566** bouches d'arrosage (vannes hydrantes).

Le réseau hydraulique ramifié est constitué par un ensemble de canaux et d'ouvrages situés sur le terrain à irriguer, chaque système d'irrigation comporte des ouvrages et des dispositions hydrauliques

- un tronçon en tête du système qui assure la prise d'eau à partir des sources d'irrigation.
- Une conduite principale pourvue d'un régulateur de pression.
- un réseau de conduites de distribution (conduite secondaires pourvues également de compteurs volumétriques non fonctionnels et de vannes pour le réglage du débit).

Les conduites principales sont pourvues de regards d'évacuation (vidanges) installés aux points bas.

Le mode d'irrigation adopté dans le réseau est par aspersion, et avec la structure foncière du secteur privé, deux ou trois privés bénéficient d'une vanne hydrante.

Les parcelles sont de forme géométrique quelconque, cette installation comprend :

- une canalisation primaire (amenée d'eau).



- Une canalisation secondaire semi mobile.
- Une rampe mobile portant les arroseurs (asperseurs).

**Conclusion**

Dans ce chapitre on a dimensionné tout le réseau de distribution à partir de réservoir jusqu'à notre zone d'étude (V), dont le but est d'assurer les besoins en eau des cultures

Nous avons aussi dimensionné la projection de réseau d'aspersion qui était faite sur la parcelle N 23 avec une superficie de 13,083ha

# **Chapitre V**

## **Calcule technico- économique**

## Introduction

L'étude technico-économique est nécessaire lors d'une étude d'un projet hydraulique elle permet d'estimer le cout de réalisation, son objectif essentiel est minimiser le cout de réalisation en choisissant d'autre matériaux qui ont les mêmes caractéristiques.

Pour le cas de notre projet on va faire une estimation sur deux réseaux (réseau de distribution et réseau aspersion).

### V.1. Coût Des Conduites :

Les prix des conduites sont dans le tableau suivant :

**Tableau V-1** : les prix des conduites

Diamètre nominal (mm)	Longueur (m)	Prix unitaire DA/m	Prix total *10 <sup>3</sup> (DA)	Matériaux des conduites
110	194,55	357,86	69,62	PEHD
125	300,45	473,08	142,13	PEHD
160	758,22	770,86	584,48	/
200	595,29	1163,39	692,55	/
225	966,31	1860,00	1797,33	/
315	277,63	3080,00	855,1	/
400	860,12	5134,24	4416,06	PEHD
500	531,37	8938,13	4749,45	PEHD
600	596,37	9874,56	5888,8	BPAT
700	971,08	10932	1061,56	BPAT
1500	8265,51	33064	273290,82	BPAT
<b>TOTAL</b>			<b>30310230,87 DA</b>	

### V.1. Calcul du volume de terrassement

#### V.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 :

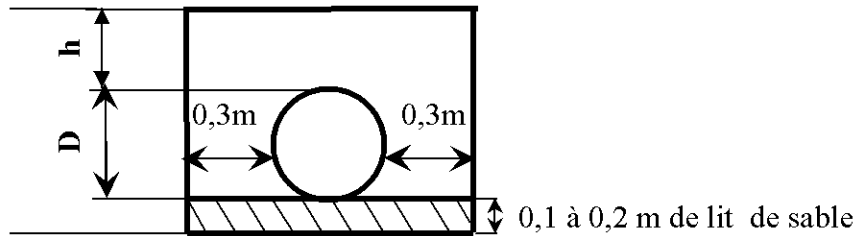
$$B = D + 2 \times 0,3 \dots\dots\dots (IX.1)$$

Avec : B : largeur de tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

**V.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.les conduites**

**V.2.1. Calcul du volume de déblai**

La section de tranché est la section de rectangle.

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

Donc :  $B = 2 * 0,3 + \varnothing$  .....(IX.2)

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.

$H \geq D + 0,8$

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

**V.2.2. Calcul du volume de lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante.

$V = e * B * L$ ..... (IX.3)

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

**V.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.

$V_r = V_d - (V + V_s)$ ..... (IX.4)

$V_r$  : Volume du remblai compacté ( $m^3$ )

$V_d$  : Volume du déblai ( $m^3$ )

$V_s$  : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

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

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

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

Tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai ( $m^3$ )	Volume de lit ( $m^3$ )	Volume de remblai ( $m^3$ )
T1	1500	2911.91	14064.5253	611.5011	8309.86316
T2	1500	2940.88	14204.4504	617.5848	8392.5363
T3	1500	2412.72	11653.4376	506.6712	6885.2997
T4	700	971.08	1893.606	126.2404	1393.83968
T5	600	596.37	1001.9016	71.5644	761.803038
T6	500	290.47	415.3721	31.9517	326.415663
T7	500	240.9	344.487	26.499	270.711375
T8	400	261.69	314.028	26.169	254.990736
T9	400	294.92	353.904	29.492	287.370048
T10	400	303.51	364.212	30.351	295.740144
T11	315	277.63	283.245067	25.403145	236.21687
T12	225	440.61	372.590831	36.350325	318.730389
T13	225	525.7	444.545063	43.37025	380.283166
T14	200	302.02	241.616	24.1616	207.970972
T15	200	293.27	234.616	23.4616	201.945722
T16	160	440.54	321.417984	33.48104	279.083852
T17	160	317.68	231.779328	24.14368	201.251551
T18	125	300.45	201.489281	21.782625	176.021449
T19	110	194.55	125.698755	13.81305	110.037772
			47066.9223	2323.99192	29290.1116

**V.3. Coût De Terrassement De Réseau De Distribution**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m <sup>3</sup>	47066,92	300	14120076
2) lit de sable	m <sup>3</sup>	2323,99	800	1859192
3) remblaiement de tranchée	m <sup>3</sup>	2929,11	200	585822

Le cout de terrassement de réseau est 16565090 DA

**V.4. Devis Estimatif Des Equipements****Tableau V.3** : Devis estimatif des équipements

Equipement	Unité	Nombre	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Robinet vanne	1	25	6000	150000
Ventouse	1	5	2000	10000
Coudes	1	8	500	4000
<b>TOTAL</b>				<b>154000DA</b>

**V-5) Devis Global :****Tableau V.4** : Devis estimatif global

Nature des charges	Charges en DA
Terrassement, Conduites	31966739,8
Equipements	154000
<b>TOTALE TTC</b>	<b>32120739,8 DA</b>

**Conclusion**

Après l'estimation qui on a fait on conclu que le coût global du dimensionnement, pour le périmètre plateau d'El-esnam zone (West) avec la conduite principale est de l'ordre de **32120739,8 DA**.

On remarque que le cout est très élève visa vie a le nombre des conduite et les équipements qu'on a utilises

# **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 adductions 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 :

$$H = D + h + h_1 \dots \dots \dots (VI.1)$$

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 on prend  $h=1\text{m}$  ;

$h_1$  : épaisseur du lit de pose  $h_1 = 0,1 \text{ m}$  ;

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

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

### 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
- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer

#### VI.2.1. Section de la tranchée :

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

$$S_t = b * h + mh^2 \dots \dots \dots (VI.2)$$

h : profondeur totale de la tranchée (m) ;

b : largeur du fond du tranchée (m) ;

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

$$S_t = b * h \dots\dots\dots (VI.3)$$

**VI.3. Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation :**

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.

**VI.3.1. 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.3.2. 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 (m3)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

**VI.4. Calcul du rendement d'exploitation de la pelle :**

Il est déterminé comme suit :

$$R = G * n * k_r * k_u * \frac{1}{K_f} \text{ (m}^3\text{/h) } \dots\dots\dots (VI.4)$$

G : capacité du godet de l'excavation (m) ;

n : nombre de cycle de l'excavateur = 3600/T où T = (15 à 20) secondes ;

On prend T=20secondes, alors :

$$n = 3600/20 = 180 ;$$

K<sub>r</sub> : coefficient de remplissage K<sub>r</sub> = (0,6 à 0,8). On lui prend égal à 0,7 ;

$K_u$  : coefficient d'utilisation de temps  $K_u = (0,7 \text{ à } 0,9)$ . On lui prend égal à 0,8 ;

$K_f$  : coefficient de foisonnement  $K_f = 1,2$

Pour le godet de capacité  $G = 0,25\text{m}^3$ , on a le rendement :

$$R = 0,25 * 180 * 0,7 * 0,8 * \frac{1}{1,2} = 21 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Pour le godet de capacité  $G = 1,0\text{m}^3$ , on a le rendement :

$$R = 1 * 180 * 0,7 * 0,8 * \frac{1}{1,2} = 84 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

#### VI.5. Calcul du temps d'exécution :

Les excavateurs ont une durée d'exécution et se calcule de la manière suivante :

$$T_{ex} = \frac{V_r}{R} \dots\dots\dots (VI.5)$$

Avec :

$T_{\text{ex}}$  : temps d'exécution (mn) ;

$V_r$  : volume de remblai ( $\text{m}^3$ ) ;

$R$  : rendement de l'excavateur ( $\text{m}^3\text{/mn}$ ) ;

#### VI.6. 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.7. 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.8. 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.9. 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.10. 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.11. Choix du bulldozer :

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet 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 godet 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.12. Exploitation du système d'irrigation :

L'exploitation d'un système d'irrigation est consiste à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous les partenaires 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.13. 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**

On a vu dans ce chapitre toutes les opérations qui ont été réalisées dans notre projet, ainsi que tous les engins qui ont été utilisés pour la réalisation et leurs fonctionnements.

## Conclusion générale

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage performante (l'aspersion) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat (Etage bioclimatique : semi aride, Sous étage : hiver frais), et l'analyse du sol nous donne un sol limono-argileuse, moyennement perméable

La classification des eaux d'irrigation selon la classification américaine indique que l'eau utilisée à une faible salinité, faiblement alcalin.

Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisir les cultures adaptées avec les donnés climatique et agro pédologiques (tomate, blé, la pomme de terre).

La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de Penman.

D'après l'analyse des conditions naturelle de notre périmètre et les cultures mise en place on a opte pour un mode d'irrigation sous pression (irrigation par aspersion) pour la projection de réseau

L'acheminement des eaux vers le périmètre et vers les déférentes parcelles de secteur N05 s'effectue par gravité, Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Epanet.

Et comme tous les projets, on a fait une estimation du coût de la projection, ainsi l'étude économique montre que les investissements sont plus importants pour ce type d'irrigation, et l'organisation de chantier.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] **BULLTIN DE FAO N° 36**, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33
- [2] **René CLÉMENT, Alain GALAND**. Programmes d'irrigation. P 02
- [3] **M. L. COMPAORE**, cours de micro-irrigation (2003). p 94
- [4]-**TIERCELIN, J.R.** Traité d'irrigation, France, technique et documentation .France. 1998 P320
- [5] **TOUAIBIA. B** : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères 2004. p32.
- [6] **Cours d'irrigation de 4eme année.**
- [7] **(ONID)** : office national de l'irrigation et du drainage
- [8] **(AMENNHID)** : Enterprise
- [9] **DHW. BOUIRA**



# **Annexes**

ANNEXE 1  
Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

<b>Cultures</b>	<b>z (m)</b>
<b>Tomates</b>	<b>1 - 1,2</b>
<b>Cultures maraichères</b>	<b>0,3 - 0,6</b>
<b>Agrumes</b>	<b>1 - 1,2</b>
<b>Arbres fruitiers à feuilles caduques</b>	<b>1 - 2</b>
<b>Vigne</b>	<b>1 - 3</b>

**Cour 4<sup>eme</sup> année**

ANNEXE 2  
Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

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

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

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

ANNEXE 3  
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)

Cour 4<sup>ème</sup> année

ANNEXE 4  
Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifié (P)

**GUIDE D'ESTIMATION DE P**

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

Ecartement entre rampes S <sub>i</sub> 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 5

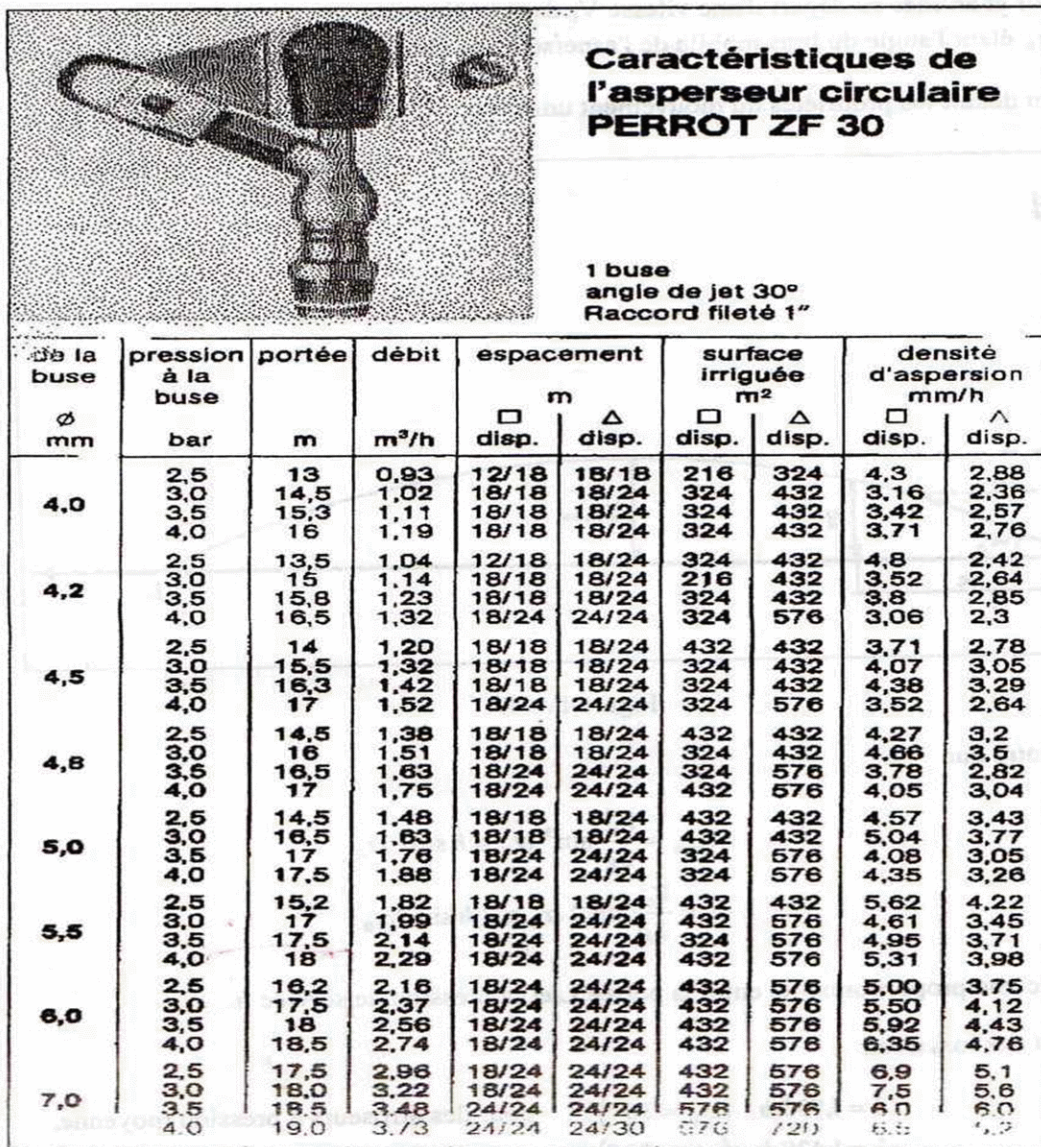


Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

ANNEXE 6

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	-			PE80
13003	Ø25	-	36,28	42,45	PE80
13006	Ø32	-	48,35	56,67	PE80
13009	Ø40	2.0	64,6	76,58	PE80
13022	Ø50	2.4	98,25	114,95	PE80
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49	PE80
13018	Ø75	3.6	226,21	263,49	PE80
13022	Ø90	4.3	296,03	348,35	PE80
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70	PE80
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89	PE100
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
13056	Ø250	9.1	1 850,00	2 201,5	PE100
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6	PE100
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,06	PE100
13061	Ø500	19.1	8 938,13	8 117,61	PE100
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53	PE100

TUBES PEHD : PN 10					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,91	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,89	245,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	660,13	772,35	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,45	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 035,15	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47	PE100
P3513056	Ø400	23.7	6 898,74	7 837,53	PE100
P3513049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	15 738,79	18 414,35	PE100

TUBES PEHD : PN 16					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
001	Ø20	2.3	32,18	37,68	PE80
003	Ø25	2.8	50,88	59,48	PE80
008	Ø32	3.6	78,51	91,88	PE80
011	Ø40	4.5	120,95	141,51	PE80
014	Ø50	5.6	188,28	220,29	PE80
017	Ø63	7.1	297,95	348,60	PE80
019	Ø75	8.4	407,8	477,13	PE80
014	Ø90	8.2	510,71	597,53	PE100
017	Ø118	10.0	757,19	885,91	PE100
019	Ø125	11.4	967,90	1 132,44	PE100
02	Ø160	14.6	1 660,00	1 825,20	PE100
04	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24	PE100
06	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,66	PE100
08	Ø315	28.6	6 850,00	8 044,50	PE100
09	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40	PE100
10	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87	PE100
11	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50	PE100

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	PE100
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35	PE100
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20	PE100
P3513104	Ø40	4.5	126,15	149,94	PE100
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82	PE100
P3513106	Ø63	7.1	338,73	395,31	PE100
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40	PE100
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70	PE100
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17	PE100
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22	PE100
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68	PE100
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39	PE100
P3513113	Ø250	27.9	4 846,33	5 670,21	PE100
P3513114	Ø315	35.2	7 585,88	8 875,48	PE100
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74	PE100
P3513034	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,66	PE100
	Ø630	-			PE100

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Courbes (Roulois) 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 06 ML.

**SARL K-PLAST**  
Transformation de Plastiques