

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

**DIMENSIONNEMENT RÉSEAU D'IRRIGATION PAR LE
SYSTÈME "GOUTTE A GOUTTE "DU PÉRIMETRE D'AIN
EL BEY COMMUNE DE KOUIF (W. TÉBESSA)**

PRESENTE PAR :

M^r BEY ABDERRAHMANE

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mr RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
Mme AZIEZ OUAHIBA	M.A.A	Examinatrice
Mr YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examineur
Mr KERID RACHID	M.A.A	Examineur
Mme Harkat Samra	M.A.A	Promotrice

juin 2014

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidé sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

- *A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*
- *A mes sœurs Imane , Nadjaeh ,Ikram ,Wedjdane.*
- *A mes frères Mohammad Akram , Mohamed thamer.*
- *A mes aims Mohamed, Tarek ,Ahmed ,Khalid ,khaeri ,khaeri ,Nauofel , walid .*
- *A toute ma famille.*
- *A tous mes enseignant et amis sans exception.*

BEY ABDERRAHMANE

Remerciement

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :

*- **Mon Promotrice Harkat Samra.** Pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse. Je leurs exprime mes vifs remerciements.*

*- Je remercie **Mr ben Kaci** pour répondre à nos questions.*

*- **Monsieur RASSOUL.A** Qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*- **Madame AZIEZ.A** De m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Monsieur YAHIAOUI.S** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Madame KERID.R** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

Je remercie tous les enseignants de l'ENSH pour le savoir qu'ils m'ont transmis.

Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de cette étude.

Merci à tous

BEY ABDERRAHMANE

هذه المذكرة تندرج ضمن السياسة المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، و الـ سعى إلى تحقيق مردود معتبر الناحية الإنتاجية. مستخد أفضل أنواع تقنيات السقي مع المحافظة على الموارد المائية و الأخذ بعين الاعتبار الظروف المناخية، نوعية التربة، و نوعية المياه المستخدمة . هذا لن يأتي إلا بتبني و استخدام الطرق النوعية في تحديد مستلزمات الأشجار أو مختلف المزروعات الأخرى من المياه و تقديمها بطرق لا يكون فيها معامل تبذير المياه كبير كل هذا مع ضمان إنتاج وفير بأقل تكلفة.

Résumé

Ce mémoire rentre dans le cadre de la politique de gestion des périmètres ,qui permettent d'obtenir un rendement élevé de la productivité, en utilisant meilleures techniques d'irrigation .Tout en préservant les ressources hydriques, et en tenant compte des conditions Climatiques, la qualité du sol et la qualité des eaux utilisées. Ce par adoption de meilleures méthodes de calcul des besoins en eau des arbres, et des différentes cultures. Et d'avoir un bon coefficient d'efficience pour la distribution. Tout cela pour atteindre une production avec le moindre coût

Abstract

This thesis falls within the framework of the Policy of the management of irrigated areas. This aims at attaining a high output of productivity using the best techniques of irrigation by preserving hydraulic resources and taking into consideration climatic conditions, the quality of the ground as well as the quality of water used. Accordingly, we have adopted the best methods of calculation of the requirements of water for the trees, and the different crops to have a good coefficient of efficiency for the distribution, so that we can attain a good production with lower costs .

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude.

I-1 Situation géographique et administrative	1
I-2 Analyse des conditions climatiques	2
a) La pluviométrie (station d'El Kouif (1975-2011))	3
b) Température	4
c) Grêl.....	4
e) Levent.....	5
I-3 Les indices climatiques	5
I.3.1. L'indice d'aridité	5
I.3. 2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER	6
I.3. 3 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN	7
I.4) Caractéristiques de la région	5
A).Relief	7
b). Conditions pédologiques	9
b.1.Description	9
b.2.Classification	9
b.3. Sols bruns calcaires profonds reposant sur un niveau à caractère vertique	11
b.4.Caractères analytiques de cette catégorie de sols	11
C). l'eau d'irrigation :.....	11
c.1. La ressource en eau	11
c.2. Qualité de l'eau d'irrigation	12
D). Qualité de l'eau d'irrigation	12
E). La flore de la région du Tébessa	12
Conclusion	14

Chapitre II : Revue bibliographique sur l'irrigation sous pression.

Introduction	15
II.1.L'irrigation gravitaire	15
II.1.1.L'irrigation par planche	15
II.1.2.L'irrigation par bassin	16

II.1.3.L'irrigation à la raie ou par rigole	16
II.1.3.1.L'irrigation par siphon	16
II.1.3.2.Irrigation par rampe à vannettes	17
II.1.3.3.Irrigation par gaine souple	18
II.1.3.4.Trans-irrigation	18
II.2. L'irrigation goutte à goutte	19
II.2.1.Equipements du système goutte à goutte	19
II.2.2.1.Les distributeurs	20
II.2.2.2.Les rampes	20
II.2.2.3.Filtration	22
II.3. L'irrigation par aspersion	22
II.3.1.Aspersion traditionnelle	23
II.3.1.1.Les installations mobiles portatives :	24
II.3.1.2.Les installations semi-mobiles portatives :	24
II.3.1.3.Les installations permanentes (ou couverture totale),	24
II.3.1.4.Les installations temporaires :	25
II.3.2.Aspersion mécanisée	25
II.3.2.1.Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale :	25
II.3.2.2.Le système de rampe frontale	25
II.3.2.3.L'enrouleur	26
II.4. Choix de la technique d'irrigation convenable	27
II.5. Mode d'arrosage:	28
II.5.1. Définition	28
II.5.2. Avantages :	29
II.5.3. Inconvénients:	29
Conclusion	30

Chapitre III : Etude Hydrologique.

Introduction	31
III.1. Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement	31
III.2. L'homogénéité de la série pluviométrique	33
III.3. Etude de l'échantillon	35

III.4. Choix du type de la loi	35
III.5. Ajustement de la série pluviométrique	35
III.5.1. Ajustement à la loi normale (gauss) :.....	35
III.5.2. Ajustement à la loi log normale (GALTON) :.....	38
III.6. Détermination de l'année de calcul :.....	40
CONCLUSION :	41

Chapitre IV : Evaluation des besoins des cultures.

Introduction :	42
IV.1. Besoin en eau du périmètre	42
IV-1-1 L'évapotranspiration :	42
IV-2-1-1 L'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP)	43
IV -2-1-2 L'évapotranspiration réelle :(ETR).....	43
IV-2-2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP).....	43
a) Formule de Blaney-Criddle	44
b) Formule de turc (France1960)	44
c) Méthode de Penman & Monteith	45
IV-3 Traitement des données pluviométriques :	46
IV -3-1 Précipitation moyenne mensuelle :	47
IV -3-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul)	47
IV -4 Calcul de la pluie efficace :	47
IV.4.1. Dose d'irrigation de l'olivier	48
IV.4.2. Besoins totaux nets en eau d'irrigation :	49
IV.5. Occupation du sol	50
IV.6. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)	50
Conclusion	51

Chapitre V : Dimensionnement Du réseau D'irrigation.

Introduction	52
V.1 Données générales de la parcelle.....	52
V.2 Calcul des caractéristiques du réseau	53
V.2.1 Les besoins journaliers	53

V.2.2 La dose pratique	53
V.2.3 La dose nette pratique réelle	54
V.2.4 Dose brute	54
V.2.5 Fréquence d'arrosage	54
V.2.6 Dose fictive à apporter	54
V.2.7 Durée d'arrosage	54
V.2.8 Durée d'arrosage journalier	54
V.2.9 Nombre de poste	55
V.2.10 Surface d'un poste	55
V.2.11 Surface correspondant à une rampe	55
V.2.12 Nombre de rampes par postes	56
V.2.13 Nombre de goutteur par rampe	56
V.3. Calcul hydraulique	56
V.3.1 Calcul de la rampe	57
V.3.1.1 Débit d'une rampe	57
V.3.1.2 Diamètre de la rampe	57
V.3.2 Calcul de la porte rampe.....	57
V.3.2.1 Débit de porte rampe	57
V.3.2.2 Diamètre de la porte rampe	58
V.3.3.1 Recalcul de la perte de charge de la rampe	58
V.3.3.2 Recalcul de la perte de charge du port rampe	58
V.3.4 Calcul de la canalisation principale.....	59
V.3.4.1 Diamètre du canal principal	59
V.3.4.2 La perte de charge	59
V.4. bassin d'irrigation	59
V.5 Adduction	60
V.5.1 Types d'adduction	60
V.5.1.1 Adduction gravitaire	60
V.5.1.2 Adduction par refoulement	60
V.5.1.3 Adduction mixte	60
V.5.2 Choix du tracé	61
V.5.3 Choix du matériau	61
V.5.4 Diamètre du canal d'adduction	62

V.5.5 Détermination de HMT de la pompe qui refoule dans la conduite principale:	62
Conclusion :	64

Chapitre VI : Evaluation du cout du projet.

Introduction	65
VI.1. Devis du réseau d'irrigation à la goutte à goutte	65
VI.1.1 Dépenses des équipements	65
VI.1.2 Dépenses des travaux	66
Conclusion	67

Chapitre VII : Protection et sécurité de travail.

Introduction	68
VII-1- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	68
VII-1-1- Facteurs humains	68
VII-1-2- Facteurs matériels	68
VII-1-3- Liste des conditions dangereuses	69
VII-1-4- Liste des actions dangereuses	69
VII-2- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	70
VII-2-1- Protection individuelle	70
VII-2-2- Autres protections :	70
VII-2-3- Protection collective :	70
VII-2-4- Engin de levage :	70
VII-2-5- Appareillage électrique :	71
Conclusion :	71

Chapitre VIII : Organisation de chantier.

Introduction	72
VIII.1. Exécution des travaux	72
VIII.1.1. Exécution de la tranchée	72
VIII.1.2. Assise de la conduite	72
VIII.1.3. Pose de la canalisation dans la tranchée	72
VIII.1.4. Epreuve d'essai de pression	73
VIII-2- Exploitation du système d'irrigation	75

VIII.2.1.Objectif de l'exploitation	75
VIII.2.2.Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées	76
VIII.2.2.1.Mesures d'amélioration technique	76
VIII.2.2.2.Mesures d'exploitation	76
VIII.2.2.3.Exploitation des ouvrages hydrauliques	76
VIII.2.2.4.Maintenance des ouvrages et équipement	76
a)-Maintenance des premiers niveaux	76
b)-Maintenance spécialisé	77
VIII.3. Planification des travaux	77
Conclusion	80
CONCLUSION GENERALE	

Liste des Tableaux

	page
Tableau I.1 : Série pluviométrique station d'El Kouif (1975-2011).....	3
Tableau I.2 : Pluviométrie moyenne en mm station d'El Kouif (1975-2011).....	4
Tableau I.3 : Distribution des températures moyennes mensuelles à la station de Tébessa.....	4
Tableau I. 4 : Nombre de jours de grêles.....	4
Tableau I. 5 : Le vent.....	5
Tableau I. 6 : Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne.....	5
Tableau I.7 : Fiche analytique.....	10
Tableau I.8 : Qualité de l'eau d'irrigation.....	12
Tableau II.1 : Composition de l'unité de tête.....	20
Tableau. III.1 : Caractéristiques de station pluviométrique (station el Kouif).....	31
Tableau III.3 : Test d'homogénéité de la station de EL KOUIF.....	33
Tableau. III.6 : Précipitations mensuelles moyennes à la station de el KOUIF (Période : 1975 – 2011)	40
Tableau III.7 : Représentation de l'année de calcul.....	40
Tableau IV.1 : Données des périmètres.....	42
Tableau IV.2 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Pen-Mon.....	46
Tableau IV.3 : Précipitation mensuelles de l'année de projet.....	47
Tableau IV.4 : Précipitation efficaces dans la zone de projet.....	48
Tableau IV.5 : Dose d'irrigation d'olivier.....	48
Tableau IV.6 : Dose d'irrigation d'Abricotier	49
Tableau IV.7 : Dose d'irrigation d'agrumes.....	49
Tableau IV.8 : Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine d'Ain el bey	49
Tableau IV.9 : Occupation du sol.....	50
Tableau V. 1 : Les paramètres des cultures.....	56
Tableau V. 2 : Diamètres calculés pour différents tronçons de canal principal.....	59
Tableau V. 3 : Diamètres calculés pour différents tronçons de canal principal.....	62
Tableau V. 4 : Les caractéristiques de la pompe.....	63
Tableau VI.1 :Liste des pièces de réseau d'irrigation localisée.....	65
Tableau VI .2 : Liste des pièces d'adduction, pompage et le bassin.....	65
Tableau VI .3 :Calcul de terrassement	67
Tableau VIII.1 : Détermination du délai de la réalisation.....	77

Liste des Figures

	Page
Figure I.1 : Limites administratives de la wilaya de Tébessa (DHW).....	1
Figure I.2 : Présentation géographique de notre région d'étude Kouif (DHW).....	2
Figure I. 3 : Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne.....	5
Figure I.4 : Abaque de l'indice d'aridité mensuelle de Martonne.....	7
Figure II.01 : les systèmes d'irrigation.....	15
Figure II.1 : L'irrigation par siphon.....	17
Figure II.2 : Irrigation par rampe à vannettes	17
Figure II.3 : Irrigation par gaine	18
Figure II.4 : L'irrigation goutte à goutte.....	19
Figure II.5 : Goutteurs.....	21
Figure II.6 : Les types des Goutteurs.....	21
Figure II.7 : Les types des filtres.....	22
Figure II.8 : Aspersion semi-mobiles.....	24
Figure II.9 : Aspersion permanentes.....	25
Figure II.10 : rampe.....	26
Figure II.11 : L'enrouleur.....	27
Figure II.12 : Zone humidifié par le goutteur.....	28
Fig. III .1 : Ajustement à une loi normale.....	37
Figure III.2 : Ajustement a la loi de log-normale.....	39
Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée.....	73
Figure VIII. 2 : Pelle équipée en rétro_excavateur.....	74
Figure VIII.3 : Camion.....	74
Figure VIII.4 : Buldozer.....	74
Figure VIII.5 : Niveleuse automotrice.....	75
Figure VIII.6 : réseau à nœud.....	78
Figure VIII.7 : Planning des travaux; diagramme de Gantt.....	79

Liste des Planches

Planche N°01 : PLAN SITUATION DU PÉRIMETRE D'AIN EL BEY COMMUNE DE KOUIF (W. TÉBESSA).

Planche N°02 :PLAN D'OCCUPATION DU SOL DU PÉRIMETRE D'AIN EL BEY COMMUNE DE KOUIF (W. TÉBESSA).

Planche N°03 :PLAN DU RÉSEAU PROJETÉ GOUTTE A GOUTTE DE LA COMMUNE DE KOUIF (W.TÉBESSA).

Planche N°04 :PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE DE LA COMMUNE DE KOUIFE (W.TÉBESSA).

Planche N°05 :PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE ADDUCTION DE LA COMMUNE DE KOUIFE (W.TÉBESSA) .

Planche N°06 :SCHEMA DE LA POMPE DEREFOULEMENT BASSIN-PARCELLE DE AIN EL BEY COMMUNE DE KOUIFE (W. TÉBESSA).

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des pays méditerranéens, l'eau disponible pour l'agriculture est de plus en plus rare et coûteuse.

L'Algérie a connu dernièrement un manque accru en ressources hydriques, de ce fait l'agriculture est désormais confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau ainsi que le lessivage des principaux éléments nutritifs du sol qui peut réduire sa productivité.

La micro-irrigation est le niveau actuel de l'évolution de l'irrigation qui conviendrait à contrer la menace de pénurie d'eau et de pollution tout en augmentant les rendements agricoles. Elle ne s'applique pas à toutes les cultures, néanmoins elle permet une grande économie d'eau et de fertilisants.

Cependant la solution ne peut se trouver que dans un cadre collectif et participatif, entre les différents acteurs, sur le plan organisationnel et financier.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est de dimensionner le périmètre d'irrigation de Ain el bey (adduction) dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assuré une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

CHAPITRE I :
Présentation générale
de la zone d'étude

I-1 Situation géographique et administrative :

La région du Tébessa se trouve à environ 500Km au Nord- Est d'Algérie ; Elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Souk-Ahras.
- Au Sud par la wilaya d’El- Oued Souf.
- Au l’Est par La frontière tunisienne.
- A l’Ouest par les wilayas d’Oum El Bouaghi et Khenchela.

Cette région montagneuse est de 13878km² de superficie, les parcours steppiques représentent plus de la moitié de la superficie totale de la wilaya. La superficie totale de la wilaya se divise en quatre groupes homogènes de la cote des données climatiques, édaphiques et couvert végétal :

- Groupes A : ZoneNord de la wilaya, à vocation céréalière et élevage, d’une superficie de 135000 ha (10 % de la superficie de la wilaya).
- Groupes B : Zone pré-teppique des hauts plateaux de la wilaya, d’une superficie de 229450 ha (17%).
- Groupes C : Zone pastorale et steppique (alfa, atriplex, armoise).
- Groupes D : Zone pré-saharienne, représente 15 % de la superficie de la wilaya (202457 ha).

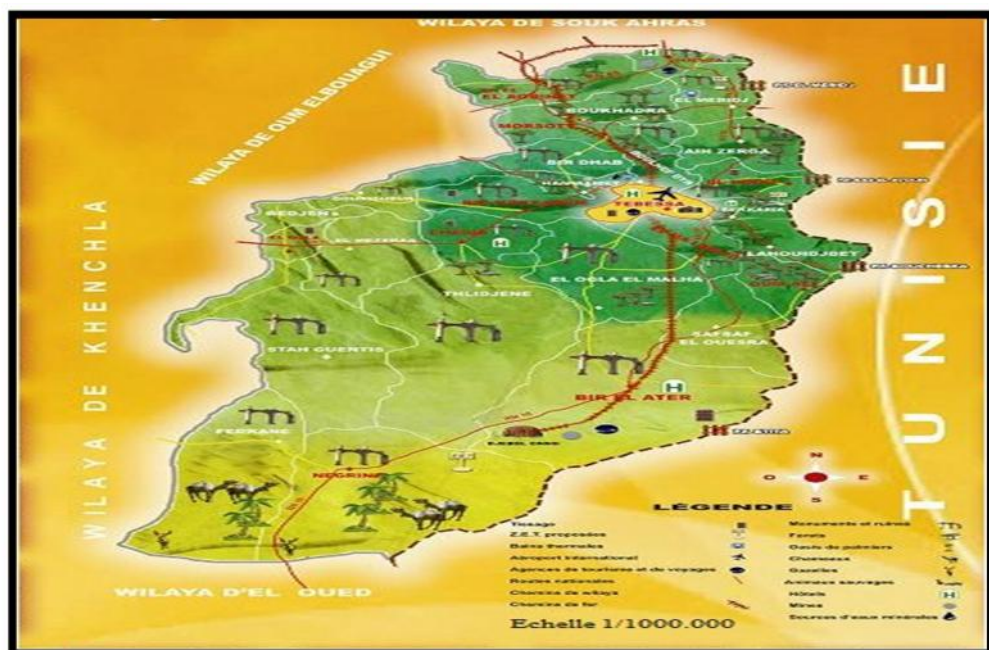


Figure I .1 : Limites administratives de la wilaya de Tébessa (DHW).

❖ Présentation de l'exploitation Kouif :

Kouif est une commune distante d'environ 30 km de la capitale de la wilaya de Tébessa, repose sur une superficie de plus de 257 km².

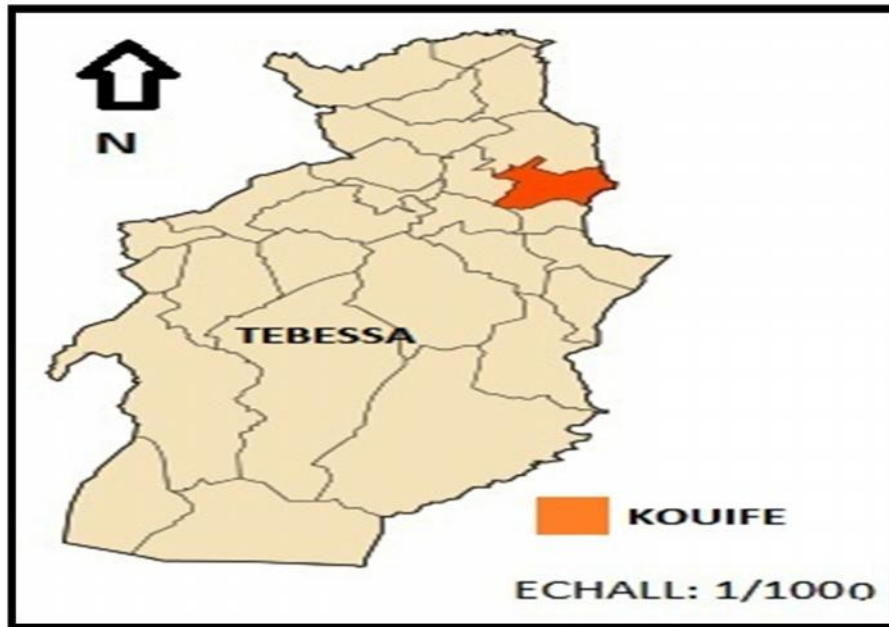


Figure I.2: Présentation géographique de notre région d'étude Kouif (DHW).

Le périmètre est délimité par Tunisie à l'Est et l'Ain zeraga au Nord et par Tébessa à Ouest et Bekkaria au Sud.

Et ses les coordonnées géographiques sont:

- Longitude : 8.33 EST
- Latitude 35.50 NORD
- Altitude : 885 m

I-2 Analyse des conditions climatiques :

Le climat de la région est caractérisé par un été sec et un hiver relativement humide. La station météorologique, située dans la zone d'étude de la commune de Kouif, nous a fourni les données des paramètres suivants :



a) La pluviométrie (station d'El Kouif (1975-2011))

Code station : 120504
 Nom station : EL KOUIF

X : 1009,700km

Y : 259,150Km

Z : 1100m

On observe donc d'après le tableau n°01 qu'elles sont mal réparties dans l'année.

Tableau N° I -1 série pluviométrique station d'El Kouif (1975-2011))

Année	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	Juin	juil.	aout	annuel
1975	53,9	4,5	46,6	10,3	20,1	58,7	24,7	19,8	46,6	51,7	0	0	336,9
1976	69,8	26,1	119,3	18,9	31,6	41	44,3	43,3	25,3	2	17,6	13,7	452,9
1977	4,7	10,9	54,7	0,7	4,1	22,1	0	28,8	66,5	22,2	13,7	28,2	256,6
1978	0,5	16,3	37	5,5	9,3	38,3	22,1	55,7	19,9	47,4	0	51,2	303,2
1979	45,3	38,1	18,2	0,3	24,6	27,7	63,6	31,3	25,8	8,5	0	9	292,4
1980	111	0,4	50,1	0	14,2	50,1	20,1	39,8	31,8	19,5	10,6	12,3	359,9
1981	42,1	11,4	2,4	4,4	2,5	31,8	2,8	56,5	82	4,5	0	8,5	248,9
1982	32	52,3	92,7	26,4	0	2,3	6,8	30,9	0	40,5	11,6	12,4	307,9
1983	12,5	65,8	34,5	20,4	14,6	37,9	21,9	32,6	5,5	21,8	0	4,5	272
1984	37,4	40,3	5,7	69	24,7	25,8	52,9	31,4	41,1	6,3	0	0	334,6
1985	10,7	11,6	3,9	8,1	24	15,3	77,1	15,6	51,3	44	16,5	23,8	301,9
1986	35,8	24,6	33,3	32	9,3	26,8	42,9	8,6	25,1	15,8	12,3	20	286,5
1987	6,1	26,3	15,6	10,1	15,3	4,3	39,6	41,5	51,6	41,8	8,1	16,5	276,8
1988	2,9	16,7	41,8	31,8	6,3	5,3	24,9	13,4	6,9	42,2	6,6	45,7	244,5
1989	33,1	14,4	18,1	10,7	15,2	12	13	29	0	0	0	12,8	158,3
1990	58,98	15,9	34,9	87,5	27,5	11,6	59,3	22,2	60,6	15,1	0	0	393,58
1991	40,1	26,5	19,8	0	39,2	7,9	28,4	29,5	42,4	19,6	0	0	253,4
1992	22,1	45,5	62,4	37,4	9,6	14,8	18,6	7,1	91,8	1,1	18,6	10,9	339,9
1993	2,1	1,4	34,8	22,8	24,5	11,7	15,8	18,7	28,9	20,1	3,1	12,3	196,2
1994	4,1	8,5	1,8	1,8	29,6	0,4	6,5	19,9	1,8	68,9	13,9	8,2	165,4
1995	103,1	38,5	65,7	26,7	14,3	19,6	23,3	4,7	11,1	20,4	5,2	5,1	337,7
1996	5,4	1,3	0,4	19,4	32,3	11,3	8,4	57,2	19,8	13	9,5	13,6	191,6
1997	37,8	26,9	26,1	10,5	34	8,5	10,6	6,8	44	18,5	0	5,9	229,6
1998	28,3	55,3	24,7	0,9	60,9	48	12,8	7,2	3,7	38,5	8,7	16,2	305,2
1999	2,7	19,1	21,1	24,2	3,2	8,4	7,7	13	42	34,9	4,7	2	183
2000	46,5	5,8	2	6,7	11,1	4,9	1,5	1,4	10,8	0	0	0	90,7
2001	11,8	30	32,3	3,6	0	5,1	6	10,5	7,7	10,9	79,7	116,2	313,8
2002	10,8	18	6,2	13,8	41,6	10	28	13,2	13	18,4	0	10,8	183,8
2003	110,8	58	49	61,7	37	47,1	77,5	40,3	38,6	35,1	2,7	30,5	588,3
2004	102	13,7	73,5	66,3	60	44,5	13,7	33,1	45,1	10,8	0	5,9	468,6
2005	37,4	28,1	33,8	16,1	43,1	6,7	23,6	82,8	7,5	21	9,7	18	327,8
2006	10,7	6,5	2,8	80,4	27	0	31,4	39,7	15,3	17,5	12,9	28,8	273
2007	34,6	16	6	50	21,8	15,2	36,4	47,6	36,9	14,9	0	22,7	302,1
2008	118,4	61,6	0	27	71	0	35	13	14	21,3	7,3	4,3	372,9
2009	45,9	7,9	50,3	15,2	8,7	5,1	25,2	14,5	7,9	0	13,7	17,7	212,1
2010	16,1	39,9	48,8	69,8	23,6	9,5	34	12,7	26,4	0,2	0,6	11,3	292,9
2011	48,6	35,3	39,3	33	52	20	30,1	10	15,2	1,3	0	36,3	321,1
Moyenne	38,78	25,54	33,6	25,65	24,66	19,71	27,51	27,31	29,55	21,38	7,99	17,65	299,33

Source : l'A.N.R.H de Constantine.



Tableau I.2: Pluviométrie moyenne en mm station d'El Kouif (1975-2011))

Station	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	TOT	max	min
ELKOUIF	38,78	25,54	33,6	25,65	24,66	19,71	27,51	27,31	29,55	21,38	7,98	17,65	299,3	38,78	7,98

Source : l'A.N.R.H de Constantine.

****Et la précipitation moyenne annuelle (1975-2011) est de:**

- L'Année 2003-2004 la plus arrosée avec 588.30mm.
- L'Année 1999-2000 la plus sèche avec 90.70mm.
- Précipitation moyenne annuelle est 299.34 mm

b) Température :

Les températures moyennes mensuelles sur une période de 15 années (1993–2008) enregistrées à la station de Tébessa, représentés dans le tableau ci-dessous, font apparaître un hiver doux et un été chaud et des grands écarts entre les minimas et les maximas, surtout en été ce qui est une caractéristique typique du climat méditerranéen semi-aride.

Tableau I.3: distribution des températures moyennes mensuelles à la station de Tébessa (1980–2010).

T°/Mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	TOTAL	min	Max	Moy
Maximum	29,4	21,7	16,1	11,7	10,6	12,2	16,1	20,5	25	31,1	35	33,9	263.3	10,6	35	21,94
minimum	16,1	11,1	6,7	2,8	1,7	2,8	4,4	7,2	11,7	16,1	18,9	18,3	117,8	1,7	18,9	9,81
Moyenne	22,75	16,4	11,4	7,25	6,15	7,5	10,25	13,85	18,35	23,6	26,95	26,1	189.7	6,0	26,7	15,8

Source : l'A.N.R.H de Constantine

c) Grêle :

La moyenne annuelle de journées de grêle est de 3 jours/ an répartie généralement entre les mois de janvier et de juin, avec un maximum de 0,5 jours au mois de mai, le minimum se situe au mois d'octobre.

Tableau I. 4: Nombre de jours de grêles.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
Nbre de jours de grêle	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1	0,1	0,4	0	0,1	0,1	3

Source : l'A.N.R.H de Constantine

e) Le vent :

Tableau I. 5 : Le vent

mois	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU
Vent (km/jour)	138	147	173	173	147	190	156	156	156	147	156	123

Source: l'A.N.R.H de Constantine

I-3 Les indices climatiques :

I.3.1. L'indice d'aridité :

Il nous permet de connaître le degré de sécheresse de la région. par la formule de MARTONNE.

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

Avec :

- P : précipitation moyenne annuelle (mm).
- T : T:température moyenne annuelle (C°).

Tableau I. 6: Les limites de climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

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

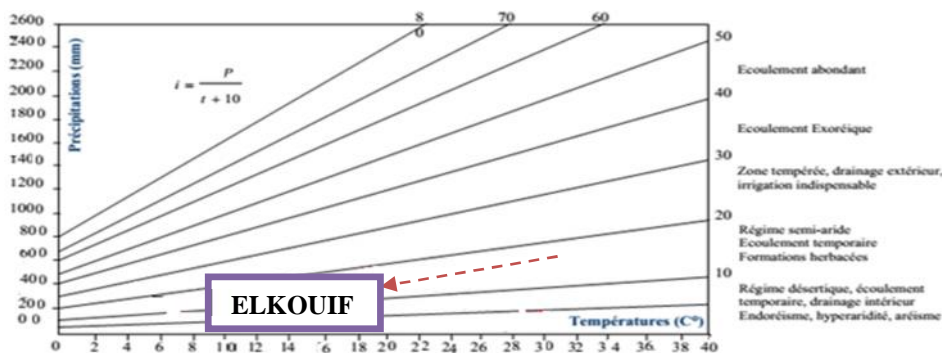


Figure I. 3: Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne

Nous remarquons à travers les valeurs obtenues de l'indice d'aridité calculés pour la station d'ELKOUIF, pour la période considérée de 1993 à 2008 est de 10.38 que la région appartient au type « climat sec ou semi-aride» donc l'irrigation est souvent indispensable.



D'où :

Station	Température (°C)	Précipitation	Indice d'aridité	Climat
ELKOUIF	15,8	299.4	11.60	Semi-aride

I.3. 2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat donc il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2} \dots \dots \dots (I.2)$$

Avec :

- Q quotient pluviométrique d'Emberger
- M la moyenne des températures du mois le plus chaud en kelvin
- m la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin
- P pluviométrie annuelle en mm

P=299.4mm

M=26.7+273=299.7k

m=6+273=279k

On aura

$$Q=2000*(299.4)/((299.7)^2-(279)^2)=50$$

Nous avons Q=50 et m =6 C°

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, on peut dire que le climat de notre région est semi-aride.

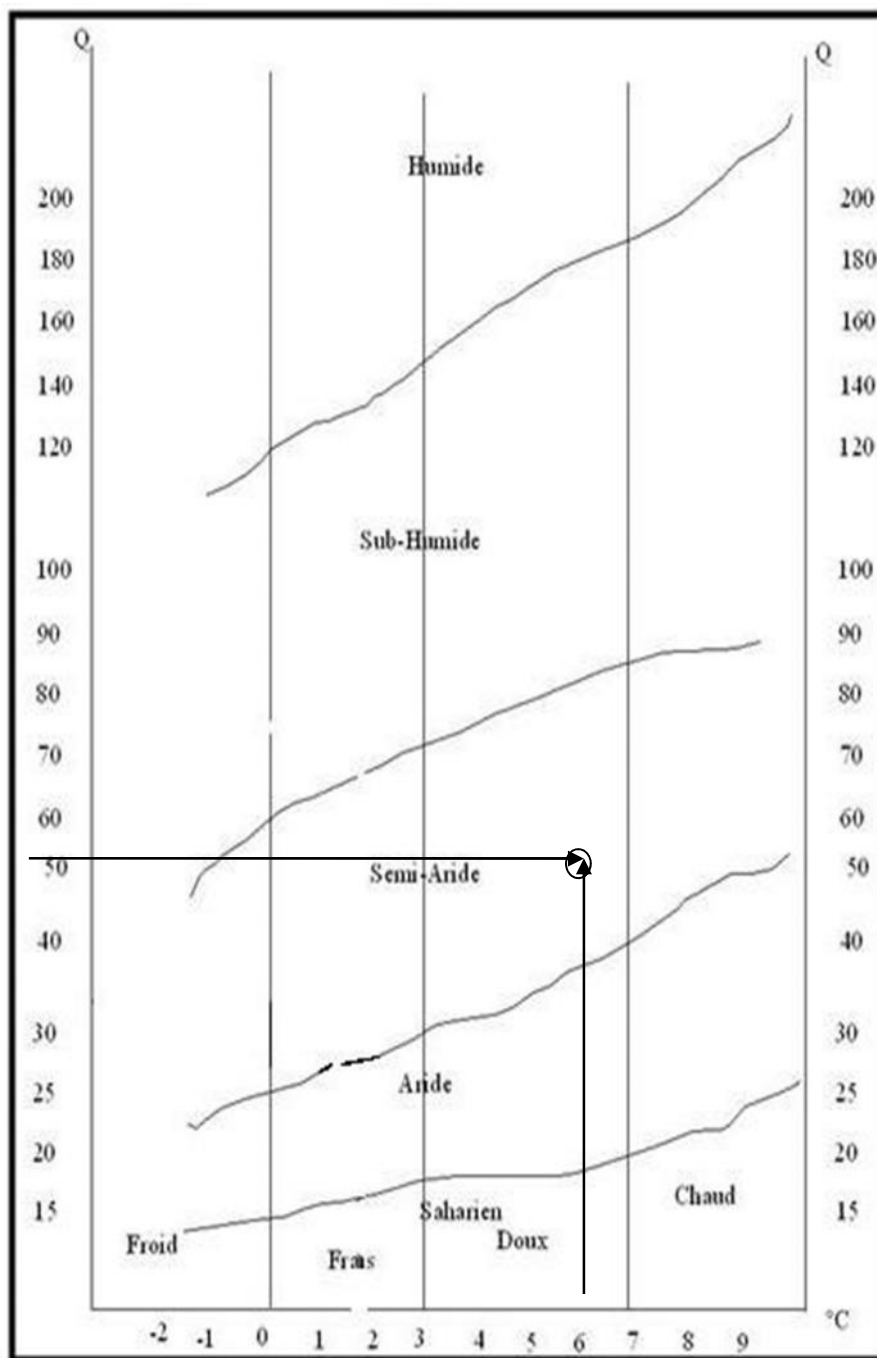


Figure I. 4:Abaque de l'indice d'aridité mensuelle de Martonne

I.3. 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 à la moitié de celle des précipitations (Voir Figure: I. 4). Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a une sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est

humide.

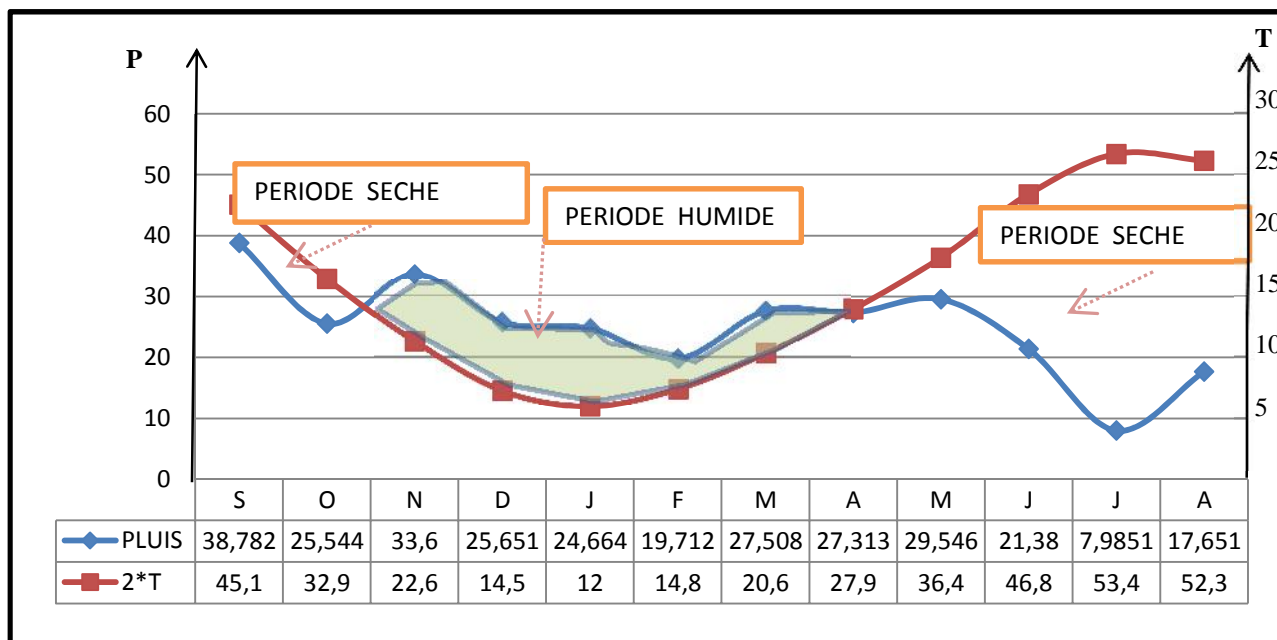


Figure I. 5: Diagramme de GAUSSEN

Suivant le diagramme D'EMBERGER, on trouve que la région possède deux saisons. Humide et sèche ; la saison humide commence au mois de novembre jusqu'à la fin du mois d'avril où commence la saison sèche qui s'étale jusqu'à la fin du mois de octobre.

I.4) Caractéristiques de la région :

A).Relief :

Les monts de Tébessa font partie de l'atlas saharien oriental. Ils forment un prolongement des Nemamcha, le terme « monts de Tébessa » est un ensemble hétérogène dont le seul lien apparent est encadré par le fossé Morsott-Tébessa.

Le passage des hautes plaines du Mellègue aux monts de Tébessa se manifeste par le resserrement des plaines et par l'agrégation des unités géomorphologiques

- Au sud, le fossé d'effondrement (Meddoud - Ain chabro) tranche brutalement les monts de Tébessa, interrompant des formes de reliefs sans être d'une symétrie parfaite.
- Les sommets parallèles du Djebel Serdiess et Djebel Gourrigueur font ensemble le haut synclinal perché du Djebel Serdiess.
- Il n'en est plus de même à l'Est de Djebel Doukkane, où le relief est à la fois plus



complexe et original entre Tebessa et El Malabiod, où se dresse en effet une barrière orientée de l'Ouest vers l'Est avant de s'incliner vers le Nord-Est, où elle forme la plaine de la Merdja.

- La chaîne montagneuse se morcelle en petits massifs (Djebel Anoual, Djebel Azmor, Djebel Bouroumane et Djebel Djebissa) .
- Le fossé Chabro- Tébessa- Bekkaria : nommé fossé de Tébessa borde au Nord les massifs qui révèlent leurs formes avec une évidence d'autant plus impressionnante qu'il y est formé profondément un fossé dont la surface de remblais descend progressivement de 900 m à Bekkaria et à 770m à Ain Chabro (Hammamet). Le graben a été comblé par une alternance sur plusieurs centaines de mètres de cailloutis calcaires, de sables, de marne et d'argile.

b). Conditions pédologiques :

b.1.Description :

- 0 – 30 cm : couleur à l'état sec Brun olive et à l'état humide Brun olive foncé ; texture Limono argileuse, structure grumeleuse, Enracinement abondant de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, peu compact, effervescence H Cl Moyennement forte.
- 30 – 120 cm : couleur à l'état sec et à l'état humide Brun olive ; texture Argilo limoneuse, structure polyédrique fine, Faible enracinement de céréales, nodules de calcaire, horizon poreux, plus compact que l'horizon superficielle avec la présence de gravier, effervescence H Cl Moyenne.
- 120 – 150 cm : couleur à l'état sec Brun noir et à l'état humide noir ; texture Sablo argileuse, structure polyédrique fine, Quelques nodules de calcaire, horizon poreux, peu compact avec la présence de gravier moins abondant que dans le deuxième horizon, et l'effervescence H Cl est faible.

b.2.Classification :

- Classe : sols calcimagnésiques
- Sous classe : sols carbonatés
- Groupe : sols bruns calcaires
- Sous groupe : sols bruns calcaires profonds



- Série : sols modales
- Aptitudes culturales en irrigué : ces sols sont favorables qu'à l'irrigation goutte à goutte pour ceux situés en pentes fortes (5 à 10%) et à l'irrigation par aspersion et goutte à goutte pour ceux situés en pentes de 2 à 5%. Leurs aptitudes culturales sont :C22 L22 A17
- Travaux et aménagements obligatoires : Labours profonds et lutte contre les inondations au niveau des pentes fortes obligatoires.

Tableau I.7: fiche analytique.

FICHE ANALYTIQUE PROFIL N° :K4

Horizon		K41	K42	K43
Profondeur (cm)		0-30	30-120	120-150
GRANULOMETRIE				
	Sable (%)	33,64	25,14	
	Limon (%)	41,36	44,23	
	Argile (%)	25,00	30,63	
MATIERE ORGANIQUE				
Matière organique %		1,8	1,6	
C ‰		10,2	9,2	
N ‰		1,2	0,9	
C/N		8,8	10,1	
SOLUTION DU SOL				
Cations	Ca ⁺⁺ (méq/100g)	20,25	21,15	
	Mg ⁺⁺ (méq/100g)	2,48	2,08	
	Na ⁺ (méq/100g)	0,88	0,78	
	K ⁺ (méq/100g)	0,87	0,9	
Anions	SO ₄ ⁻⁻ (méq/100g)	36,94	38,66	
	Cl ⁻ (méq/100g)	1,76	1,64	
	HCO ₃ ⁻ (méq/100g)	0,46	0,32	
PH eau(1/5)		7,9	8	8,2
CE (1/5 en ms)		0,52	0,51	0,73
Salinité(g/l)		0,5	0,5	0,6
SDT (mg/l)		414	413	585
RESERVES MINERALES				
CaCO ₃ total (%)		21,92	15,1	
CaCO ₃ actif (%)		8	4	
P ₂ O ₅ total ‰		2,2	3,9	
P ₂ O ₅ Assimilable (ppm)		220	340	
K ₂ O ‰		1,85	1,92	

Source: l'A.N.R. Constantine

b.3. Sols bruns calcaires profonds reposant sur un niveau à caractère verticale :



- Ces sols sont peu représentés, se localisent en pentes douces de 0.5 à 1 % dans les bas fonds de la zone d'étude;
- Ce sont des sols de texture limono argileuse, marqués par un horizon de surface dégradée et pulvérisé inondés en hiver et un horizon en profondeur à caractère vertique.

b.4. Caractères analytiques de cette catégorie de sols :

- La couleur générale de ces sols est Brun olive, de textures Limono argileuse dans tout le profil, une structure polyédrique fine ;
- Ces sols sont développés sur les alluvions récentes des Oueds, présentent une faible porosité, et ils sont compactes le long du profil ;
- Au point de vue chimique, ces sols sont pauvres en matière organique dont le taux est inférieur à 2% un rapport C/N avoisinant la valeur de 10 et une forte teneur en calcaire total.

C). l'eau d'irrigation :

c.1. La ressource en eau :

L'irrigation du périmètre est assurée à partir de la retenue collinaire située juste à l'aval des terres à irriguer. Elle est caractérisée par :

- Capacité : 1.025 Hm³
- Volume utile : 0.96762 Hm³
- Volume mort : 0.05738 Hm³
- Volume régularisé : 0.577 Hm³
- Côte en crête : 974.20 m
- Côte des plus hautes eaux : 973.10 m NGA
- Côte niveau normal des eaux : 972.00 m NGA
- Côte niveau mort : 966.00 m
- Côte vidange de fond : 964.20 m NGA (génératrice inférieure de la conduite de vidange).

c.2. Qualité de l'eau d'irrigation :

Résultat de l'analyse de l'eau d'irrigation effectuée par le bureau d'étude :

- Conductivité électrique (ECw) : 1691 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- PH : 7.23
- Résidu sec à 105 °C : 1220 mg/l

D). Qualité de l'eau d'irrigation :

Tableau I.8: Qualité de l'eau d'irrigation.

Cations			Anions		
	mg/l	méq/l		mg/l	méq/l
Calcium	275.53	13.75	Bicarbonates	79.3	1.30
Magnesium	37.81	3.11	Sulfates	584	12.16
Sodium	69.29	3.01	Chlorures	85	2.40
Potassium	0.69	0.01	Nitrates	3	0.05
Total	383.32	19.88	Total	751.3	15.91

Source : l'A.N.R.H de constantine

- TDS (Total Dissolved Solids ou minéralisation totale) : 1134.32 mg/l
- SAR :1.04.

Avec ces valeurs nous considérons que l'eau est de bonne qualité que ce soit du point de vue salinité ou alcalinité et ne présente pas de risque majeurs pour les cultures et les sols.

Toutefois, si nous nous referons à la classification de l'USDA ; avec une minéralisation totale de 1.13 g/l, l'eau est classée en C3 : elle est définie comme étant une eau fortement saline et ne peut être utilisée sur des sols à drainage limité ; il convient de choisir des plantes dotées d'une bonne tolérance au sel.

Pour la classification russe, elle figure dans la classe 2 ; elle est alors considérée comme une eau comportant des risques de salinité.

E). La flore de la région du Tébessa :

végétation naturelle de la wilaya de Tébessa se caractérise par des espèces qui s'adaptent aux conditions pédo-climatiques de la région. Les différentes espèces qui la composent correspondent à l'étage semi-ride. On y trouve le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) (Apiacées), le chêne vert (*Quercus ilex* L.) (Fagacées), le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L.) (Cupressacées), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (Labiatae) et l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) (Graminées). [1]

Ces différentes formations trouvent des conditions plus ou moins favorables à leur développement, les précipitations qui dépassent les 300 mm/ an et les sols calcaires.



PinushalepensisMill



Apiacées



Quercus ilex L



Rosmarinus officinalis



olivier

Images des types La végétation naturelle



Conclusion :

On peut conclure que les caractéristiques de notre région est comme suit :

- La pluviométrie moyenne annuelle est de 299,33 mm/an et une température moyenne annuelle est de 15,8°.
- La période sèche s'étale de la fin de mois de mai jusqu'à la fin du mois d'Aout. Finalement on peut dire que le climat de Kouif est semi-aride et l'irrigation est souvent indispensable.

CHAPITRE II :
Revue bibliographique
sur l'irrigation sous
pression

Introduction

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.

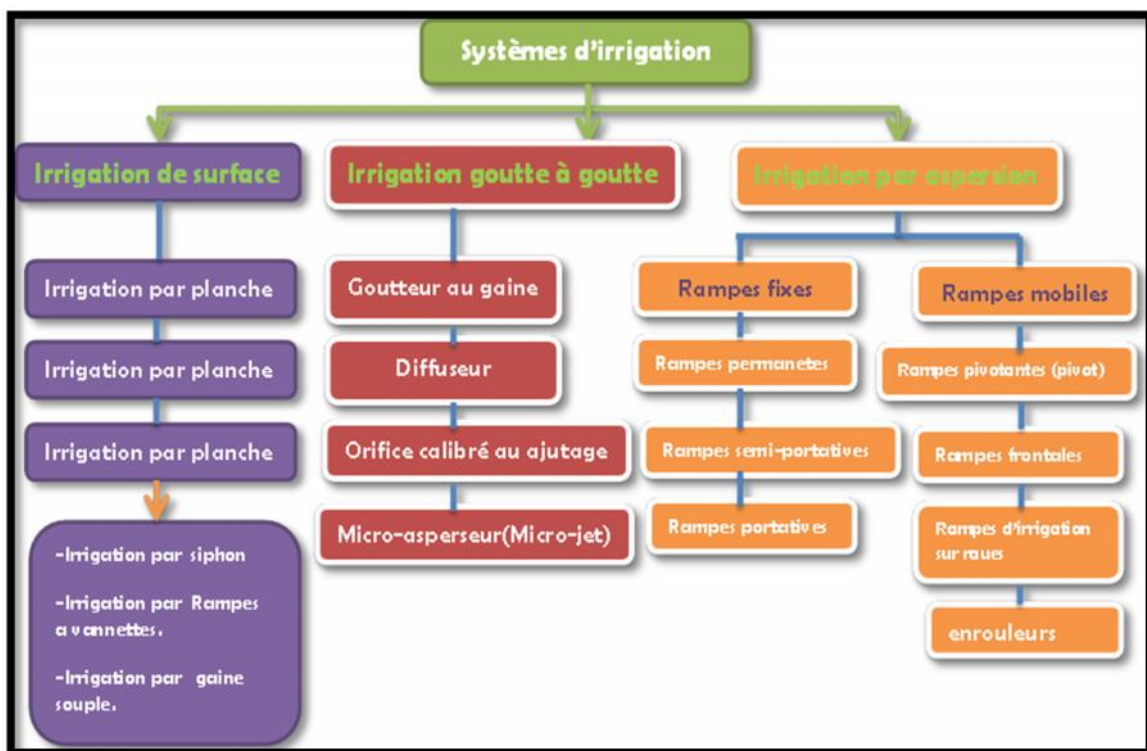


Figure II.01 : les systèmes d'irrigation.

II.1.L'irrigation gravitaire :

II.1.1.L'irrigation par planche :

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de **Crevat** qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la

vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment-là il ferme la vanne d'arrivée.

II.1.2.L'irrigation par bassin :

Est la plus connue dans (Irrigation gravitaire). Sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée. Dans plusieurs régions du Maroc, la taille des bassins est de 40 à 50 m² et cette technique est connue sous le nom "Robta". Cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements

II.1.3.L'irrigation à la raie ou par rigole :

Convient parfaitement aux sols présentant une pente comprise entre 0,2 et 3%. Les sillons sont séparés d'une distance variant entre 0,6 et 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Suivant le débit dont on dispose, on peut irriguer un ou plusieurs sillons à la fois. Les raies peuvent être parallèles ou perpendiculaires à la rigole permanente d'amenée d'eau. D'une manière générale, l'irrigation est réalisée suivant un débit unique ou suivant une succession de deux débits différents, un premier débit important qui est appelé débit d'attaque et un deuxième débit plus faible qui est appelé débit d'entretien. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par Trans irrigation

II.1.3.1.L'irrigation par siphon :

S'adapte bien à l'irrigation des raies. Les siphons en PVC, d'épaisseur 1,5 mm et de diamètre variant entre 20 et 43 mm, sont relativement légers lorsque leur longueur est comprise entre 1 et 1,5 m. Une charge de 10 cm est suffisante pour travailler dans des conditions adéquates. Les débits varient entre 0,25 et 2 Vs, respectivement pour une charge de 5 et 20 cm. On peut par ailleurs réaliser une irrigation à deux débits, soit en utilisant des diamètres différents, soit en utilisant des bouchons percés à l'extrémité des tubes ou tout simplement en jouant sur le nombre des siphons. Dans ce type d'irrigation, ramorçage des siphons nécessite un entraînement et une certaine agilité pour mieux maîtriser l'irrigation. Il existe aussi de petites pompes à main pour effectuer cette tâche, mais ramorçage risque d'être plus lent.

Ce type d'irrigation est d'un intérêt certain car il permet d'éviter la construction d'une "ségua" d'amenée, et donc tous les travaux liés à la distribution. Il permet également de réduire l'érosion du sol à la tête de la raie. Par ailleurs, l'irrigation par siphon permet une bonne répartition de réseau et présente un avantage du fait que l'investissement est faible.

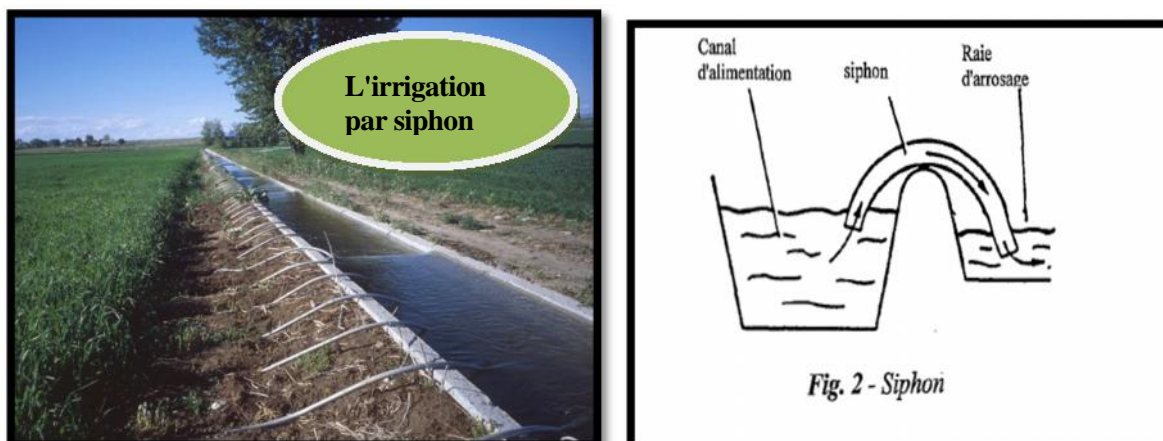


Figure II.1 : L'irrigation par siphon.

II.1.3.2. Irrigation par rampe à vannettes :

Ce type de matériel correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de réglage du débit par des vannettes coulissantes; qui offrent des positions d'ouverture de 25, 50, 75 et 100°/0.

Par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsqu'on remplace les vannettes par des cannes verticales qui alimentent des raies ou des planches; on obtient alors le système californien. Il est constitué d'une conduite enterrée sur laquelle on fixe des cannes dont on peut régler le débit ainsi que l'orientation du jet. La conduite enterrée, de diamètre variant de 160 à 300 mm, est relativement épaisse (3 à 5 mm).

Cette technique ne gêne pas les travaux agricoles. Par contre, une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche.



Figure II.2 : Irrigation par rampe à vannettes.

II.1.3.3. Irrigation par gaine souple :

La gaine souple est posée dans une rigole préparée à l'avance pour éviter les déplacements de la gaine une fois remplie d'eau. La pose peut être effectuée à l'aide d'un engin ou d'un petit tracteur. Les perforations peuvent être effectuées sur un ou deux côtés. Elles peuvent être standards ou selon les espacements des cultures. La gaine peut être munie de manchettes souples de dérivation qui permettent d'irriguer au centre des raies, sans se soucier d'un emplacement précis des perforations. Ce type d'irrigation, ayant une charge de 0,4 à 1 m, convient pour un sol relativement plat. Les débits de dérivation sont de l'ordre de 2 Vs. Les gaines sont facilement installées sur le terrain et demandent un investissement modeste. Cependant elles présentent l'inconvénient d'être fragiles et le réglage des débits est peu précis.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour élever réaux et leur extrémité reste ouverte sous peine de destruction par une surpression. Les extrémités doivent donc être posées sur des objets d'une hauteur d'environ 1m.

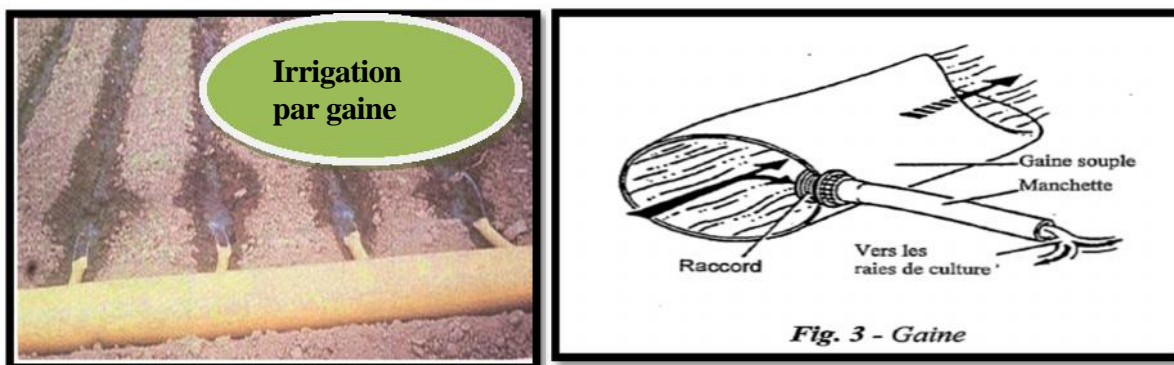


Figure II.3 : Irrigation par gaine .

II.1.3.4. Trans-irrigation :

La trans-irrigation de surface ou souterraine convient parfaitement à l'irrigation de la raie. La parcelle à irriguer par ce type d'irrigation est relativement grande et peut atteindre 6 ha.

Une conduite en PVC rigide de diamètre 250 mm et d'épaisseur 4,9 mm est installée suivant une inclinaison régulière variant entre 0,25 et 0,6 % sur laquelle sont percés des orifices bien alignés et formant un angle de 30° par rapport à la verticale. Le diamètre des orifices est fonction du débit. L'ensemble du système n'est pas sous pression mais la charge au niveau de chaque orifice est créée par le déplacement d'un piston placé à l'intérieur de la conduite.

II.2. L'irrigation goutte à goutte :

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol Ceci permet de Limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes (Tableau 1). Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers, et permet la fertigation. Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes.



Figure II.4 : L'irrigation goutte à goutte.

II.2.1. Equipements du système goutte à goutte :

L'installation est composée d'une source d'eau, d'une station de pompage, d'une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • économie d'eau. • faibles pressions pour les goutteurs • irrigation fréquente. • le feuillage n'est pas lave. • accès plus facile à la parcelle. • possibilité d'automatisation. • économie en main d'œuvre. • irrigation des terrains accidentés. • succès pour les sols lourds (2 à 4 cm/h) et sols légers (> 50 cm/h). 	<ul style="list-style-type: none"> • sensibilité à l'obstruction (sable, limon, matière organique, gel bactérien, précipitation, d'engrais, présence du fer ...). • salinisation (prévoir des lessivages). • développement racinaire des cultures limite.

L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et à la sécurité de fonctionnement (Tableau II.1).

Tableau II.1 : Composition de l'unité de tête.

Matériel	Opération
compteur	Comptage
Régulateur de pression	contrôle de pression
filtre	Filtration
Pompe doseuse, dilueurs	fertilisation
Programmateur	programmation
Clapet anti-retour	prévention
Soupape de décharge	réglage
ventouse	Décharge, purge

II.2.2.1. Les distributeurs :

Les distributeurs peuvent être classés selon leur débit de fonctionnement. On distingue alors les goutteurs, les diffuseurs et les micro-asperseurs (Tableau 3). Les goutteurs ont un faible débit (entre 1 et 16 Vh) et fonctionnent sous une pression relativement faible (environ 1 bar). Dans la pratique, on utilise souvent des goutteurs de 2 Vh pour les cultures maraîchères et de 4 Vh pour les cultures pérennes (arbres fruitiers et vignes). Selon le type de goutteur, le mode de fixation sur la rampe peut être soit en dérivation, en Ligne ou intégré. Actuellement, on tend de plus en plus vers le mode intégré vu son faible coût de fabrication ainsi que sa facilité d'installation sur le terrain. En effet, il suffit de dérouler la rampe lors que pour les autres modes, les goutteurs sont à installer un par un, suivant les espacements désirés. Dans la

fixation en dérivée, on peut trouver des circuits courts ou des circuits longs



Figure II.5 : Goutteurs.

Dans certains projets d'irrigation goutte à goutte pour des cultures pérennes, on peut volontairement employer une rampe de faible diamètre lorsque les plants sont petits pour ensuite rajouter une deuxième rampe lorsque les besoins en eau sont plus importants.

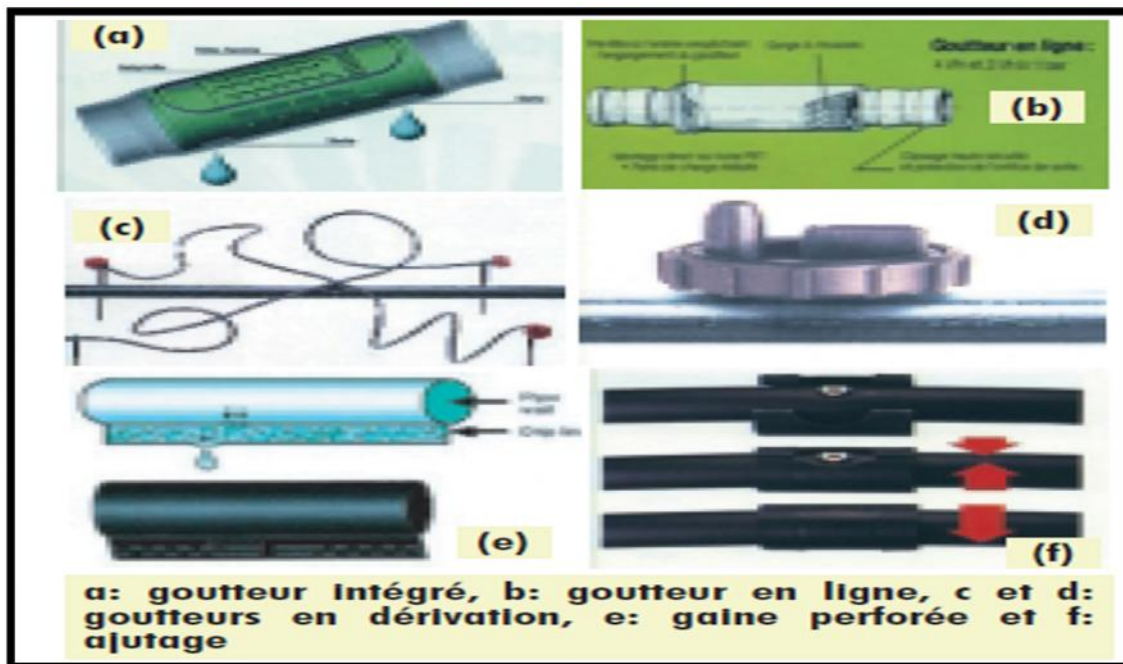


Figure II.6 : Les types des Goutteurs.

II.2.2.2. Les rampes :

La plupart des conduites en plastique utilisées en irrigation localisée sont fabriquées à partir de:

- Chlorure de polyvinyle, PVC
- Polyéthylène, PE (basse ou haute densité, BD ou HD)
- Polypropylène, PP

Les PE sont les plus utilisés pour les petits diamètres, alors que les PVC sont plus utilisés pour les gros diamètres, en raison de leur résistance à la pression. Le classement des conduites se fait suivant le

coefficient normalisé de dimension, qui traduit la pression maximale de service ainsi que la classe de pression

II.2.2.3. Filtration :

L'irrigation goutte à goutte nécessite une filtration adéquate des impuretés contenues dans Veau d'irrigation ainsi que celles qui peuvent se former en cours d'utilisation. Pour cela, il existe plusieurs types de filtres.

****Les filtres à sables :** sont remplis de couches de gravier calibré pour arrêter les particules solides et organiques. Ils sont généralement munis d'un montage de contre-lavage qui permet leur nettoyage, réalisé lorsque la perte de charge est comprise entre 5 et 10 m. Un filtre à sable est suffisant pour un débit allant de 10 à 15 m³/h. Pour les débits supérieurs, on utilise une batterie de filtres. Pour plus d'assurance, le filtre à sable est suivi d'un **filtre à tamis** ou d'un **filtre à disques**. Le séparateur centrifuge, ou l'hydrocyclone, est placé avant le filtre à sable, quand Veau est chargée de sable.

Assez souvent, on recommande de retenir les particules de granulométrie supérieure au 1/10 de la plus petite dimension de passage de Veau dans les distributeurs. L'arrêt des particules plus petites ne fait qu'accélérer le colmatage des filtres. Une filtration de 150 microns (100 mesh) est souvent utilisée pour l'irrigation localisée ou par aspersion. Dans ce dernier cas, on pense aussi à l'usure des buses des asperseurs.

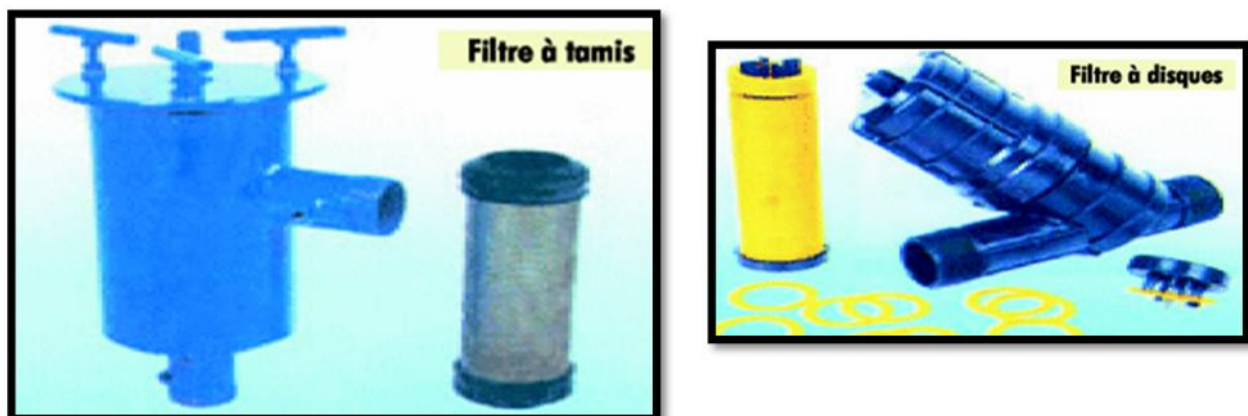


Figure II.7: Les types des filtres.

II.3. L'irrigation par aspersion :

Est recommandée dans les cas suivants:

- Sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante; sols trop perméables, qui ne

permettent pas une répartition uniforme de Veau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface; terrains à pente irrégulière avec micro-relief accidenté, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre.

- Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées (les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage) et aussi lorsque l'irrigation se fait avec Veau salée sur des plantes au feuillage sensible au sel Une installation d'irrigation sous pression est généralement composée d'un équipement fournissant la pression nécessaire à son fonctionnement, d'appareils de mesure et de contrôle de débit, et d'une conduite principale amenant Veau jusqu'aux conduites secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou une batterie de filtres et un dispositif d'adjonction d'éléments fertilisants.
- La considération des facteurs suivants est nécessaire à la conduite d'un projet de dimensionnement de tout système d'irrigation sous pression: a) la dimension et la forme de la surface à irriguer, sa topographie et le type du sol; b) les sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques et c) Les conditions climatiques dans la région, l'accessibilité à la parcelle et la culture à irriguer.

II.3.1. Aspersions traditionnelles :

Les arroseurs utilisés en agriculture sont à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille sous l'effet de l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Les petits arroseurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre. La portée de leur jet est relativement faible, leur pression de service se situe entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les arroseurs moyens ont des buses de 8 à 14 mm de diamètre et nécessitent une pression de service d'au moins 4 bars. Les grands arroseurs ont des buses de 15 à 25 mm de diamètre et fonctionnent à des pressions d'au moins 4,5 bars. Ils ont une pluviométrie horaire élevée et conduisent à la formation de grosses gouttelettes. La taille des gouttelettes ne doit occasionner aucun dommage ni au sol, ni à la culture. Une augmentation de la pression s'accompagne normalement d'une réduction de la taille des gouttelettes. L'angle idéal d'inclinaison par rapport au plan horizontal est de 32° en conditions calmes. Les perturbations causées par le vent sont influencées par le montant sur lequel repose l'arroseur ainsi que l'angle de projection du jet d'eau. La plupart des arroseurs moyens à usage agricole ont des angles compris entre 25 et 2°, alors que ceux des grands arroseurs se situent entre 23 et 24%. Dans l'irrigation par aspersion, on rencontre les installations suivantes :

II.3.1.1. Les installations mobiles portatives :

Comprennent des canalisations principales ainsi que des rampes pouvant être déplacées à la main. De ce fait, les conduites formant l'ensemble du système doivent être légères, facilement l'accordable et détachables les unes des autres. Elles sont habituellement en aluminium léger ou en alliage d'aluminium et sont présentées en segments, munies de raccords rapides et mesurant en général 6 m de longueur. Ces installations sont conseillées pour les régions à capital d'investissement faible mais disposant d'une main d'œuvre abondante.

II.3.1.2. Les installations semi-mobiles portatives :

Ont des canalisations principales qui sont fixes et enterrées à intervalles réguliers. En général, la station de pompage est permanente, elle est située de manière à réduire le trajet de Veau. Les canalisations fixes sont généralement en acier ou en amiante-ciment et sont protégées contre la corrosion. D'autres variantes existent, en combinant les tuyaux flexibles.

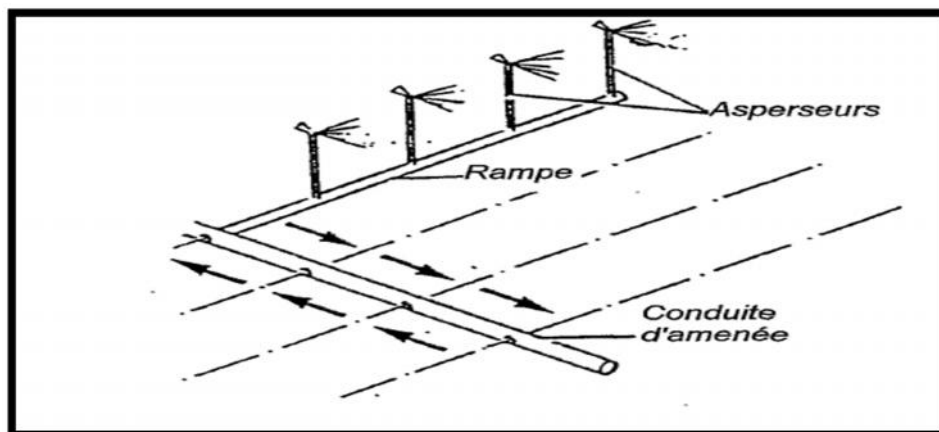


Figure II.8 : Aspersion semi-mobiles.

II.3.1.3. Les installations permanentes (ou couverture totale),

Où les conduites principales et les rampes sont enterrées, se rencontrent principalement dans les exploitations de vergers.

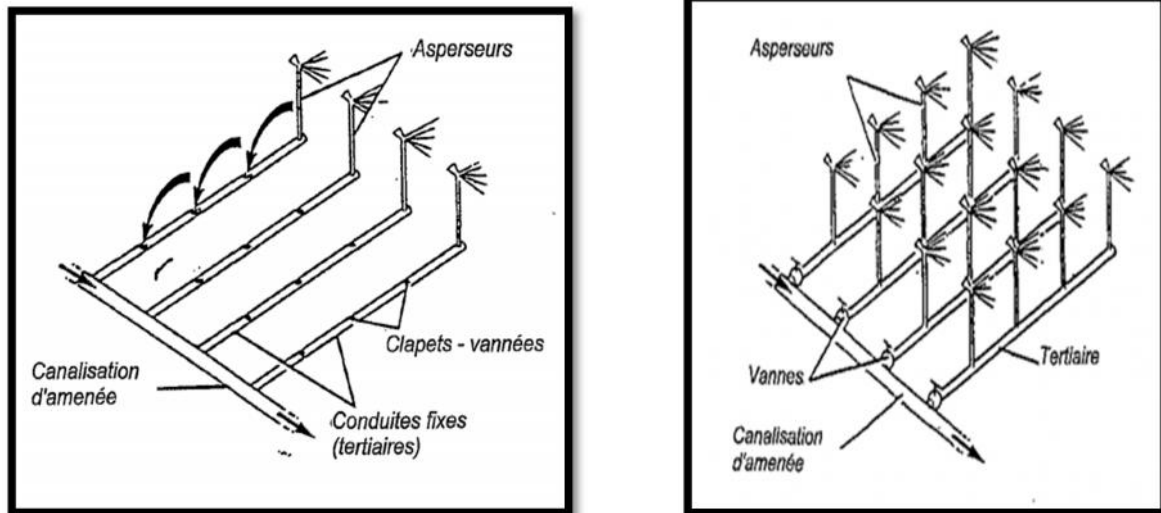


Figure II.9 : Aspersion permanentes.

II.3.1.4. Les installations temporaires :

sont des systèmes mobiles ou semi-mobiles ayant la particularité d'avoir assez de canalisations pour pouvoir être montés au moment de la plantation et laissés en place jusqu'à la dernière irrigation avant la récolte.

II.3.2. Aspersion mécanisée

II.3.2.1. Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale :

Sont des installations utilisées essentiellement dans les grandes exploitations. Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supportée à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central, une série de tours munies de roues et un moteur électrique (ou hydraulique). La conduite peut mesurer de 100 à 500 m, pouvant irriguer jusqu'à 75 ha. L'ensemble permet d'irriguer une surface circulaire, mais nécessite un capital d'investissement élevé. Les débits sont de l'ordre de 250 à 850 m³/h pour une pression de 6 bars.

II.3.2.2. Le système de rampe frontale :

Diffère de la rampe pivotante par le fait que toutes les tours sont mobiles et le déplacement se fait latéralement. L'alimentation en eau se fait soit par un fossé creusé au milieu ou au bord du champ, soit par un tuyau flexible. Il nécessite un investissement aussi important sinon supérieur à celui du système à rampe pivotante. La consommation énergétique de ces deux systèmes est élevée.

- D'autres types de rampes peuvent très bien convenir à l'irrigation de cultures ayant une

hauteur relativement faible, tels que les céréales; ce sont les rampes ou les ailes tournantes.

- Les autres types d'installations sont l'aile traînée ou remorquée, bras tournant ou arroseur géant, et le canon automoteur (machine automotrice d'irrigation à tuyau flexible: enrouleurs).

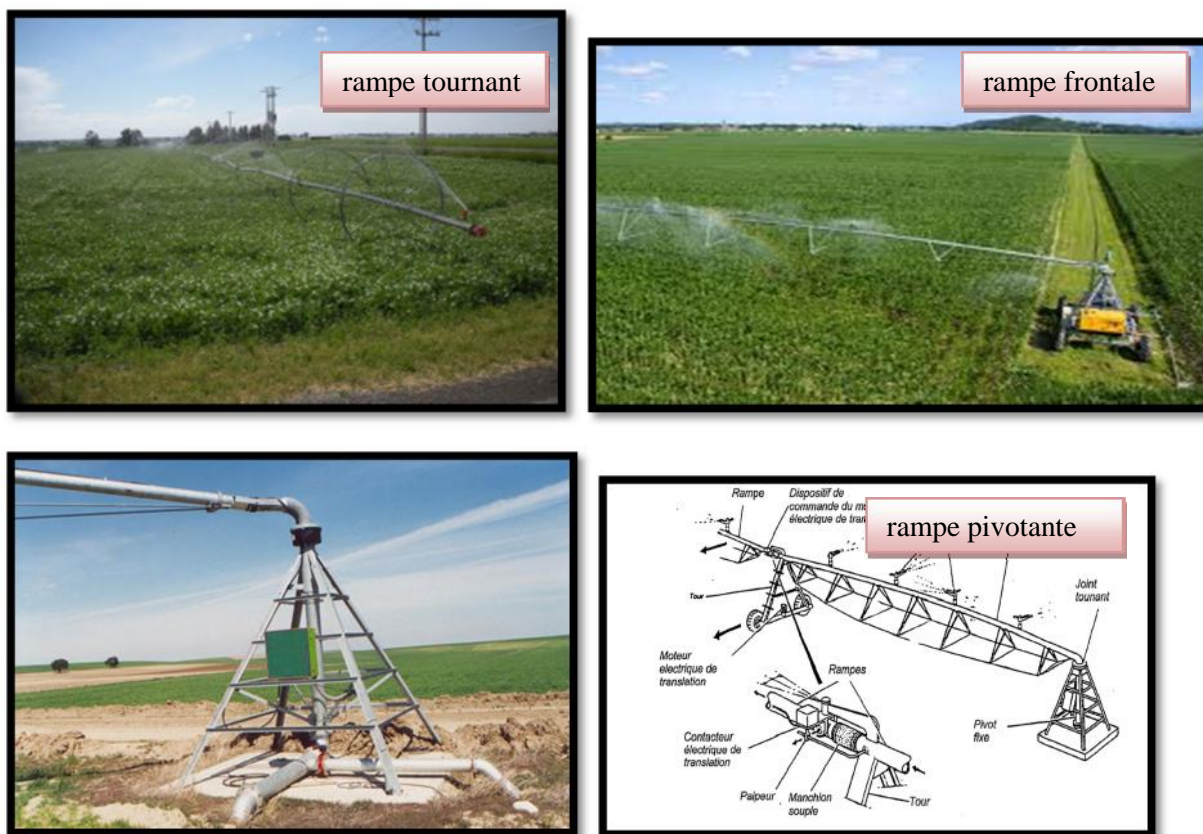


Figure II.10 : rampe.

II.3.2.3.L'enrouleur :

Est constitué d'une bobine mue par un bande, sans intervention. Au cours de l'arrosage, la moteur hydraulique, sur laquelle s'enroule un tuyau vitesse d'enroulement est réglée automatiquement flexible en polyéthylène. L'enroulement du tuyau de façon à apporter la dose d'eau choisie. En fin de provoque le déplacement d'un canon d'arrosage monté parcourt l'enroulement s'arrête automatiquement et sur un chariot à roues fixé à l'extrémité du tuyau l'ensemble est déplacé au moyen d'un tracteur pour (Fig. 14). L'enrouleur effectue ainsi un arrosage en arroser la bande suivante.

L'enrouleur est le dispositif le plus utilisé en France pour arroser les grandes cultures annuelles. Il présente l'avantage d'une grande souplesse d'utilisation, pouvant être aisément déplacé d'unseo le à l'autre. Il présente l'inconvénient du canon à savoir que la sensibilité au vent qui peut entrainer un arrosage très hétérogène. On peut y palier en remplit le canon par une rampe d'asperseurs montée sur roue. Le

dispositif, beaucoup plus encombrant, perd alors de sa souplesse. Exigeant une pression de fonctionnement élevée (7 à 8 bars), l'enrouleur consomme beaucoup d'énergie.

type d'équipement	Temps de travaux (h/ha)		
	installation - enlèvement (1)	à chaque irrigation	pour 5 irrigation/an
rampes mobiles	0h30 1h15	2 h	10h
couverture totale	3 à 4 h	0 h 50	4 h 10
couverture intégrale:	6 à 7 h 30		
-à commande manuelle		0 h 10	0 h 50
-automatique		p.m.	p.m.
enrouleur	0 h 30 à 1 h 15	0 h 45	3 h 45
pivot	p.m.		p.m.

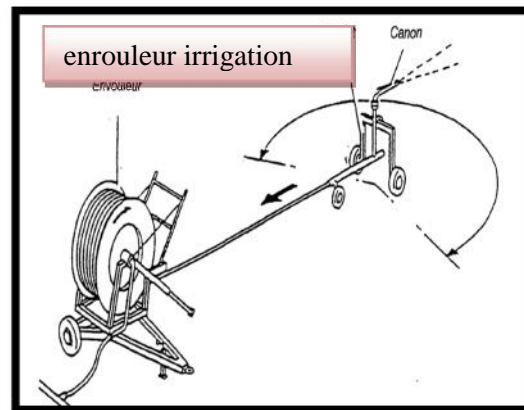


Figure II.11: L'enrouleur.

II.4. Choix de la technique d'irrigation convenable :

Le choix de la technique la plus convenable repose sur l'analyse d'un ensemble de critères et contraintes à savoir:

- la topographie (pente de terrain, relief géométrie de la parcelle...etc.)
- la ressource en eau (quantité, qualité, débit et pression disponible).
- la nature des cultures.
- la nature du sol (perméabilité).
- les facteurs socioculturels.
- les facteurs économiques.
- la rentabilité de l'opération.

II.5. Mode d'arrosage:

Le mode d'arrosage qui nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée (micro-irrigation ou goutte à goutte.).

II.5.1. Définition

Sur le plan international différents termes sont utilisés pour désigner cette technique d'irrigation:

- micro-irrigation : terme choisi par la CIID (Téhéran 1976) en référence aux débits utilisés qui, contrairement aux deux autres techniques plus anciennes, aspersion et irrigation de surface, sont très faibles.
- irrigation goutte à goutte : terme utilisé par certains auteurs en référence à l'utilisation d'un type particulier de distributeur: le goutteur.
- irrigation localisée: terme choisi par l'Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, OAA, 1976) en raison des apports d'eau effectués au voisinage immédiat des plantes. C'est ce terme que nous utiliserons par la suite.

L'irrigation localisée couvre en principe l'ensemble des techniques qui entraînent l'humidification d'une partie seulement du sol, mais ce terme s'applique plus particulièrement à celle qui n'apporte qu'au pied des plantes, dans la zone racinaire ; leurs caractéristiques essentielles sont des apports à faibles débits et petites doses fréquentes (système goutte à goutte, Bas-Rhône, par mini diffuseurs) et faibles doses d'engrais localisés dans la zone racinaire des cultures, au moyen d'organes de distribution (ou distributeurs) tels que; goutteur, ajutages, tuyaux poreuxetc. qu'ils soient placés au-dessus ou en dessous de la surface du sol. Parmi leurs caractéristiques est que l'installation à la parcelle est entièrement fixe; ce mode d'arrosage est bien adapté aux cultures pérennes cultivées en ligne, et en particulier toutes les cultures fruitières

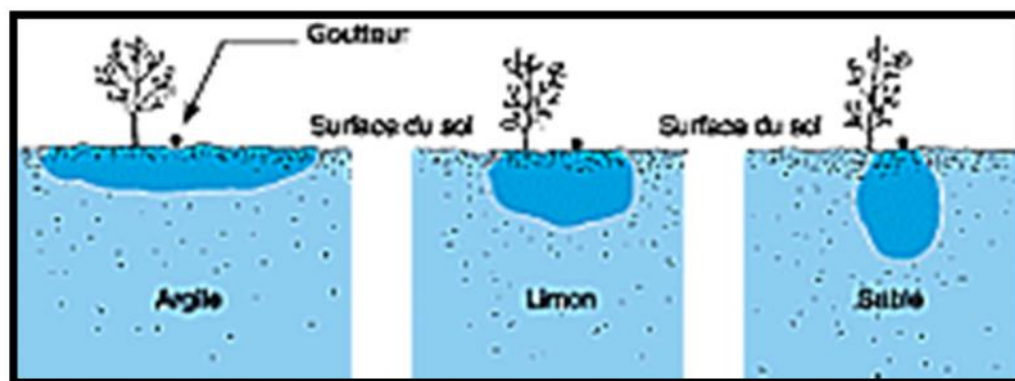


Figure II.12 : Zone humidifiée par le goutteur.

II.5.2. Avantages :

- Economie d'eau : l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines restent élevée.
- Réduction des adventices (mauvaises herbes).
- Economie d'énergie : faible pression pour les goutteurs.
- Control de la fertilisation : dosage régulier en engrais.
- Possibilité d'automatisation.
- Installation fixe sur le terrain, donc très faible besoin de main d'œuvre.
 - Meilleur utilisation des sols difficiles : les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion ; et les sols très légers ne peuvent être irrigué avec les techniques d'irrigations de surface.
 - Exploitation plus facile : ne gêne en rien les autres opérations culturales "traitement, récolte".
- Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages : les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.
 - La non sensibilité aux vents forts.

II.5.3. Inconvénients

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : étude préliminaire agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigation.
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.
- Le développement racinaire des cultures est limité : les racines se concentrent dans la zone humidifiée.
- Contrôle difficile des goutteurs.



Conclusion :

En tenant compte des conditions climatique de la région d'étude et de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible, on peut choisi la technique d'irrigation goutte à goutte, ce technique présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface

CHAPITRE III :

Etude Hydrologique



Introduction :

Le but principal de l'étude hydrologique c'est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donnée qui nous a conduit à calculer les besoins en eau des cultures implantées.

Le périmètre est situé dans une zone assez bien pourvue en stations pluviométriques qui fonctionnaient pendant de longues périodes ; cependant l'étude hydrologique ne concerne que la station la plus proche du périmètre.

III.1. Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement :

L'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'irrigation. Pour cela, une série pluviométrique comportant les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible. Mais à cause du manque des données on travaille par analogie, alors on prend comme base de calcul la série pluviométrique de la station, sur une période de fonctionnement de 1975 à 2011 qui a été fournie par l'A.N.R.H de Constantine.

Tableau. III.1: Caractéristiques de station pluviométrique (station el Kouif).

Nom de la station	Code station	Coordonnées en Lambert		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
		X (Km)	Y (Km)			
EL KOUIF-ain el bey	120504	1009,700	259,150	1100	1975 à 2011	36

Source: l'A.N.R.H DE CONSTANTANTINE

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières de 36 années.



Regard Tableau N° I -1 série pluviométrique station d'El Kouif (1975-2011)).

D'après les résultats du tableau pendant la période 1975 – 2011, on a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

III.2. L'homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de **Wilcoxon**, la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous série : **x** et **y** tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement $N_1 > N_2$.
- On constitue par la suite, la série **x** union **y** après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.
- **Wilcoxon** a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée avec :

$$W_{\min} < W_x < W_{\max} \dots\dots\dots(\text{III.1})$$

$$W_x = |Rang|_x$$

W_x : Somme des rangs de sous séries

$$W_{\min} = \left[\left(\frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0,5} \right]$$

$$W_{\max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] \dots\dots\dots(\text{III.2})$$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité pour la station d'EL KOUIF



Tableau III.3 : Test d'homogénéité de la station de EL KOUIF.

Série	Série	Série	Tri	Y U X
336,9	336,9	339,9	90,7	y
452,9	452,9	196,2	158,3	x
256,6	256,6	165,4	165,4	y
303,2	303,2	337,7	183	y
292,4	292,4	191,6	183,8	y
359,9	359,9	229,6	191,6	y
248,9	248,9	305,2	196,2	y
307,9	307,9	183	212,1	y
272	272	90,7	229,6	y
334,6	334,6	313,8	244,5	x
301,9	301,9	183,8	248,9	x
286,5	286,5	588,3	253,4	x
276,8	276,8	468,6	256,6	x
244,5	244,5	327,8	272	x
158,3	158,3	273	273	y
393,5	393,58	302,1	276,8	x
253,4	253,4	372,9	286,5	x
339,9		212,1	292,4	x
196,2		292,9	292,9	y
165,4			301,9	x
337,7			302,1	y
191,6			303,2	x
229,6			305,2	y
305,2			307,9	x
183			313,8	y
90,7			327,8	y
313,8			334,6	x
183,8			336,9	x
588,3			337,7	y
468,6			339,9	y
327,8			359,9	x
273			372,9	y
302,1			393,58	x
372,9			452,9	x
212,1			468,6	y
292,9			588,3	y

$N=17$ $M=19$

$W_x = 332$

$W_{\min} = 252,65$; $W_{\max} = 376,35$

$252,65 < W_x < 376,35$



La condition de **Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la station de **Galton** est homogène.

III.3. Etude de l'échantillon :

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Gumbel.
- Loi de Galton ou log- Normale.

III.4. Choix du type de la loi :

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité a permis de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5. (TOUIBIA 2004). [2]

III.5. Ajustement de la série pluviométrique :

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log-Normale.

III.5.1. Ajustement à la loi normale (gauss) :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \int_{-\infty}^{\tilde{}} \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x^2}\right) du \dots\dots\dots(\text{III.3})$$



- U est variable réduite de gauss. Elle est donnée par :

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \dots\dots\dots(III.4)$$

La transformation $X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne :

Avec :

- $X_{P\%}$: précipitation de probabilité P%.
- $U_{P\%}$: variable réduite de Gauss.
- \bar{X} : Moyenne arithmétique.
- δ : Écart type.

Ou :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - m}{\sigma} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(III.5)$$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel Hydrolab ; Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de EL KOUIF sont regroupés dans le tableau III.4 et la figure III.1 suivantes :



Tableau III.4 : Ajustement à la loi normale(gauss) .

					Ajustement à une loi de Gauss		%	U	
		Moyenne	291,242702			Taille n=	37	I.C.	à 80
		Ecart-	93,2918683			Nb au départ	(37)	U Gauss=	1,282
Observation classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimental	Variabl réduite	Valeur expérimental	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	
Obs.26	90,7	1	0,0135	-2,211	90,7	84,9625113	42,9732032	117,587517	
Obs.15	158,3	2	0,0405	-1,744	158,3	128,499932	92,8861991	156,72579	
Obs.20	165,4	3	0,0676	-1,494	165,4	151,850199	119,444079	177,928454	
Obs.25	183	4	0,0946	-1,313	183	168,752207	138,542812	193,401020	
Obs.28	183,8	5	0,1216	-1,167	183,8	182,378686	153,846703	205,968675	
Obs.22	191,6	6	0,1486	-1,042	191,6	194,009556	166,831958	216,773157	
Obs.19	196,2	7	0,1757	-0,932	196,2	204,297357	178,250096	226,397646	
Obs.35	212,1	8	0,2027	-0,832	212,1	213,623283	188,539365	235,183588	
Obs.23	229,6	9	0,2297	-0,740	229,6	222,231235	197,979544	243,350079	
Obs.14	244,5	10	0,2568	-0,653	244,5	230,287978	206,761375	251,047477	
Obs.7	248,9	11	0,2838	-0,572	248,9	237,91357	215,021665	258,384543	
Obs.17	253,4	12	0,3108	-0,494	253,4	245,198184	222,862673	265,443457	
Obs.3	256,6	13	0,3378	-0,418	256,6	252,212063	230,363576	272,288714	
Obs.9	272	14	0,3649	-0,345	272	259,011754	237,587636	278,972715	
Obs.32	273	15	0,3919	-0,274	273	265,644208	244,586900	285,539445	
Obs.13	276,8	16	0,4189	-0,205	276,8	272,149596	251,405415	292,027026	
Obs.12	286,5	17	0,4459	-0,136	286,5	278,563341	258,081526	298,469564	
Obs.5	292,4	18	0,4730	-0,068	292,4	284,917643	264,649584	304,898569	
Obs.36	292,9	19	0,5000	0,000	292,9	291,242702	271,141297	311,344108	
Obs.11	301,9	20	0,5270	0,068	301,9	297,567762	277,586836	317,835820	
Obs.33	302,1	21	0,5541	0,136	302,1	303,922064	284,015841	324,403879	
Obs.4	303,2	22	0,5811	0,205	303,2	310,335808	290,458379	331,079989	
Obs.24	305,2	23	0,6081	0,274	305,2	316,841197	296,945959	337,898504	
Obs.8	307,9	24	0,6351	0,345	307,9	323,473650	303,512689	344,897768	
Obs.27	313,8	25	0,6622	0,418	313,8	330,273341	310,196690	352,121828	
Obs.37	321,1	26	0,6892	0,494	321,1	337,287221	317,041948	359,622732	
Obs.31	327,8	27	0,7162	0,572	327,8	344,571835	324,100861	367,46374	
Obs.10	334,6	28	0,7432	0,653	334,6	352,197427	331,437927	375,724029	
Obs.1	336,9	29	0,7703	0,740	336,9	360,25417	339,135325	384,505860	
Obs.21	337,7	30	0,7973	0,832	337,7	368,862122	347,301817	393,946040	
Obs.18	339,9	31	0,8243	0,932	339,9	378,188047	356,087759	404,235309	
Obs.6	359,9	32	0,8514	1,042	359,9	388,475848	365,712248	415,653447	
Obs.34	372,9	33	0,8784	1,167	372,9	400,106719	376,516730	428,638702	
Obs.16	393,58	34	0,9054	1,313	393,58	413,733197	389,084384	443,942592	
Obs.2	452,9	35	0,9324	1,494	452,9	430,635205	404,556951	463,041326	



Obs.30	468,6	36	0,9595	1,744	468,6	453,985473	425,759615	489,599206
Obs.29	588,3	37	0,9865	2,211	588,3	497,522894	464,897887	539,512202

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,842	369,75912	348,1495794	394,9329941	369,75912	0,800	5,0
0,5	0,000	291,2427027	271,1412971	311,3441083	291,2427027	0,800	5,0
0,2	-0,842	212,7262854	187,5524113	234,335826	212,7262854	0,800	5,0

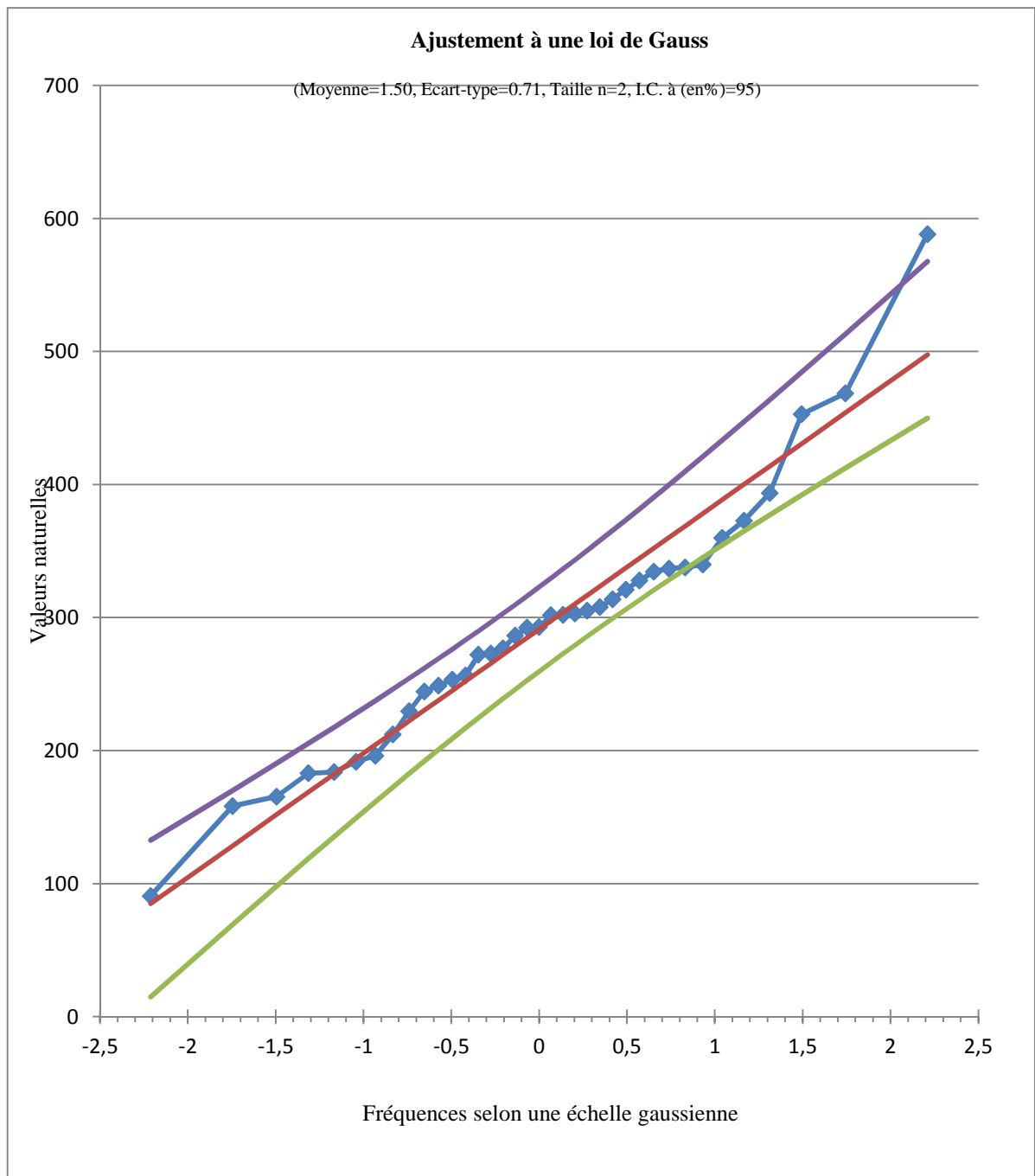


Fig. III .1 : Ajustement à une loi normale



III.5.2. Ajustement à la loi log normale (GALTON) :

Les résultats de l’ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station EL KOUIF sont regroupés dans le tableau III.5 et la figure III.2 suivante :

Tableau III.5 : Ajustement a la loi log-Normale.

Ajustement à une loi de Galton								
	Moyenne	de 5,62	Seuil xo=	0	Taille n=	37	% I.C.	U 0,231
	Ecart-type	de 0,34			Nb au départ	(36)	U Gauss=	à 80 1,282
Observation classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimental	Variable réduite	Valeur expérimental	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
Obs.26	90,7	1	0,0135	-2,211	90,7	129,7588	111,257221	146,23336
Obs.15	158,3	2	0,0405	-1,744	158,3	152,1980	133,580909	168,77926
Obs.20	165,4	3	0,0676	-1,494	165,4	165,7912	147,231398	182,41245
Obs.25	183	4	0,0946	-1,313	183	176,3819	157,902237	193,05131
Obs.28	183,8	5	0,1216	-1,167	183,8	185,4108	167,008350	202,14781
Obs.22	191,6	6	0,1486	-1,042	191,6	193,4821	175,145477	210,31003
Obs.19	196,2	7	0,1757	-0,932	196,2	200,9138	182,627527	217,85796
Obs.35	212,1	8	0,2027	-0,832	212,1	207,8970	189,643261	224,98454
Obs.23	229,6	9	0,2297	-0,740	229,6	214,5577	196,316866	231,81755
Obs.14	244,5	10	0,2568	-0,653	244,5	220,9852	202,735740	238,44795
Obs.7	248,9	11	0,2838	-0,572	248,9	227,2460	208,964831	244,94441
Obs.17	253,4	12	0,3108	-0,494	253,4	233,3924	215,054715	251,36159
Obs.3	256,6	13	0,3378	-0,418	256,6	239,4674	221,046477	257,74506
Obs.9	272	14	0,3649	-0,345	272	245,5079	226,974854	264,13456
Obs.32	273	15	0,3919	-0,274	273	251,5465	232,870363	270,56617
Obs.13	276,8	16	0,4189	-0,205	276,8	257,6137	238,760845	277,07404
Obs.12	286,5	17	0,4459	-0,136	286,5	263,7387	244,672644	283,69162
Obs.5	292,4	18	0,4730	-0,068	292,4	269,9505	250,631587	290,45285
Obs.36	292,9	19	0,5000	0,000	292,9	276,2790	256,663858	297,39324
Obs.11	301,9	20	0,5270	0,068	301,9	282,7558	262,796856	304,55099
Obs.33	302,1	21	0,5541	0,136	302,1	289,4156	269,060104	311,96825
Obs.4	303,2	22	0,5811	0,205	303,2	296,2966	275,486283	319,69269
Obs.24	305,2	23	0,6081	0,274	305,2	303,4432	282,112493	327,77935
Obs.8	307,9	24	0,6351	0,345	307,9	310,9068	288,981867	336,29319
Obs.27	313,8	25	0,6622	0,418	313,8	318,7493	296,145717	345,31243
Obs.37	321,1	26	0,6892	0,494	321,1	327,0461	303,666506	354,93338
Obs.31	327,8	27	0,7162	0,572	327,8	335,8918	311,622119	365,27724
Obs.10	334,6	28	0,7432	0,653	334,6	345,4080	320,112200	376,50045
Obs.1	336,9	29	0,7703	0,740	336,9	355,7554	329,267978	388,8107
Obs.21	337,7	30	0,7973	0,832	337,7	367,1534	339,268188	402,49306
Obs.18	339,9	31	0,8243	0,932	339,9	379,9146	350,366346	417,95505
Obs.6	359,9	32	0,8514	1,042	359,9	394,5071	362,940836	435,80970



Obs.34	372,9	33	0,8784	1,167	372,9	411,6808	377,59546	457,04360
Obs.16	393,58	34	0,9054	1,313	393,58	432,7545	395,387616	483,40099
Obs.2	452,9	35	0,9324	1,494	452,9	460,3988	418,447854	518,43628
Obs.30	468,6	36	0,9595	1,744	468,6	501,5181	452,248090	571,41472
Obs.29	588,3	37	0,9865	2,211	588,3	588,2456	521,974572	686,06870
Fréq. théo	U de Gauss	Valeur	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.	
0,8	0,842	368,36196	340,323553	403,951049	368,3619	0,800	5,0	
0,5	0,000	276,27902	256,663858	297,393247	276,2790	0,800	5,0	
0,2	-0,842	207,21492	188,958782	224,286851	207,2149	0,800	5,0	

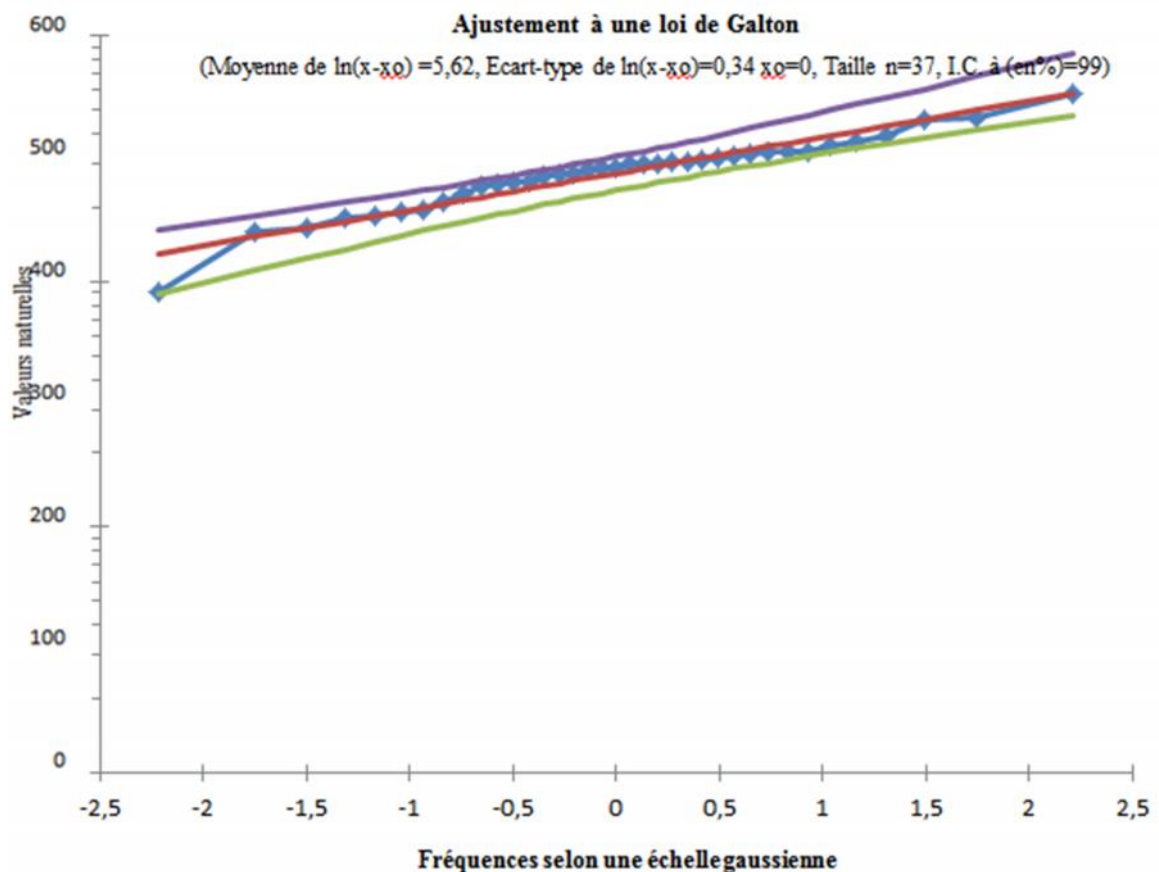


Figure III.2 : Ajustement a la loi de log-normale.

III.6. Détermination de l'année de calcul :

La loi **log Normale** est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région, l'estimation sera pour l'année sèche de fréquence 80 %.

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

On utilise la loi suivante :



$$P_{\text{moy}80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} \dots\dots\dots(\text{III.4})}$$

$$P_{\text{théorique 80 \% annuelle}} = 207,21 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique 50 \% annuelle}} = 276,28 \text{ mm} .$$

Tableau. III.6 : Précipitations mensuelles moyennes à la station de el KOUIF (Période : 1975 – 2011) .

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT
Pmoy (mm)	38,78	25,54	33,6	25,65	24,66	19,71	27,51	27,31	29,55	21,38	7,98	17,65	299,3

Source : l’A.N.R.H DE CONSTANTANTINE (Période : 1975 – 2011)

L’année de calcul est calculée par la formule suivante :

$$P_{\text{menseille}80\%} = P_{\text{menseille moy}} * \frac{P_{80.}}{P_{50.}} \dots\dots\dots(\text{III.5})$$

D’après l’Ajustement à la loi de **GALTON** on a trouvé:

$$P_{80\%} = 207,21 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 276,28 \text{ mm}$$

Donc le rapport ($P_{80\%}/ P_{50\%}$) = 0,75

Tableau III.7: représentation de l'année de calcul.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT
Pmoy (mm)	29,08	19,15	25,2	19,24	18,5	14,8	20,64	20,5	22,17	16,04	6	13,24	224,48

CONCLUSION :

Au cours de ce chapitre, de dégager les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Quant à l’ajustement des séries de pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Wilcoxon a montré un ajustement à considérer avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).



Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, on constate que la loi de Galton, adoptée dans notre projet.

Les calculs manuels des expressions statistiques nécessitent plus temps, mais avec l'outil informatique, on parvient aisément aux résultats escomptés. et l'utilisation des logiciels tel que Hydrolab nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

CHAPITRE IV :
Evaluation des
besoins des cultures



Introduction :

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

Notre périmètre est composé de 3 parcelles alimentées par chambre de vannes, leurs caractéristiques sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau IV.1 : données des périmètres

CULTURE	PARCELLE 1 : OLIVIER	PARCELLE 2 : AGRUMES	PARCELLE 3 : ABRICOTIER
Espacement entre arbres	5m	5m	5m
Espacement entre rangs	5m	5m	5m
Surface de périmètre	30 ha	30 ha	40 ha

IV.1. Besoin en eau du périmètre :

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

IV-1-1 L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes.....)

On distingue :



IV-2-1-1 L'évapotranspiration de référence :(ET₀ ou ET_P)

Cette l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximal de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

IV-2-1-2 L'évapotranspiration réelle :(ETR)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. Il est donné par suivant :

$$ETP_{CULTURE} = ET_0 * K_C \dots \dots \dots (IV.1)$$

Avec :

K_C : le coefficient cultural qui dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatique qui y règnent.

IV-2-2 Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET₀ ou ETP)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi les quelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe)
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi les quelle

- Formule de Blaney-Criddle
- Formule de Turc
- Formule d'Ivanov. (URSS)
- Formule de Penman

Permis ces formule on site les suivants :



a) Formule de Blaney-Criddle :

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP = (0,457T + 8,13) * K * P \dots\dots\dots(IV.2)$$

Avec :

- ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)
- P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.
- K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique
- T : Température moyenne mensuelle en (°c)

b) Formule de turc (France1960) :

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \dots\dots\dots(IV.3)$$

Avec :

- T : Température moyenne de la période considéré, en (°c)
- Ig : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm2/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février. Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression suivant :

$$ETP \approx 0,40 \hat{I} (I_g < 50) \hat{I} \frac{T}{T < 15} \hat{I} 1 < \frac{50 > H_r}{70} \dots\dots\dots(IV.4)$$

Avec

- T : Température moyenne de la période considéré en (°c)
- Hr : L'humidité de l'air en %
- Ig : Radiation globale en (cal/cm2/jour)

Tel que :

$$I_g \approx I_{gA} \hat{I} 0,80 < 0,62 \hat{I} \frac{h}{H} \dots\dots\dots(IV.5)$$



Avec :

- $I_g A$: Radiation maximale théorique
- H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)
- h : Durée d'insolation en (heure/mois)

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; **CROPWAT** version **8**, qui permet au passage, de l'évaporation à l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman & Monteith** (ou Penman modifiée).

c) Méthode de Penman & Monteith

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$E_{T_0} = \frac{C}{1 + W} \left[\frac{R_n}{\rho} - \frac{W}{\rho} (e_a - e_d) \right] F(u) \quad \text{.....(IV.6)}$$

Où

- E_{T_0} : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jou
- W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.
- R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour
- $F(u)$: Fonction liée au vent.
- e_a : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar
- e_d : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.
- La différence $(e_a - e_d)$ constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**, tenue à **Rome** en **Mai 1990**.



Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiable suivantes : (Chapitre1)

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°C).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau n°VI-2 nous représentons l'évapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith).

Tableau IV.2: Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman & Monteith

ET ₀ Penman-Monteith par mois - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\11.PEM							
Pays		Tébessa		Station		kouife	
Altitude	885	m.	Latitude	35.50	°N	Longitude	8.33
Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET ₀
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	1.7	10.6	76	147	5.5	9.5	1.13
Février	2.8	12.2	70	190	6.1	12.2	1.71
Mars	4.4	16.1	61	156	6.8	15.8	2.54
Avril	7.2	20.5	53	156	7.5	19.3	3.62
Mai	11.7	25.0	59	156	8.0	21.5	4.34
Juin	16.1	31.1	50	147	9.5	24.1	5.57
Juillet	18.9	35.0	45	156	10.2	24.8	6.39
Août	18.3	33.9	43	123	9.7	22.8	5.63
Septembre	16.1	29.4	57	138	8.2	18.4	4.35
Octobre	11.1	21.7	62	147	6.5	13.4	2.82
Novembre	6.7	16.1	75	147	5.9	10.3	1.63
Décembre	2.8	11.7	79	173	5.5	8.8	1.14
Moyenne	9.8	21.9	61	153	7.5	16.8	3.40

IV-3 Traitement des données pluviométriques :

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations



IV -3-1 Précipitation moyenne mensuelle :

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométrique, la pluviométrie mensuelle moyenne

IV -3-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul)

La quantité de précipitations sur la quelle on peut compter quatre années sur cinq, correspond à une probabilité de 80% et représente une année « Normale » Sèche, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

Tableau IV.3: précipitation mensuelles de l'année de projet.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT
Pmoy (mm)	29,08	19,15	25,2	19,24	18,5	14,8	20,64	20,5	22,17	16,04	6	13,24	224,48

IV -4 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT nous permettra de calculer la précipitation efficace, 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 ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles $P_{80\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau IV.4 : Précipitation efficaces dans la zone de projet.

Précipitations par mois - untitled

Station Méthode Précipitations eff.

	Pluie	Pluie eff.
	mm	mm
Janvier	29.1	23.3
Février	19.1	15.3
Mars	25.2	20.2
Avril	19.2	15.4
Mai	18.5	14.8
Juin	14.8	11.8
Juillet	20.6	16.5
Août	20.5	16.4
Septembre	22.2	17.7
Octobre	16.0	12.8
Novembre	6.0	4.8
Décembre	13.2	10.6
Total	224.5	179.6

IV.4.1. Dose d'irrigation de l'olivier :

Tableau IV.5: dose d'irrigation d'olivier.

Olivier						
Mois	Pluie eff	ET0	Kc	ET0*kc	RFu	besoin
Septembre	17,7	130,5	0,75	97,875	16,4	63,775
Octobre	12,8	84,6	0,75	63,45	29,2	21,45
Novembre	4,8	48,9	0,75	36,675	34	-2,125
Décembre	10,6	34,2	0,68	23,256	44,6	-31,944
Janvier	23,3	33,9	0,6	20,34	67,9	-70,86
Février	15,3	51,3	0,6	30,78	83,2	-67,72
Mars	20,2	76,2	0,6	45,72	103,4	-77,88
Avril	15,4	108,6	0,6	65,16	118,8	-69,04
Mai	14,8	130,2	0,7	91,14	120	-43,66
Juin	11,8	167,1	0,7	116,97	0	105,17
Juillet	16,5	191,7	0,75	143,775	0	127,275
Août	16,4	168,9	0,75	126,675	0	110,275



Tableau IV.6: dose d'irrigation d'Abricotier.

Abricotier						
Mois	Pluie eff	ET0	Kc	ET0*kc	RFu	Besoin
Septembre	17,7	130,5	0,82	107,01	16,4	72,91
Octobre	12,8	84,6	0,9	76,14	34,1	29,24
Novembre	4,8	48,9	0,86	42,054	46,9	-9,646
Décembre	10,6	34,2	0,65	22,23	57,6	-45,97
Janvier	23,3	33,9	0,55	18,645	80,8	-85,455
Février	15,3	51,3	0,55	28,215	116,3	-103,385
Mars	20,2	76,2	0,55	41,91	120	-98,29
Avril	15,4	108,6	0,7	76,02	120	-59,38
Mai	14,8	130,2	0,7	91,14	120	-43,66
Juin	11,8	167,1	0,7	116,97	0	105,17
Juillet	16,5	191,7	0,7	134,19	0	117,69
Août	16,4	168,9	0,82	138,498	0	122,098

Tableau IV.7: dose d'irrigation d'agrumes.

Les agrumes						
Mois	Pluie eff	ET0	Kc	ET0*kc	RFu	Besoin
Septembre	17,7	130,5	0,68	88,74	16,4	54,64
Octobre	12,8	84,6	0,68	57,528	29,2	15,528
Novembre	4,8	48,9	0,68	33,252	34	-5,548
Décembre	10,6	34,2	0,7	23,94	44,6	-31,26
Janvier	23,3	33,9	0,7	23,73	67,9	-67,47
Février	15,3	51,3	0,7	35,91	83,2	-62,59
Mars	20,2	76,2	0,7	53,34	103,4	-70,26
Avril	15,4	108,6	0,7	76,02	118,8	-58,18
Mai	14,8	130,2	0,7	91,14	120	-43,66
Juin	11,8	167,1	0,7	116,97	0	105,17
Juillet	16,5	191,7	0,7	134,19	0	117,69
Août	16,4	168,9	0,7	118,23	0	101,83

IV.4.2. Besoins totaux nets en eau d'irrigation :

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés dans le tableau suivant :



Tableau IV.8: Besoin en eau d’irrigation des cultures de la plaine d’Ain el bey

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Olivier	70,86	67,72	77,88	69,04	43,66	0	0	0	0	0	2,125	31,944
Abricotier	85,455	85,455	98,29	59,38	43,66	0	0	0	0	0	9,646	45,97
Agrume	67,47	62,59	70,26	58,18	43,66	0	0	0	0	0	5,548	31,26
Totale	223,785	206,38	246,43	186,6	130,98	0	0	0	0	0	17,319	109,174

IV.5. Occupation du sol

Tableau IV.9: Occupation du sol

Culture	Surface (m2)
Olivier	30
Abricotier	40
Agrume	30

IV.6. Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique) :

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \times S \dots\dots\dots(IV.7)$$

D’où :

q_s : débit spécifique du mois de pointe en (l/s/ha).

S : la superficie totales à irriguer = 100ha.

Le mois de pointe est le mois de Mars et les besoins de pointe sont de : **246,43mm**.

Le débit spécifique **q_s** est très important (le réseau soit surdimensionné) :

$q_s = 1.75 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c’est l’olivier en au mois de Décembre (**Bnet=109.174mm**.)

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

$$Q_s = \frac{B_{point} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600} \dots\dots\dots(IV.8)$$

Avec :

- **B pointes** : Besoins de pointe (mm/mois).
- **q_s** : Débit spécifique (l/s/ha).
- **K** : Coefficient d’efficience globale du système d’irrigation (k=0,75).



- N_h : nombre des heures d'irrigation = 20 h.

- n_j : nombre de jours par mois = 26 jours.

➔ Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 0,78$ l/s/ha. Il est inférieur à 1,5 l/s/ha, Donc le choix reste valable.

$$q_s = 0,78 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{\text{car}} = q_s \times s \quad \Rightarrow \quad 0,78 \times 100 = 78 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow Q_{\text{car}} = 0,078 \text{ m}^3/\text{s} = 6739,2 \text{ m}^3/\text{j}$$

D'après le tableau VI.8, le mois de pointe est le mois de Décembre avec une valeur :

$$B_p = 109.174 \text{ mm/mois.}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre on a abordé l'estimation des besoins en eau des différentes cultures et cela bien évidemment après une analyse fréquentielle des précipitations mensuelles ainsi que nous avons calculé le débit spécifique pour toute la superficie étudiée.

CHAPITRE V :
Dimensionnement Du
réseau D'irrigation



Introduction :

Les réseaux de distribution sous pression se présentent sous deux formes : maillés ou ramifiés. Les premiers sont coûteux, or ils présentent une meilleure exploitation, surtout lors des réparations qui ne cause pas de rupture d'eau qu'au tronçon lui-même, système peut être rentable en AEP ; par contre dans les réseaux ramifiés la rupture d'eau peut durer de un à trois jours pour toute la branche avale, ce qui est peut être toléré en irrigation. Aussi, La conception des réseaux modernes est une exigence des études technico-économiques.

En fonction du parcellaire, on détermine la position des bornes (le plan de bornage) et à chaque borne est associée une surface brute permettant de définir le débit qu'il lui faut. Suivant le nombre de parcelles de l'îlot on fixe le nombre de prises d'eau.

La détermination du tracé peut se faire de manière pragmatique, c'est à dire, suivant les limites des parcelles, les chemins ou les routes et après étude de l'ensemble, sans négliger le coté économique (choisir le tracé le plus court), on aboutit au tracé d'un dispositif de réseau ramifié défini par l'ensemble des tronçons. Chaque tronçon est l'élément du réseau réunissant deux nœuds consécutifs. Un nœud est caractérisé par une borne ou une conjonction.

La description du réseau doit respecter quelques règles :

- Deux nœuds ne peuvent porter le même nom (ou numéro).
- Un tronçon ne peut avoir plus de deux successeurs (branches).
- On ne doit introduire qu'un seul tronçon de tête.
- Un nœud (borne) ne peut porter plus de quatre prises.

V.1 Données générales de la parcelle :

- Surface totale a irriguée $S(t) = 11,4$ ha
- Pour les oliviers
- Espacement entre oliviers est de 5m
- Espacement entre oliviers rang est de 5m
- Débit nominal 2×4 l/h
- Pression nominale 10 mce
- Espacement des goutteurs 1m



V.2 Calcul des caractéristiques du réseau

V.2.1 Les besoins journaliers

$$\text{Besoins en eau journaliers} = \frac{\text{Besoins du mois de pointe}}{\text{Nbre de jours du mois}} \dots\dots\dots(V.1)$$

Les besoins journaliers sont les besoins du « mois de Décembre » : **109.174** mm.

Les besoin journaliers :

$$\beta_j = \frac{109,174}{31} = 3,53 \text{ mm/jour}$$

Les besoins journalier en eau en tenant compte la réduction K_r :

$$\beta_{j \text{ loc}} = \beta_j [C_s + 0.5(1 - C_s)] \dots\dots\dots(V.2)$$

$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$; Formule Garzoli

$$B_{jl} = \beta_j * K_r$$

Avec :

- β_j : Besoins journalière de l'irrigation,
- C_s : Couverture du sol dépend du type de culture, et stade physiologique de la culture.

Représente la fraction de la surface du sol réellement couverte par le feuillage des plantes en projection verticale.

$$K_r = 0,5 + 0,5(1 - 0,5) = 0,75$$

$$B_{jl} = 7,37 * 0,75 = 5,53 \text{ mm/j.}$$

V.2.2 La dose pratique :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * \frac{P}{100}$$

D_p : Dose nette pratique mm

H_{cc} : Capacité au champ (humidité) %

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement %

Y : Degré de tarissement % ($\frac{2}{3}$ pour les sols **limono argileuse**).

Z : Profondeur racinaire (m)

P : Pourcentage du sol Humidifié %

$$P = \frac{100 * N_g * E_g * L_h}{S_a * S_r}$$

N_g : Nombre de goutteurs.

E_g : Espacement entre goutteurs.



Lh : Largeur de la bande humidifié = écartement entre rampe.

Sa : Espacement entre arbres sur ligne (m).

Sr : Espacement entre les lignes de rangées d'arbre.

$$D_p = (0,35 - 0,15) * 0,67 * 1000 * 0,4 = 53,6 \text{ mm.}$$

V.2.3 La dose nette pratique réelle :

$D_r = 90\%$ ou 80% de la dose max

$$D_r = 0,9 * 53,6 = 48,24 \text{ mm.}$$

V.2.4 Dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_r.net}{C_u * Eff} \dots\dots\dots(V.3)$$

Avec=

C_u : coefficient d'iformité

Eff : Efficience en irrigation localisée, rendement de système = 0,75

$$D_B = \frac{D_r}{C_u * eff} = \frac{48,24}{0,8 * 0,75} = 80,4 \text{ mm}$$

V.2.5 Fréquence d'arrosage :

espacement entre deux arrosages

$$Fr = \frac{D_r.net}{B_j} \dots\dots\dots(V.4)$$

$$Fr = \frac{48,24}{3,53} = 14 \text{ jours.}$$

Donc on doit irriguer 2 irrigation/mois

V.2.6 Dose fictive à apporter :

$$P(g) = \frac{q(g)*2}{S_r * S_{pd}} \dots\dots\dots(V.5)$$

$$P(g) = \frac{4 * 2}{5 * 1} = 1,6 \text{ mm}$$

V.2.7 Durée d'arrosage :

$$t = \frac{D_{brut} * S_a * S_r}{n * q(g)} \dots\dots\dots(V.6)$$



Avec :

q(g):débit d'un goutteur

n : nombre de goutteur

$$t = \frac{80,4 * 5 * 5}{2 * 4} = 251.25 \text{ heures}$$

V.2.8 Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{\text{Fréquence d'arrosage}} \dots\dots\dots(V.7)$$

$$D_j = \frac{125,62}{14} = 18$$

On prend **DJ**=18 heures/jours.

V.2.9 Nombre de poste :

$$N(p) = \frac{t}{D_j} \dots\dots\dots(V.8)$$

$$N(p) = \frac{20}{14} = 2$$

On prend **N(p)**= 2 postes

V.2.10 Surface d'un poste :

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)} \dots\dots\dots(V.9)$$

Avec

S (f) : Surface totale en ha.

N (p) : Nombre de poste.

$$S(p) = \frac{11,4}{2} = 5,7 \text{ ha}$$

V.2.11 Surface correspondant à une rampe :

$$A_l = L_r * S_r \dots\dots\dots(V.10)$$

Avec ;

Lr : longueur de la rampe

Sr : espacement entre arbre

$$A_l = 242 * 5 = 1210\text{m}^2$$



V.2.12 Nombre de rampes par postes :

$$N(r) = \frac{S(p)}{Al} \dots\dots\dots(V.11)$$

Avec:

S (p) : Surface du poste en m2.

Al : Surface correspondant à une rampe en m²

$$N(r) = \frac{57000}{1210} \approx 48 \text{ Rampes par postes}$$

V.2.13 Nombre de goutteur par rampe :

$$Ng = \frac{Lr}{Sr} \dots\dots\dots(V.12)$$

Pour les oliviers : $Ng = \frac{242}{5} * 2 = 97$ goutteurs / rampe

Les paramètres de la culture calculée sont résumé dans le tableau suivant :

Tableau V. 1: Les paramètres des cultures

Paramètres	oliviers	unités
Besoins du mois de pointe	141,975	mm
Besoins en eau journaliers	4,58	mm/j
La dose nette pratique réelle	48,24	mm
Dose brute	80,4	mm
Fréquence d'arrosage	14	irrigation/moi
Durée d'arrosage	251,26	heurs
Durée d'arrosage journalier	18	h/j
Nombre de poste	2	postes
Surface d'un poste	5,7	ha
Surface d'une rampe	1210	m²
Nombre de rampes par postes	48	rampes par
Nombre de goutteur par rampe	97	goutteur par

V.3. Calcul hydraulique:

V.3.1 Calcul de la perte de charge (Règle de Christiansen) :

$$\frac{\Delta q}{qg} = x * \frac{\Delta H}{Hn} \dots\dots\dots(V.13)$$

Avec :

$$x = 0.5$$

H_n : Pression nominale= 10mce



$$\frac{\Delta q}{qg} = 10\% = 0.1$$

$$\frac{\Delta H}{Hn} = 0.2$$

$$0.1 = 0.5 * \frac{\Delta H}{10}$$

$$\Delta H = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ m. c. e}$$

- Perte de charge singulière : 10% de ΔH
- Perte de charge linéaire : $\Delta H - 0.1\Delta H = 1.8 \text{ m. c. e}$
- Pour la porte rampe : $\Delta H p r = 1.8 * 1/3 = 0.6 \text{ m. c. e}$
- Pour la rampe : $\Delta H r = 1.8 * 2/3 = 1.2 \text{ m. c. e}$

V.3.2 Calcul de la rampe :

V.3.1.1 Débit d'une rampe:

$$Q_r = q(g) * N(g) \dots\dots\dots (V.14)$$

q (g) : Débit de goutteur

N(g) : Nombre de goutteur par rampe

Pour les oliviers : $Q_r = 4 * 97 = 388 \text{ l/h}$

V.3.1.2 Diamètre de la rampe :

$$D = \left[\frac{\Delta H r * 2.75}{0.478 * Q^{1.75} * Lr} \right]^{\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (V.15)$$

Pour les oliviers :

$$D = \left[\frac{1.2 * 2.75}{0.478 * 388^{1.75} * 242} \right]^{\frac{1}{4.75}}$$

$$D = 19.02 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé est : $D_n = 20 \text{ mm}$

V.3.2 Calcul de la porte rampe:

V.4.2.1 Débit de porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_r * N(r) \dots\dots\dots (V.16)$$

Q_r : Débit d'une rampe



N(r) : Nombre de rampe

$$Q_{pr} = 388 * 48 = 18624 \text{ l/h}$$

V.3.2 Diamètre de la porte rampe :

$$D = \left[\frac{\Delta H_p r * 2.75}{0.478 * Q^{1.75} * L_{pr}} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots(V.17)$$

$$D = \left[\frac{0.6 * 2.75}{0.478 * 18624^{1.75} * 116} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$D = 78,43 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé est : $D_n = 90 \text{ mm}$

V.3.3.1 Recalcul de la perte de charge de la rampe:

$$j = \left[\frac{0.478 * D^{-4.75} * Q^{1.75} * L_r}{2.75} \right] \dots\dots\dots(V.18)$$

Pour les oliviers :

$$j = \left[\frac{0.478 * 25^{-4.75} * 776^{1.75} * 242}{2.75} \right]$$

$$j = 1.098 \text{ m.c.e}$$

J = 1,098 mce < 1,2 mce => la condition est vérifiée.

V.3.3.2 Recalcul de la perte de charge du port rampe:

$$j = \left[\frac{0.478 * D^{-4.75} * Q^{1.75} * L_r}{2.75} \right] \dots\dots\dots(V.19)$$

$$j = \left[\frac{0.478 * 110^{-4.75} * 37248^{1.75} * 116}{2.75} \right]$$

$$j = 0,4 \text{ m.c.e}$$

J = 0,4 mce < 0.6 mce => la condition est vérifiée.



V.3.4 Calcul de la canalisation principale :

V.3.4.1 Diamètre du canal principal :

Le choix du diamètre de la conduite est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans la canalisation soit admissible $v=1.5m/s$, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique :

On a Le débit de la conduite principale est calculé par la formule :

$$Q_{c,p} = Q_{PR} * N_{PR} = 18624 * 2 = 37248 \text{ l/h}$$

$$S = \frac{Q}{V} \quad \text{Et} \quad D = \sqrt{\frac{(4 * S)}{\pi}} \dots\dots\dots (V.20)$$

Avec :

- Q : débit véhiculé par (m³/s) ;
- S : section de la canalisation (m²) ;
- V : vitesse d'écoulement (m/s) ;
- D : diamètre nominal de la conduite (m).

Les résultats trouvés pour le calcul des diamètres avantageux de ces tronçons sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V. 2: Diamètres calculés pour différents tronçons de canal principal

Tronçon	Débit du tronçon	longueur (m)	La section	D calculé (mm)	D normalisé
1	19,48	496	0,0129	128,6	160

V.3.4.2 La perte de charge :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} . 160^{-4,75} . 74496^{1,75} . 496 = 0,98 \text{ m.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 0,98m.

V.4. bassin d'irrigation :

L'irrigation journalière théorique est de :

*9 heures pour les oliviers.

donc l'agriculteur aura besoin d'un volume de :



$$V = 19,48 * 18 * \frac{3600}{1000} = 1262,304m^3$$

Le bassin devra assurer un stockage des eaux pour un jour pour les raisons suivantes :

Une réserve de sécurité est indispensable pour l'irrigation localises ; Le stockage permet d'améliorer la qualité de l'eau épurée.

On prend un volume de : $V \approx 1350m^3$ en raisons de sécurité

Donc les dimensions du bassin sont :

L : longueur du bassin =**12.5m**

B : largeur du bassin =**12m**

H : hauteur du bassin =**9m**

V.5 Adduction :

L'adduction est très nécessaire pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage (oued Ain El Bey) et le point de stockage(le bassin). Se fait à l'aide de canalisations par pompage.

V.5.1 Types d'adduction :

En général on distingue trois types d'adduction :

V.5.1.1 Adduction gravitaire :

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitaire ment On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

V.5.1.2 Adduction par refoulement :

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

V.5.1.3 Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir.

Dans le cas de notre étude, l'adduction à projeter est une adduction gravitaire.

Les ouvrages d'adduction sont généralement de grandes dimensions. Les écoulements y sont le plus souvent unidirectionnels et s'opèrent en régime turbulent.



V.5.2 Choix du tracé :

Le choix du tracé de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter :

- Le tracé doit être le plus court possible entre les ouvrages ;
- Des ventouses doivent être prévues au point haut pour évacuer l'air qui s'y accumule, dans un souci économique et technique, on doit donc éviter le plus possible les contres pentes.
- Il serait préférable de suivre l'accotement des routes, pour faciliter les travaux ainsi que L'acheminement du matériau.

V.5.3 Choix du matériau :

Le choix du matériau se fait en fonction :

- Du diamètre
- Des pressions exigées
- Des conditions d'installation
- Du revêtement
- De la disponibilité sur le marché national
- Du prix unitaire de pose de l'adduction

Dans notre projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD en raison des avantages qu'ils présentent :

- Disponibilité sur le marché (production locale)
- Résistance à de grandes pressions
- Facile à poser (grande flexibilité) et possibilité d'enroulement en couronnes pour les petits diamètres.
- Permet de faibles rayons de courbures aux réseaux.
- Longue durée de vie prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement (durée de vie 50 ans à 20°C).
- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très fiable)
- Résiste à la corrosion interne, externe et micro biologique.
- Se raccorde facilement à d'autres réseaux (fonte, acier).
- Insensible aux mouvements de terrain (tremblement de terre).



V.5.4 Diamètre du canal d'adduction:

Le choix du diamètre de la conduite est effectué de façon à ce que la vitesse d'écoulement dans la canalisation soit admissible $v=1.5m/s$, et cela, afin de ne pas provoquer certaine contrainte d'ordre technique :

On a Le débit de la conduite principale est calculé par la formule :

$$V \approx 675m^3 \quad Q = \frac{V}{t} \quad Q = \frac{1350}{18}$$

$$Q = 75m^3/h \quad Q = 20,84L/S$$

$$S = \frac{Q}{V} \quad \text{Et} \quad D = \sqrt{\frac{(4 \cdot S)}{\pi}}$$

Avec :

- Q : débit véhiculé par (m³/s) ;
- S : section de la canalisation (m²) ;
- V : vitesse d'écoulement (m/s) ;
- D : diamètre nominal de la conduite (m).

Les résultats trouvés pour le calcul des diamètres avantageux de ces tronçons sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V. 3: Diamètres calculés pour différents tronçons de canal principal

Tronçon	Débit du tronçon (I/s)	longueur (m)	La section (m ²)	D calculé (mm)	D normalisé (mm)
1	20,84	143	0.014	133,54	160

La perte de charge : Elle est donnée par toujours la formule :

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 160^{-4,75} \cdot 74496^{1,75} \cdot 143 = 0,28 \text{ m.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 0,28m.

V.5.5 Détermination de HMT de la pompe qui refoule dans la conduite principale:

$$HMT = Hg + \Delta Ht + 10 \dots\dots\dots(V.21)$$

Avec :

HMT : Hauteur manométrique totale (m) .



Hg : Hauteur géométrique =5.5m.

Dans ce cas les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.

$$\Delta Ht = 1.15 * \Delta h_p^{lin} \dots\dots\dots(V.22)$$

Δh_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m).

On a: Q=20,84l/s

L=143m

$$\Delta h_p^{lin} = 0.38m \Rightarrow \Delta Ht = 1.15 * 0,38$$

$$\Delta Ht = 0,44m$$

Donc :

$$HMT = 5,5 + 0,44 + 10$$

$$HMT = 15,94m$$

D'après le logiciel de CAPRARI; on trouve en fonction de (Q, HMT) les résultats suivants :

Une pompe de type (MEC-A3/80) ; (voir l'annexe N°08).

Tableau V. 4: Les caractéristiques de la pompe

Q (l/s)	H(m)	Pompe choisi	η (%)	N (t/min)	NPSHr (m)	P (kw)
21,2	16,3	MEC-A3/80	72,8	1450	2,94	4,81

Il sera placé à la sortie des groupes l'appareillage suivant d'amont vers l'aval :

- Ventouse à double effet.
- Un manomètre.
- Clapet de non-retour à membrane.
- Un compteur de volume de type irrigation.
- vanne d'isolement avec by-pass.
- Réservoir anti-bélier à membrane.
- vanne de vidange manuelle.
- Limiteur de débit.



Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait la description sur les caractéristiques générales du réseau, et puis on a déterminé les débits, les diamètres et les pertes de charge qui nous assurent L'écoulement dans ces conduites à des diamètres normalisés.

CHAPITRE VI :
Evaluation du cout du
projet



Introduction :

Les devis proposés à l'irrigant sont actuellement très fluctuants pour une même parcelle ; ceci est dû :

- A l'importance de l'installation de tête : filtration selon la nature des eaux et matériel de fertilisation ;
- Au coût du matériel selon les entreprises ;
- Aux services fournis par l'entreprise.

Certains devis ne comportent que la fourniture et parfois des fouilles, la pose, le montage du réseau et parfois des différentes pièces des goutteurs étant à la charge de l'exploitant.

D'autre part, prévoient non seulement une part de l'installation, mais aussi une certaine assistance de maintenance du réseau.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet.

VI.1. Devis du réseau d'irrigation à la goutte à goutte :

VI.1.1 Dépenses des équipements :

Les prix unitaires des pièces et accessoires sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau VI.1: liste des pièces de réseau d'irrigation localisée.

Pièces	Prix unitaire	Unité	Quantit	Total
Tube Ø20 PEHD	44.79	m/l	23232	804059,52
Tube Ø 90 PEHD	632.39	m/l	25520	10721973
Tube Ø160 PEHD	1536,43	m/l	496	762069,28
Bouchon Ø20	46	Un	96	4416
TE Ø160/90	850	Un	2	1700
TE Ø160	900	Un	1	900
Filtre	25926	Un	1	25926
Vanne Ø160	13877	Un	1	13877
Vanne Ø90	11598	Un	2	23196
Bouchon Ø90	56	Un	2	112
Fertiliseur	23731.2	Un	1	23731,2
Goutteur réglable	15	Un	9312	139680

Total 01 = 1252164 DA

Tableau VI .2 : liste des pièces d'adduction, pompage et le bassin.

Pièces	Prix unitaire	Unité de	Quantité	Total
TubeØ160 PEHD	1536,43	m/l	243.4	373967,062
Pompe	400000	Un	1	400 000.00
Bassin	5000 DA /m3	m3	675	3375000

Total 02 = 414896,7062 DA

VI.1.2 Dépenses des travaux :

Le prix de terrassement est égal à :

Pour le déblai :

$$F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}} \dots\dots\dots(\text{VI.1})$$

K_{deb} : prix de 1 m^3 de déblai=300 DA

V_{deb} : volume total de déblai

Pour le remblai :

$$F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}} \dots\dots\dots(\text{VI.2})$$

K_{rem} : prix de 1 m^3 de remblai=100 DA

V_{rem} : volume total de remblai

- **Calcul du volume de déblai et remblai :**

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

$$B = D + 2 \times 0,3 \dots\dots\dots(\text{VI.3})$$

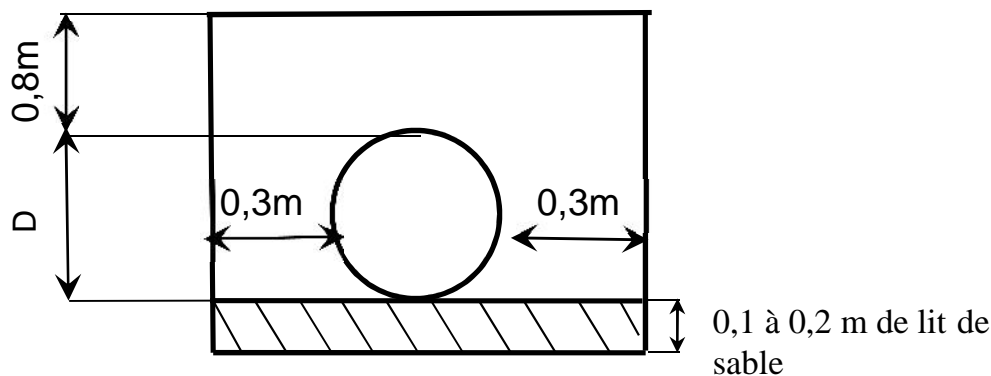
D : diamètre de la conduite (m)

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.

$$H = D + 0,8 \dots\dots\dots(\text{VI.4})$$

$$\text{Déblai} = L \cdot H \cdot B \dots\dots\dots(\text{VI.5})$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\frac{D^2}{4} \right) \cdot L \dots\dots\dots(\text{VI.6})$$



**Tableau VI .3.**Calcul de terrassement :

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
Conduite						
Principale	160	0.76	0.96	496	117	107
Conduite	160	0.76	0.96	143	117	107
ADDITION						
Les porte- rampes	110	0.71	0.91	232	150	148

Donc pour le déblai:

$$F_{\text{deb}} = 117 \times 300 = 35100 \text{ DA}$$

Pour le remblai :

$$F_{\text{rem}} = 107 \times 100 = 10700 \text{ DA}$$

Donc : **le total de terrassement** est de 45800DA

Donc le totale de projet est de **1712860,706 DA**

Conclusion :

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements très chers (système de fertilisation et filtration...etc).

CHAPITRE VII :
Protection et sécurité
de travail



Introduction :

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers, production et surtout humain. L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise.

Dans ce contexte, un certain nombre de dispositifs, de consignes et de règlements dits (sécurité) sont mis à la disposition des chantiers. Ces règlements sont indispensables à appliquer. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeants du chantier.

Le domaine hydraulique, couvre un large éventail d'activité qui est différent par leur nature et leur importance tout en présentant des caractéristiques communes.

- travaux d'excavation et de terrassement.
- Creusement de puits.
- Construction en bois, briques, pierres, béton ou en éléments préfabriqués.

Ce qui distingue ces différentes activités des autres branches de l'industrie ce sont :

- L'instabilité des lieux de travail et la variation des durées des chantiers.
- Les modifications intervenant au fur à mesure de l'avancement des travaux.
- L'utilisation d'une importante main-d'œuvre sans qualification.

VII-1- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique :

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

VII-1-1- Facteurs humains :

- Manque de contrôle et négligence ;
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables ;
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux ;
- Erreurs de jugement ou de raisonnement ;
- Suivre un rythme de travail inadapté.

VII-1-2- Facteurs matériels :

- Outillage, engins, et machines de travail ;
- Nature des matériaux mis en œuvre ;
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail ;
- Les installations mécaniques et électriques.



Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

VII-1-3- Liste des conditions dangereuses :

- Installations non protégées ;
- Installations mal protégées ;
- Outillages, engins et machines en mauvais état ;
- Protection individuelle inexistante ;
- Défaut dans la conception, dans la construction ;
- Matières défectueuses ;
- Stockage irrationnel ;
- Mauvaise disposition des lieux ;
- Eclairages défectueux ;
- Facteurs d'ambiance impropres ;
- Conditions climatiques défavorables.

VII-1-4- Liste des actions dangereuses :

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;
- Agir sans prévenir ou sans autorisation,
- Neutraliser les dispositifs de sécurités ;
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin ;
- Importance durant les opérations de stockage ;
- Adopter une position peu sûre ;
- Travailler dans une altitude inappropriée ;
- Suivre un rythme de travail inadapté ;
- Plaisanter ou se quereller.



VII-2-Mesures préventives pour éviter les causes des accidents :

VII-2-1- Protection individuelle :

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.)

VII-2-2- Autres protections :

Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins). Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.

- Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.
- Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

VII-2-3- Protection collective :

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

VII-2-4- Engin de levage :

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter du personnel compteur.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.



VII-2-5- Appareillage électrique :

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

Conclusion :

En dépit de ce qu'on vient de citer dans ce chapitre, on attendait à une fréquence des accidents de travaux amoindrie, si les consignes et les dispositifs vont être pris au sérieux.

CHAPITRE VIII :

Organisation de chantier



Introduction

Un des critères prépondérants lors de l'attribution d'un projet immobilier à une entreprise d'hydraulique est la durée du chantier qui va de paire avec le respect des délais.

L'organisation de chantier à pour but à réaliser des projets dans des courts et à moindres coûts, elle consiste à utiliser la main d'œuvre économique, ainsi que les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier dans les meilleures conditions possibles pour la réalisation et l'exécution des travaux de projet d'irrigation

VIII.1.Exécution des travaux

VIII.1.1.Exécution de la tranchée :

L'installation des conduites d'irrigation nécessite les opérations suivantes :

- Importation des traces des tranchées sur le terrain.
- Excavation des tranchées.
- Pose des conduites.
- Epreuve de joint et de canalisation.
- Remblaiement des tranchées.

La largeur de la tranchée doit être égale au diamètre extérieur de la conduite augmentée de 0.5m dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise, et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.

VIII.1.2.Assise de la conduite :

Lorsque l'exécution des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de 10-20cm de sable ou de gravier fin, dans le but de maintenir la conduite dans l'axe de tranchée et soutenir le poids du sol situé au-dessus de la conduite.

VIII.1.3.Pose de la canalisation dans la tranchée :

Les tuyaux seront posés dans les tranchées creusées à l'aide d'appareil de levage.

- **profondeur de la tranchée :**

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

La profondeur de la tranchée est :

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

- ✓ Profondeur de la tranchée H_{tr}
- ✓ Largeur de la tranchée b
- ✓ Distance de la mise de la cavalière.

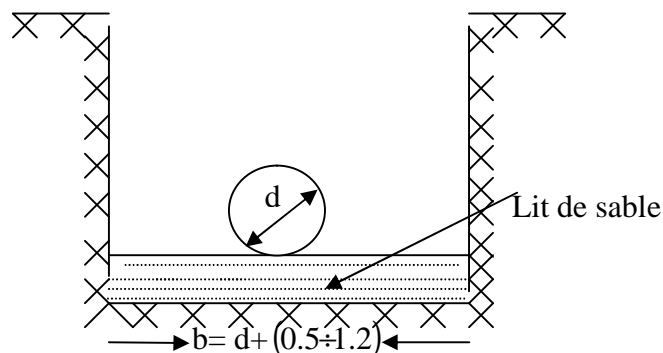


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \quad (\text{m})$$

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.

blage des conduites se fait à l'aide des manchons.

VIII.1.4. Epreuve d'essai de pression :

Pour éviter de laisser ouverte une très grande longueur de tranchée, on aura soin de remblayer au fur et à mesure que l'on pose les tuyaux.

Avant cela, il est indispensable de s'assurer par un essai de l'étanchéité des joints. Les essais partiels sont effectués sur une longueur de 150 à 200m à cet effet nous adoptons une pression de 10 bars pour l'épreuve (le béton pouvant résister jusqu'à une pression de 20 bars).

- **Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :**

- ✓ pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée.
- ✓ Buldozer ou un chargeur pour le remblayage.
- ✓ Camions pour le transport des tronçons des conduites.
- ✓ Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer les tronçons des conduites.



Figure VIII. 2: Pelle équipée en rétro_excavateur



Figure VIII.3: Camion



Figure VIII.4: Buldozer



Figure VIII.5: Niveleuse automotrice.

VIII-2-Exploitation du système d'irrigation :

L'exploitation d'un système d'irrigation consiste à faire fonctionner la service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous les partenaires du projet. Elle est effectuée selon quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure d'exploitation et de répartition du système d'irrigation.
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition de nouvelles techniques.
- Contrôle de l'état des terres irriguées.

VIII.2.1.Objectif de l'exploitation :

L'exploitation d'un système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon complète et rationnelle des ressources hydrauliques.
- Assure 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.



VIII.2.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées :

Le phénomène de formation des sols humides et sols salés et du à la mauvaise utilisation de l'eau d'irrigation.

La lutte contre ce phénomène, se présente sous deux aspects :

VIII.2.2.1. Mesures d'amélioration technique :

- Réalisation d'un drainage pour les sols humides.
- Réalisation d'un drainage et lessivage pour les sols salés.

VIII.2.2.2. Mesures d'exploitation :

Ils consistent à faire un inventaire détaillé des surfaces susceptibles d'être touchées par ces phénomènes et une surveillance permanente qui se résume dans :

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

VIII.2.2.3. Exploitation des ouvrages hydrauliques :

Les mesures à prendre, pour l'entretien des installations des systèmes d'irrigations sont :

- Gardiennage
- Mesures contre l'incendie.
- Les visites périodiques.
- Surveillance et maintenance des travaux.

VIII.2.2.4. Maintenance des ouvrages et équipement :

a)-Maintenance des premiers niveaux :

Pour les interventions courantes, les activités de maintenance de premiers niveaux sont généralement réalisés par les agents d'exploitation, proche des ouvrages dont ils ont la responsabilité, d'où une économie sensible en frais de personnel et déplacement, et une plus grande rapidité d'intervention.



b)-Maintenance spécialisé :

Pour les interventions de niveau supérieur, par nature plus complexe, les moyens sont nécessairement plus spécifiques. La maintenance est alors structurée par spécialités techniques correspondant aux différents types d'équipements.

VIII.3. Planification des travaux :

Les principales opérations à exécuter pour la conception du réseau sont :

- A. Décapage de la couche de terre végétale.
- B. Piquetage
- C. Exécution des tranchées.
- D. Aménagement du lit de pose.
- E. La mise en place des canalisations en tranchée
- F. Assemblage des tuyaux.
- G. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.
- H. Remblai des tranchées.
- J. travaux de finition.

Tableau VIII.1: Détermination du délai de la réalisation

OPERATION	TR (jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	7	0	7	0	7	0
B	3	7	10	7	10	0
C	14	10	34	10	34	0
D	12	34	46	37	49	3
E	15	34	49	34	49	0
F	15	34	49	34	49	0
G	7	34	41	42	49	8
H	7	49	56	49	56	0
J	7	56	63	56	63	0

Les chemins critiques : A-B-C-E-H -J / A-B-C-F-H-J $\sum TR = 63$ jours

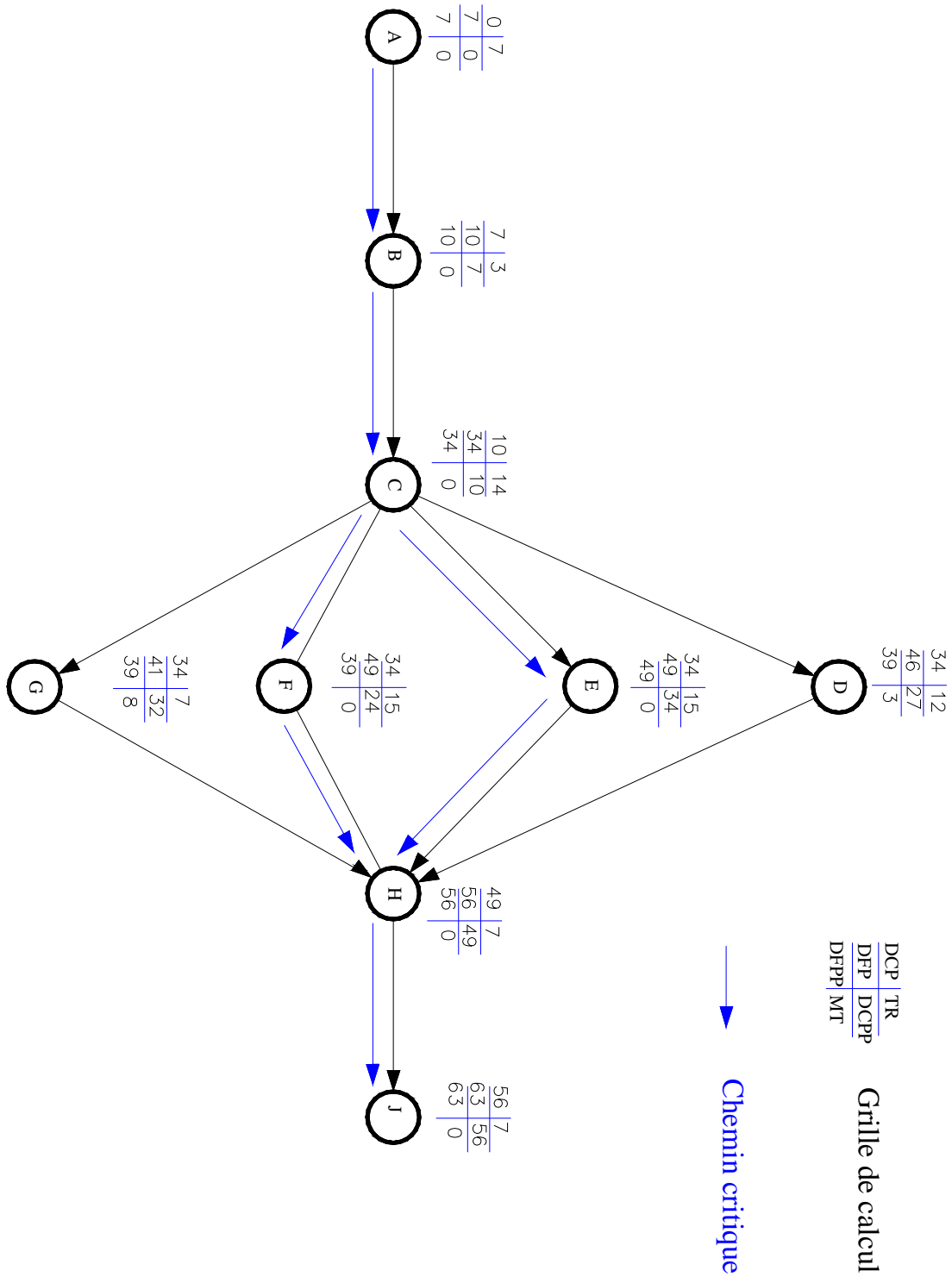


Figure VIII.6: réseau à nœud

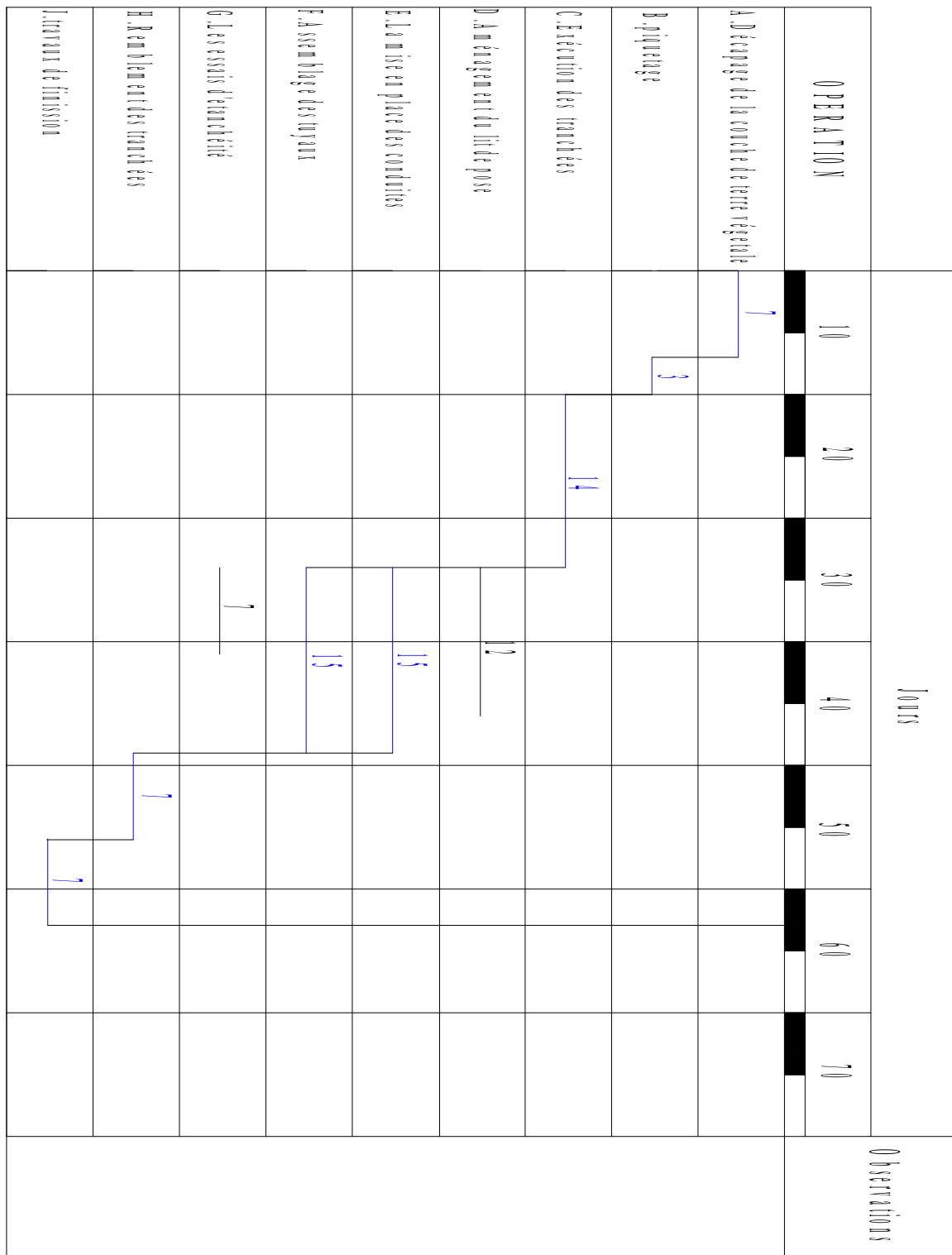


Figure VIII.7: Planning des travaux; diagramme de Gantt



Conclusion :

La maîtrise de l'organisation de chantier et les techniques de pose de canalisation s'avèrent importantes pour un meilleur rendement de point de vue technique et économique.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail de mémoire de fin d'étude, il vient de conclure que le sujet traité est d'une importance majeure en vue de préserver et d'optimiser la ressource en eau dans la région d'Ain el Bey.

Ce travail nous a permis de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte du périmètre en question tout en passant par :

- Le choix de la technique d'arrosage la plus performante (goutte à goutte) elle assure une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel.
- Aussi, l'étude du climat (précipitation-température), a montré que notre région a un climat semi-aride; et l'analyse du sol nous a donné un sol lourd assez imperméable, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne.
- L'étude hydrologique nous a révélé après l'ajustement par la loi de Galton de la série des pluies journalières maximales, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation. (**P80%=207,21mm**), (**P50%=276,28mm**)
- Egalement les besoins totaux d'irrigation pour nos cultures : **Bp=109.174mm**

Après le dimensionnement du réseau, on a trouvé toute les vitesses dans les conduites et les pressions dans les bornes admissibles (1m/s et 2m/s et 10 mce).

En termes de cette étude, on recommande de se pencher un peu plus sur le volet entretien du réseau une fois que celui-ci est réalisé. Car pour cette technique précise d'irrigation, surtout en tenant compte du fait que la source est superficielle (c'est-à-dire à partir de la retenue collinaire) où souvent la qualité de celle-ci est variable selon les saisons ; la longévité de ce réseau sera conditionnée par la qualité des interventions en termes d'entretien, ce qui est très souvent négligeable en Algérie.

Références bibliographique

Références bibliographie

- ❖ **TOUAIBIA.B**, 2004[2] : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie.
- ❖ **MEBARKI.A**, 2008 : hydrologie des bassins de l'est algérien ressources en eau, aménagement et environnement.
- ❖ **PROF.A.MERMOUD**. 2006 : notion fondamentales d'irrigation, école polytechnique fédérale de lausanne, cour d'aménagements et équipements du territoire.

ANNEXES

ANNEXE 1

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

ANNEXE 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
Mais doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Mais grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	0.95-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés 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)

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 _i 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

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
13003	Ø20	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,57
13009	Ø40	2.0	64,6	76,58
13012	Ø50	2.4	88,25	114,95
13015	Ø63	3.0	160,25	197,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,49
13022	Ø90	4.3	296,03	346,35
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70
13030	Ø125	-	473,08	553,60
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13098	Ø250	9.1	1 850,00	2 261,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,06
13061	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61
13032	Ø630	24.1	12 682,50	14 839,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,91
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,69	245,34
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11.9	1 660,94	1 931,45
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18.7	4 093,67	4 789,47
P3513038	Ø400	23.7	6 896,74	7 937,63
P3513045	Ø500	29.7	10 152,61	11 876,44
P3513048	Ø630	37.4	16 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
001	Ø20	2.3	32,18	37,66
003	Ø25	2.8	50,88	59,48
006	Ø32	3.6	78,51	91,88
011	Ø40	4.5	120,95	141,51
014	Ø50	5.6	188,28	220,29
017	Ø63	7.1	297,95	348,60
019	Ø75	8.4	407,8	477,13
024	Ø90	8.2	510,71	597,63
027	Ø110	10.0	787,19	885,91
029	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
032	Ø160	14.6	1 860,00	1 828,20
034	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
036	Ø250	22.7	3 815,00	4 463,66
038	Ø315	28.6	8 850,00	8 844,50
040	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
042	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
044	Ø630	57.2	23 123,50	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 273,68
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44.7	12 510,03	14 168,74
P3513034	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,66
	Ø630	-	-	-

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastique

ANNEXE 6

fiche analytique

FICHE ANALYTIQUE

PROFIL N° :K4

Horizon		K41	K42	K43
Profondeur (cm)		0-30	30-120	120-150
GRANULOMETRIE				
	Sable (%)	33,64	25,14	
	Limon (%)	41,36	44,23	
	Argile (%)	25,00	30,63	
MATIERE ORGANIQUE				
Matière organique %		1,8	1,6	
C ‰		10,2	9,2	
N ‰		1,2	0,9	
C/N		8,8	10,1	
SOLUTION DU SOL				
Cations	Ca ⁺⁺ (még/100g)	20,25	21,15	
	Mg ⁺⁺ (még/100g)	2,48	2,08	
	Na ⁺ (még/100g)	0,88	0,78	
	K ⁺ (még/100g)	0,87	0,9	
Anions	SO ₄ ⁻⁻ (még/100g)	36,94	38,66	
	Cl ⁻ (még/100g)	1,76	1,64	
	HCO ₃ ⁻ (még/100g)	0,46	0,32	
PH eau(1/5)		7,9	8	8,2
CE (1/5 en ms)		0,52	0,51	0,73
Salinité(g/l)		0,5	0,5	0,6
SDT (mg/l)		414	413	585
RESERVES MINERALES				
CaCO ₃ total (%)		21,92	15,1	
CaCO ₃ actif (%)		8	4	
P ₂ O ₅ total ‰		2,2	3,9	
P ₂ O ₅ Assimilable (ppm)		220	340	
K ₂ O ‰		1,85	1,92	

ANNEXE 7

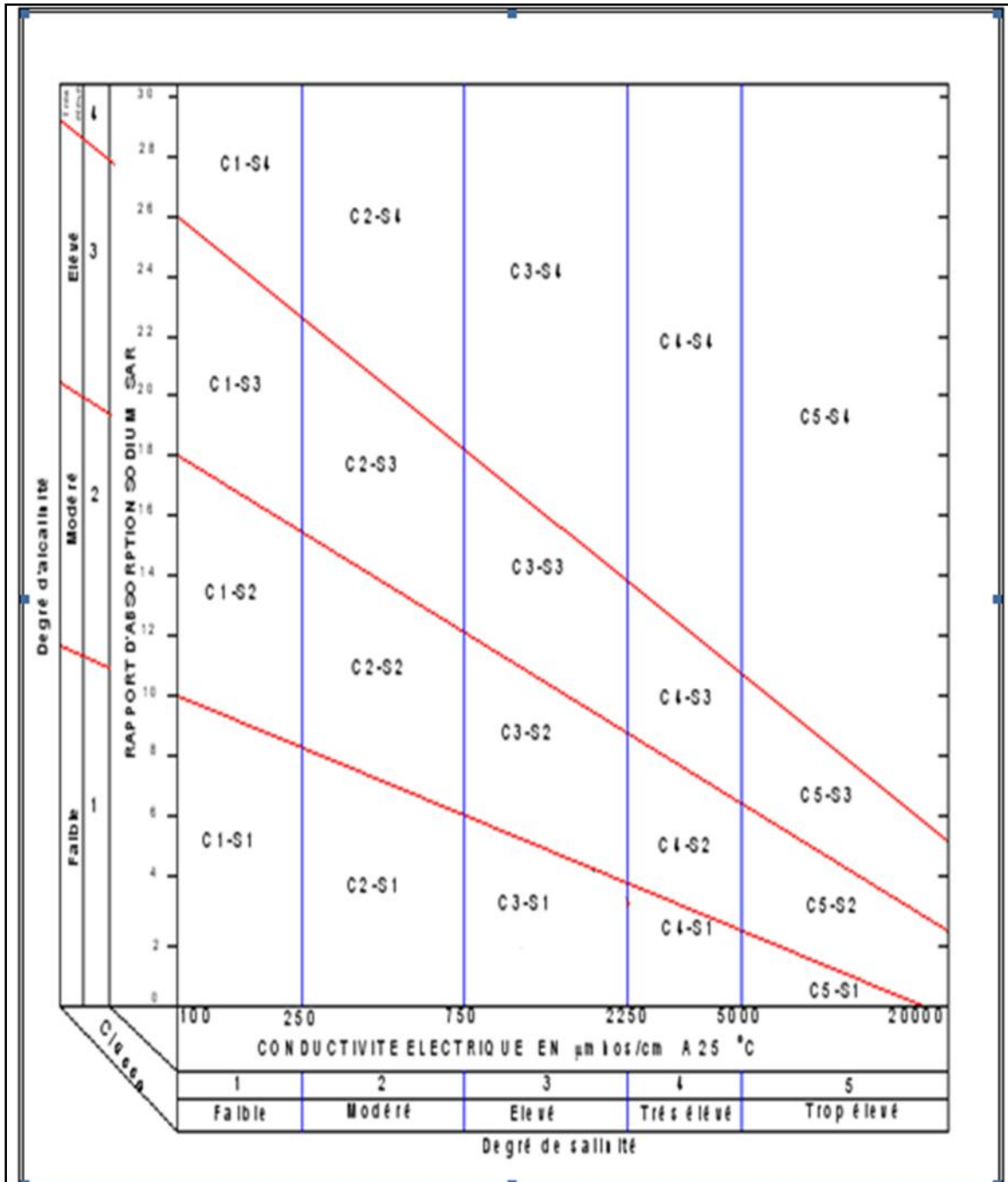


Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'USSS (1954)

ANNEXE 8

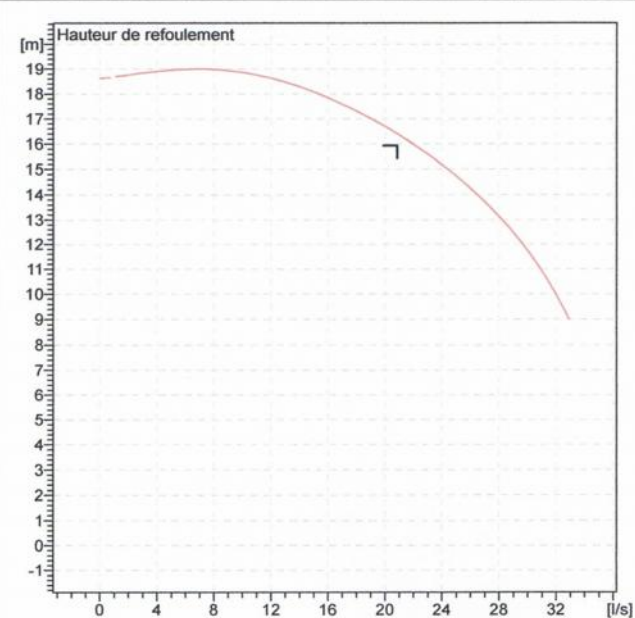
caprari

Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO 9001 ==

MEC-AZ 3/80C	
Caractéristiques requises	
Débit	20,8 l/s
Hauteur de refoulement	15,9 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	21,2 l/s
Hauteur de refoulement	16,3 m
Puissance absorbée	4,81 kW
Rendement	72,8%
Hauteur manométrique H(Q=0)	18,6 m
Orif. de refoulement	80 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	5,5 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	15
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s
Caractéristiques générales	
Poids	159 kg

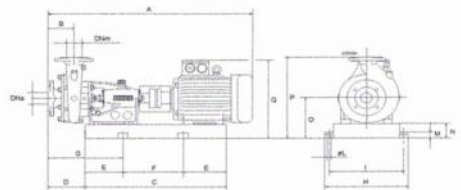
Matériaux	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Fonte
Roue (04/80)	Fonte sphéroïdale
Arbre (...)	Acier inox
Douille arbre	Acier cromé
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement					UNI/ISO 2548/C
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]	

Dimensions mm

- A = 1152
- B = 150
- C = 824
- D = 222
- DNa = 100
- DNm = 80
- E = 150
- F = 524
- G = 372
- H = 400
- I = 350
- L = 20
- M = 42
- N = 100
- O = 300
- P = 600
- Q = 494



Notes:			
Date 24.05.2014	Page 1	Offre n°	Pos.N°