

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

OPTION :IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME:

**DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'IRRIGATION
D'UN PERIMETRE DE BOUHAMADO W.M'SILA**

Présenté par :

Mr HOUILI Belkacem

DEVANTLES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
Mr RASSOUL Abdelaziz	M.C.B	Président
M ^{me} AZIEZ Wahiba	M.A.A	Examinatrice
Mr YAHIAOUI Samir	M.A.B	Examineur
Mr KERID Rachid	M.A.A	Examineur
M ^{me} SAADOUNE Samra	M.A.A	Promotrice

Septembre-2014

REMERCIEMENTS

Avant tout, Je remercie Allah qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.

Mes vifs remerciements à mon très cher parent, mes frères et mes sœurs qui m'ont facilité les choses pour accomplir mes études.

Je remercie aussi ma grande famille (oncles, tantes et cousins)

- ❖ Je remercie fortement mon promotrice Mme .SAMRA. de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.
- ❖ je tiens à remercier aussi tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.
- ❖ Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon travail.
- ❖ Je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

HOUILI BELKACEM

Dédicace

A la mémoire de mon père sans toi papa mes joies ne seront jamais complètes mais j'essaye toujours d'avancer dans mes études comme tu as toujours souhaité j'espère que je suis devenu les fils que tu voulais avoir et que tu seras fière de moi là ou tu es.

A celle qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Sans elle je n'aurais certainement pas fait d'études, ce fruit de ma réussite représente donc l'aboutissement de soutien et des encouragements qu'elle ma prodigués tout a long ma scolarité, et l'équilibre qu'elle su maintenir durant toutes ces années A MA CHERE MAMAN.

A mes Frères MOHAMED qui me fait rire pendant tous les moments de fatigue et stress, a l'adorable sœur KANZA qui m'encourage tout le temps.

A tous mes amies en particulier à : Yahia, AMINE, Mehdi, Abdou, Amine, Walid, Mohamed, Alonso, Sidali, Imad, Sarah, Hadjer, Abderahman, Kaddour.

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

HOUILI BELKACEM

... ضمن بلدية بوحماد

:

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة عامة
التابعة لولاية المسيلة والتي انجزنا فيها مشروعنا .

هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة هذه الـ مسقية، و هذا بإستعمال
أحسن تقنيات السقي لحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على المائية،
نوعية التربة و الماء.

الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية جيدة
الحصول على محصول زراعي و فير بأقل التكاليف.

RESUME :

Dans ce travail nous avons fait une étude générale du climate, du sol et de l'eau ...
sur la région où nous avons réalise projet

Notre travail de thème s'inscrit dans le but de faire une étude et un suivi
d'exploitation d'un périmètre irrigue, situe dans la plaine de la wilaya de Msila , en
utilisant les meilleures techniques d'irrigation, pour atteindre un bon rendement, tout
en préservant les ressources hydriques, la qualité de sol et des eaux.

Nous ce faire, nous adoptons des meilleures méthodes de calcul des besoins en
eau des cultures, avec un bon coefficient d'effcience pour la distribution, en vue
d'avoir la bonne production agricole avec le moindre coût.

SUMMARY:

In this work we have made a general survey of thay climate, soil, water... on
the region where we are going to realize our project.

This work of aims at making a survey and follow-up of exploitation of a
perimeter irrigates, situate in the plain of wilaya of Msila, by using the best
technique of irrigation, to reach a good output, and preserv water resources, the
quality of soil and waters.

By adoption of the best arithmetic techniques of water needs of the cultures,
with a good coefficient of efficiency for distribution, in order to get good agricultural
production with the least cost.

Chapitre I : présentation générale de la zone d'étude

Introduction	01
I-1.Situation géographique et administrative:	01
I.1.1.Localisation géographique de la wilaya d'M'SILA :.....	01
I.1.2.Localisation géographie de la commune SOUAMAA :.....	02
I.1.3.La position de la zone d'étude (périmètre bouhamadou) :.....	03
I.2. Analyse des conditions climatiques :.....	04
I.2.1 La pluviométrie (Station de Msila (1972-2012) :.....	04
I.2.2 Nombre moyen de jours pluvieux :.....	06
I.2.3 Temperature :.....	06
I.2.4 Humidité relative :	07
I.2.5 La gélée blancge :.....	08
I.2.6 Les vents :.....	08
I.2.7 La grêle :.....	09
I.2.8 Les Précipitations :.....	09
I.2.9 Le sirocco :.....	10
I.2.10 L'insolation :.....	11
I.2.11 L'évaporation :.....	11
I.3-Classification du climat :.....	12
I.3.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE :.....	12
I.3.2Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :.....	13
I.3.3Diagramme ombrothermique de Gausse :.....	15
Conclusion:	16

CHAPITRE II : Etude hydrologique

Introduction	17
II-1- partie hydrologie :.....	17
II-1-1-Réseau pluviométrique :.....	14
II-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique :.....	19
II-1-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi :.....	21
II-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique :.....	21
II-1-5- Détermination de l'année de calcul :.....	26
Conclusion:	27

CHAPITRE III : Etude des besoins en eaux des cultures

Introduction :	27
III.1 .Occupation du sol :	27
III.2 les Besoins en eau du périmètre :	28
III.2.1 L'évapotranspiration potentielle ou de référence :.....	28
III.2.2 Détermination de Pluie efficace:.....	29
III.2.3 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR, ETC):.....	30
III.2.4 Dose d'irrigation de la tomate :.....	31
IV.2.4 Dose d'irrigation de la pomme de terre:.....	32
IV.2.4 Dose d'irrigation du pêcher blé :.....	33
IV.2.4 Dose d'irrigation du pêcher :.....	34
IV.2.5 Dose d'irrigation de l'abricotier :.....	35
IV.2.6 Dose d'irrigation de l'olivier :.....	36
III.3 Calcul du volume annuel total :.....	38
III.4 Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique) :.....	39
Conclusion:	40

CHAPITRE IV : Technique d'arrosage et Réseau de distribution

Introduction :	40
IV .1 Généralités :	40
IV .2 Technique d'arrosage :	40
IV .3 Choix de la technique d'irrigation convenable :	42
IV .4 Mode d'arrosage :	42
IV.4. 1 L'irrigation par aspersion :	43
IV .4. 1 .1 Caractéristiques :.....	43
IV .4. 1 .2 L'avantage de l'aspersion :.....	43
IV .4. 1 .3 L'inconvénient :.....	43
IV .4. 1 .4 Réseau d'aspersion :.....	44
IV .4.2 L'irrigation par goutte à goutte :	44
IV.4.2.1 Définition :.....	44
IV .4.2.2 Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte :.....	44
IV .4.2.3 Champ d'application du goutte à goutte :.....	47
IV .4.2.4 Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte :	47
Conclusion:	48

CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Introduction :	49
V.1 Données :	49
V.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation en agoutte :	50
V.3 Dimensionnement de la conduite principale :	56
V.4 Dimensionnement de la conduite refoulement :	57
V.5 Dimensionnement de la pompe :	57
V.6 Calcul du volume du bassin :	59
V.7 Dépenses de constructions :	59
V.8. Dépense du réseau d'irrigation goutte à goutte :	60
V.9 Dépense des travaux :	61
V.10 : Calcul Coût total du réseau d'irrigation :	63
Conclusion:	63

CHAPITRE VI : ORGANISATION DE CHANTIER ET PST

Introduction :	64
VI.1 Généralités :	64
VI.2. Rôles et responsabilité des intervenants sur chantier :	64
VI.2. a- Le maître d'ouvrage :.....	64
VI.2. b. Le maître d'œuvre :.....	64
VI.2..c. L'entreprise :.....	64
VI.2..d- L'entrepreneur :	64
VI.3. Les moyens de chantier :	65
VI.3.1. Les moyens humains :.....	65
V.3.2. Les moyens matériels :.....	65
VI.4. Exécution des travaux :	65
VI.4.1. Exécution de la tranchée :.....	65
VI.4.2. Assise de la conduite :.....	65
VI.4.3. Pose de la canalisation dans la tranchée :.....	65
VI.4.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :.....	66
VI.5. Entreposage des tuyaux :	68
VI.6 .Protection et sécurité de travail :	68

VI.6.1. Les causes des accidents de travail dans un chantier :	69
VI.6.2. La prévention:.....	70
VI.6.2.1 Les partenaires de la prévention :.....	70
VI.6.2.1.1. Dans l'entreprise :.....	70
VI.6.2.1.2. En dehors de l'entreprise :.....	70
VI.6.3. Prévention technique :.....	70
VI.6.3.1. Prévention collective :.....	70
VI.6.3.2. Prévention individuelle:.....	71
VI.6.4. Protections individuelles :.....	72
VI.6.5. Prévention médicale :.....	72
VI.6.5.1. Examen clinique, éventuels examens complémentaires :.....	72
VI.6.5.2. Information du salarié par le médecin du Travail:.....	73
VI.6.6. Prévention pour les conducteurs d'engin:.....	73
Conclusion:	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1 :série pluviométrique (station 1972-2012).....	5
Tableau N° 1-2: Pluviométrie moyenne (1972-2012) pour chaque mois en mm	6
Tableau N° 1-3: Nombre moyen des jours pluvieux:.....	6
Tableau1-4 : Moyennes mensuelles et interannuelle des températures	6
Tableau 1-5: Moyenne mensuelle de l'humidité relative	7
Tableau 1-6: nombre moyen de jours de gelée.....	8
Tableau 1-7 : vitesse de vent	8
Tableau 1-8: Nombre moyen de jours de grêle par mois	9
Tableau I-9 : Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations Période : 1989-2007.....	9
Tableau 1-10: Nombre moyen de jours de sirocco.	10
Tableau 1-11: Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois	11
Tableau I.12 : Moyennes mensuelle et annuelle de l'Evaporation.Période : 1994-1999.....	11
Tableau 1-13 : Classification du climat.....	12
.....	
Tableau II -1 : Série des pluies à station Msila (période : 1972/2012)	19
Tableau II -2 : Test de wilcoxon	20
Tableau II -3 : Les résultats de l'ajustement a la loi log normal	22
Tableau II -4 : Les résultats de l'ajustement a la loi log normal	24
Tableau II -5: L'année de calcul	27
.....	
Tableau III.1 : Occupation du sol.....	27
Tableau III.2 : Évapotranspiration en mm / jour.....	29
Tableau III-3 : précipitation mensuelles de l'année de projet	30
Tableau III-4: Précipitation efficace dans la zone d'étude	30

Tableau III-5: Le calendrier cultural	31
Tableau IV-6 : dose d'irrigation de la tomate	31
Tableau III-7: dose d'irrigation de la pomme de terre	32
Tableau III-8 : dose d'irrigation du blé.....	33
Tableau III-9 : dose d'irrigation du pêcher	34
Tableau III-10: dose d'irrigation de l'abricotier:.....	35
Tableau III-11: dose d'irrigation de l'olivier.....	36
Tableau III-12: Les besoins en eaux des cultures	37
Tableau III-13: Récapitulatif des besoins totaux en eaux	38
Tableau III-14: Calcul du volume :	38
Tableau IV-15 : Besoins en eau du moins de pointe net.....	39
.....	
Tableau V.1: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la rampe pour les agrumes.....	55
Tableau V.2: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la porte rampe pour les agrumes.....	56
Tableau V.3: Dimensionnement de la pompe	58
Tableau V.4 : Dépenses de constructions de CONDUITE PRINCIPALE	59
Tableau V.5 Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation	60
Tableau V.6 : Calcul du volume de déblai et remblai et le cout	61

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : localisation géographique de la wilaya d'MSILA	1
Figure I-2 : plan de Situation Géographique de souamaa wilaya de Msila.....	2
Figure I-3 : localisation de périmètre de bouhamadou.....	3
Figure I-4 : moyennes mensuelles des températures.....	7
Figure I-5 : moyennes mensuelles de l'humidité	8
Figure I-6 : moyennes mensuelles de la vitesse des vents	9
Figure I-7 : moyennes mensuelles des précipitations.....	10
Figure I-8 : moyennes mensuelles de l'évaporation.....	11
Figure I-9 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGE	14
Figure I-10 : diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude.....	15
.....	
Figure II.1: Graphe d'ajustement à une loi normale.....	23
Figure II.2: Graphe d'ajustement à une loi normale	25
.....	
Figure III.1 : Occupation du sol	27
.....	
Figure IV -1: Irrigation de surface	41
Figure IV -2: Irrigation par aspersion.....	42
Figure IV-3 : Irrigation souterraine	42
Figure IV -4: Irrigation goutte à goutte	43
.....	
Figure V-1 : Décomposition des postes	50

Figure V.2 : Schéma explicatif du réseau d'irrigation goutte à goutte	51
Figure.3 : Schéma de la pompe.....	59
FigureV.4: Coupe transversale de la Pose de Conduite	62
.....	
Figure VI-1 : Pelle équipée en rétro	66
Figure VI-2 Le Bulldozer	66
Figure VI-3: camion à benne.....	67
Figure VI-4Camions pour le transport	67
Figure VI-6 bétonnière en cours de fonctionnement.....	68
Figure VI-7entreposage des tuyaux.....	68
Figure VI-8 Pourcentage des différentes natures d'accident.....	68

Liste des planches

Planche N°01 :

Plan de situation du périmètre de Bouhamadou -M'Sila-

Planche N°02 :

Plan d'occupation de sol perimetre de Bouhamadou -M'Sila-

Planche N°03 :

Plan de réseau de d'irrigation du perimetre de Bouhamadou -M'Sila-

Planche N°04 :

Plan du reseau d'irrigation du perimetre de Bouhamadou -M'Sila-

Planche N°05 :

Profil en long de la conduite principale du périmètre de Bouhamadou -M'Sila-

INTRODUCTION GENERALE:

Depuis toujours, l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante, c'est pourquoi l'homme est resté sédentaire dans certaines régions.

La rationalisation de l'agriculture a suscité la mise en œuvre d'un programme de développement agricole, qui comme partout ailleurs en Algérie, reste conditionné par le problème d'eau.

Le périmètre de Bouhamadou se trouve dans la wilaya de M'sila ; cette dernière est une région essentiellement agricole ; les cultures : céréales, maraîchères, fourrages.

Le présent travail a pour objectif d'équiper le périmètre de Bouhamadou de 150 ha de superficie avec les plus efficaces systèmes d'irrigation pour assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assurer 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.

Pour cela, notre travail est composé des chapitres suivants :

Chapitre 1 : Présentation générale de la zone d'étude

Chapitre 02 : Etude hydrologique

Chapitre 03 : Etude des besoins en eaux des cultures

Chapitre 04 : Technique d'arrosage et Réseau de distribution

Chapitre 05 : Dimensionnement du réseau d'irrigation

Chapitre 06 : ORGANISATION DE CHANTIER ET PST

CHAPITRE I :

Présentation générale de la zone d'étude

I-1. Situation géographique et administrative

I.1.1. Localisation géographique de la wilaya d'M'SILA :

La wilaya de M'Sila a une superficie de 18 175 km². Elle est limitée par les wilayas de Bouira et Bordj-Bou-Argeridj au nord, Batna et Sétif à l'est, Médéa et Djelfa à l'ouest et Biskra au sud.

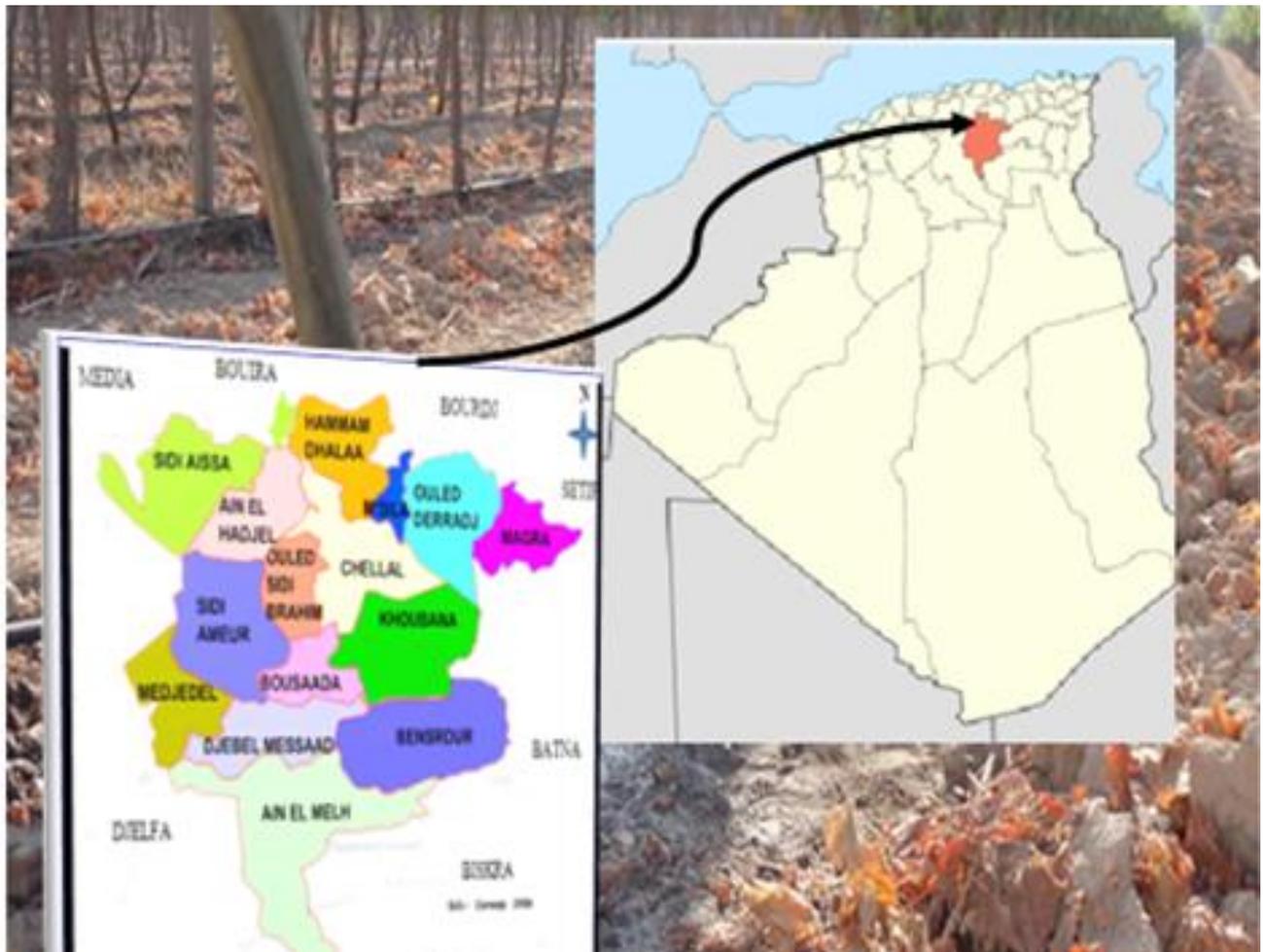


Figure I-1 : localisation géographique de la wilaya d'MSILA

I.1.2. Localisation géographique de la commune SOUAMAA :



Figure I-2 : plan de Situation Géographique de Souamaa W. Msila (D.R.E de M'sila)

I.1.3.La position de la zone d'étude (périmètre Bouhamadou)

Le périmètre irrigable de Bouhamadou est situé à une trentaine de kilomètres au Sud-Est de la ville de M'sila. Plus précisément, à l'Est du Douar Bouhamadou qui se trouve à 10 kilomètres du chef-lieu de la commune de Souamaa.



Figure I-3 : localisation de périmètre de Bouhamadou (D.R.E de M'sila)

I.2. Analyse des conditions climatiques :

Notre région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, située entre les climats tempérés et tropicaux, la région du Hodna subit une influence relativement importante du climat tropico-équatorial. Son climat se caractérise par une faible pluviosité répartie avec une grande irrégularité dans le temps.

Du point de vue classement climatique, la grande majorité du bassin du Hodna est située entre un climat aride à hiver tempéré et froid.

Toute la plaine jusqu'à une altitude ne dépassant pas les 700 m, le climat est aride et dans les piémonts (au dessus de 700 m en général), le climat est semi-aride.

I.2.1 La pluviométrie (Station de Msila (1972-2012))

Les données pluviométriques proviennent de la Station de Msila , on observe donc d'après le tableau n°01 qu'elles sont mal réparties dans l'année

Caractéristiques de la station de référence(M'sila):

Altitude : 441 mm

Latitude : 35°40

Longitude : 04°30E

Tableau I-1 : série pluviométrique (station 1972-2012)

Années	sept	oct	nov	déc	Janv	Fév	mars	Avril	mai	juin	juill	aout	Moy annuel	Pmax,j
1972	18,80	7,30	6,50	140,60	49,60	26,60	25,80	0,00	20,90	37,80	5,30	0,00	339,20	12,60
1973	0,00	16,90	14,90	52,80	64,80	31,90	18,00	20,70	7,80	0,00	0,00	8,10	235,90	11,50
1974	0,00	35,00	7,80	23,50	8,40	3,00	36,50	2,90	0,00	2,60	0,00	0,00	119,70	12,00
1975	0,00	28,70	8,30	8,40	2,60	45,70	4,30	44,10	8,50	0,00	2,90	31,90	185,40	11,20
1976	56,90	14,40	30,50	58,90	11,00	59,80	11,20	25,00	4,00	0,00	2,60	18,20	292,50	19,90
1977	0,00	0,00	18,00	17,40	30,70	16,60	36,50	47,60	0,00	3,10	0,00	0,00	169,90	20,00
1978	56,50	67,60	36,60	30,50	50,70	4,70	67,80	90,90	41,50	2,80	14,90	5,80	470,30	29,00
1979	2,00	48,50	3,00	38,20	51,40	4,30	33,30	59,30	42,20	11,00	12,10	0,00	305,30	34,50
1980	13,50	38,50	70,00	56,80	83,40	34,00	39,80	51,40	49,40	45,50	2,50	1,20	486,00	33,60
1981	31,70	44,60	27,90	47,70	19,80	29,50	54,50	34,30	1,30	68,00	0,00	2,80	362,10	49,20
1982	44,30	0,00	13,90	47,90	1,80	43,50	90,10	60,90	15,60	30,70	3,50	0,30	352,50	46,00
1983	29,10	52,00	17,90	4,90	9,60	51,90	21,10	11,40	46,40	3,80	19,40	2,40	269,90	18,90
1984	37,00	13,20	49,00	41,30	4,30	76,40	39,70	100,00	97,80	50,90	27,20	34,10	570,90	48,70
1985	26,00	29,41	49,20	32,80	185,30	1,70	3,10	31,80	36,70	16,10	0,00	9,40	421,51	21,51
1986	3,30	20,50	63,70	3,50	14,50	13,90	12,80	82,60	27,20	4,50	0,00	10,10	256,60	25,70
1987	2,60	52,90	9,10	11,30	67,70	27,40	42,30	85,30	18,60	57,30	1,60	2,00	378,10	37,30
1988	51,30	38,80	16,90	5,40	18,90	16,70	54,70	50,60	47,90	6,40	1,00	0,00	308,60	26,90
1989	24,70	3,00	74,30	85,90	3,90	66,80	33,80	32,20	25,50	12,40	2,00	11,30	375,80	23,20
1990	22,30	35,60	1,50	33,50	43,40	38,50	63,40	74,10	88,40	15,00	1,40	1,50	418,60	47,20
1991	78,80	49,20	93,40	29,70	0,00	64,60	17,60	51,40	19,70	10,70	1,60	37,80	454,50	48,00
1992	0,00	12,20	16,10	9,00	54,30	58,10	24,60	35,90	26,80	6,50	5,50	8,60	257,60	30,60
1993	1,50	29,41	32,84	44,06	21,90	77,90	29,60	68,50	3,30	0,00	0,00	7,60	316,61	31,61
1994	88,20	57,60	56,50	70,40	35,20	27,70	109,90	11,70	23,50	31,10	6,00	2,20	520,00	47,40
1995	22,10	42,30	50,10	59,30	64,00	63,60	5,40	28,20	42,80	6,30	22,40	4,50	411,00	24,90
1996	10,10	35,10	75,00	109,50	21,20	19,20	27,10	40,40	46,00	29,50	0,00	0,00	413,10	46,50
1997	13,00	9,80	36,20	69,70	8,20	31,70	20,20	110,20	4,50	55,20	9,20	20,30	388,20	52,00
1998	33,20	16,30	26,10	35,60	71,30	0,00	29,10	66,10	99,60	4,60	7,60	7,00	396,50	27,40
1999	12,50	8,00	65,80	91,50	6,60	45,70	93,90	28,30	21,90	7,20	0,60	7,82	389,82	39,82
2000	29,70	134,30	19,70	19,30	47,30	33,10	35,70	37,70	72,80	22,00	45,00	0,30	496,90	43,00
2001	46,90	11,40	49,40	51,00	9,30	29,10	27,30	12,90	35,20	10,40	3,60	1,00	287,50	30,00
2002	29,30	7,90	61,60	49,60	27,50	40,00	20,30	9,00	0,00	0,00	0,00	7,00	252,20	24,00
2003	96,20	82,70	7,80	15,10	21,40	17,70	51,90	21,20	4,60	19,00	0,00	2,40	340,00	42,00
2004	86,30	14,90	13,40	48,00	90,80	48,00	37,70	50,50	93,10	15,30	16,70	18,60	533,30	55,00
2005	11,60	5,00	26,60	38,10	53,40	6,00	5,20	38,90	19,10	27,00	6,10	10,00	247,00	41,00
2006	60,20	41,70	66,00	24,70	18,60	24,20	11,30	40,60	50,00	5,50	0,00	6,80	349,60	34,60
2007	34,60	9,20	17,20	16,00	63,80	10,90	26,20	10,90	6,20	6,00	0,00	7,40	208,40	18,40
2008	48,90	33,50	50,70	76,10	1,50	0,60	20,20	15,40	95,20	1,20	1,00	10,90	355,20	58,60
2009	21,90	23,10	13,00	47,20	53,90	13,20	5,30	15,40	6,30	1,10	6,40	6,40	213,20	12,00
2010	64,40	13,50	31,60	13,30	9,10	13,50	28,30	13,80	3,80	9,90	9,60	11,20	222,00	14,00
2011	25,30	19,20	108,40	34,40	126,70	29,50	14,30	72,30	41,70	32,80	2,40	18,80	525,80	44,70
2012	14,10	92,30	19,70	84,10	22,10	31,50	42,70	86,50	92,90	28,50	0,00	40,80	555,20	46,90

Tableau N° 1-2: Pluviométrie moyenne (1972-2012) pour chaque mois en mm

Mois	sept	Oct	Nov	déc	janv	Fév	mars	avril	mai	juin	juill	aout
Pmoy (mm/mois)	31,22	32,39	36,4	44,42	38,75	31,97	34,31	44,27	34,71	17,44	6	9,41

Station de Msila (Météo)

I.2.2 Nombre moyen de jours pluvieux :

Le nombre moyen de jours pluvieux dans la région sur une période d'observation de 40 ans (1972-2012) de la Station de Msila à étudier est porte dans le tableau suivant :

Tableau N° 1-3: Nombre moyen des jours pluvieux:

Mois	Sep	Oct.	Nev	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
P(mm)	7	6	6	9	9	6	6	6	7	5	4	5

Source station météorologique De Msila

I.2.3 Température :**Tableau1-4 :** Moyennes mensuelles et interannuelle des températures**Période : 1989-2007**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	M.A
Tmax (°C)	13,9	16,2	19,7	22,1	28,7	33,7	37	37,8	31,7	25,4	18,9	14,6	24,97
Tmin (°C)	4,2	4,5	7,4	9,8	15,5	20,5	23,9	24	19,3	13,9	8,4	5,2	13,05
Tmoy (°C)	9,05	10,35	13,55	15,95	22,1	27,1	30,45	30,9	25,5	19,65	13,65	9,9	19

Source : ONM

On remarque que la température diminue pendant les trois mois d'Hiver (Décembre, Janvier, Février) et atteint le minimum de 9,05°C en Janvier, elle augmente.

Pendant les trois mois d'été (Juin, Juillet, Août) et atteint le maximum de 30,9°C en Août. La moyenne annuelle est de 19°C.

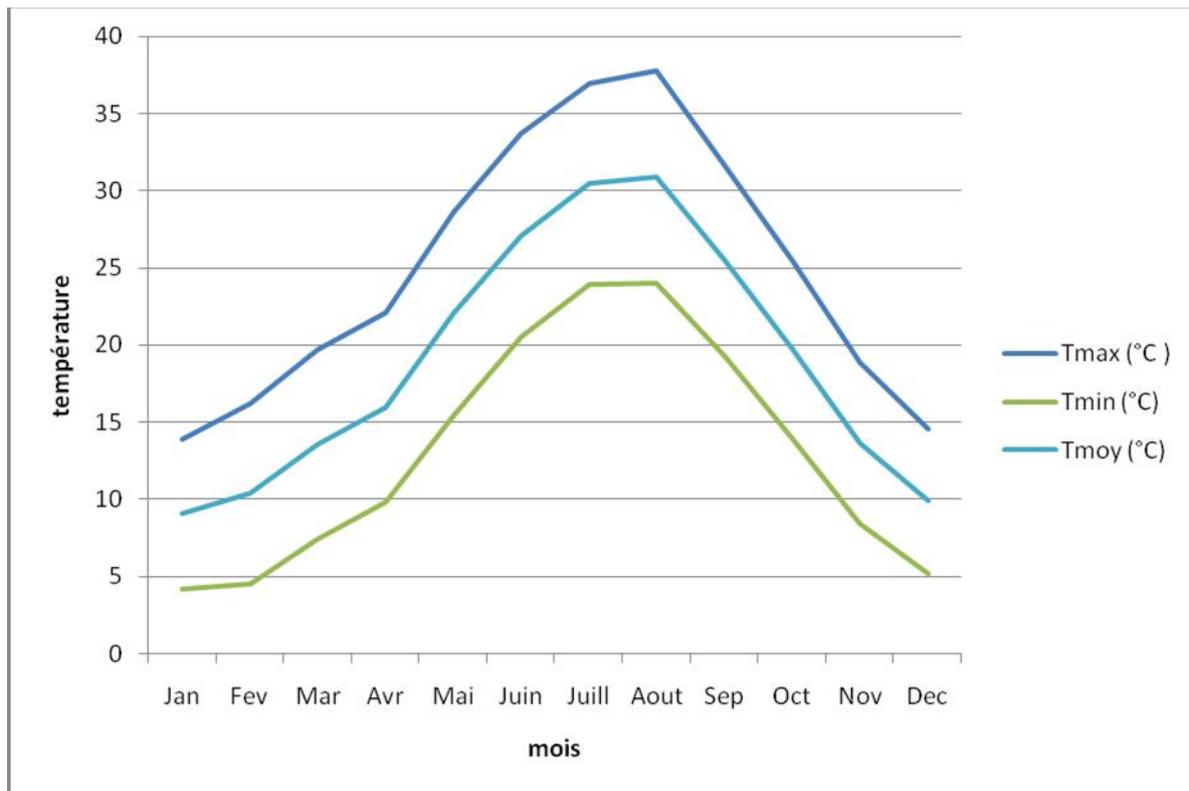


Figure I-4 : moyennes mensuelles des températures

I.2.4 Humidité relative :

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal.

Tableau 1-5: Moyenne mensuelle de l'humidité relative

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avar	Mai	Jui	Juil.	Aoû	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Hr(%)	77,2	67,5	63,3	58,5	53,4	43,7	58,1	41,1	51,9	61,9	72,4	76,7

Station de Msila (Météo)

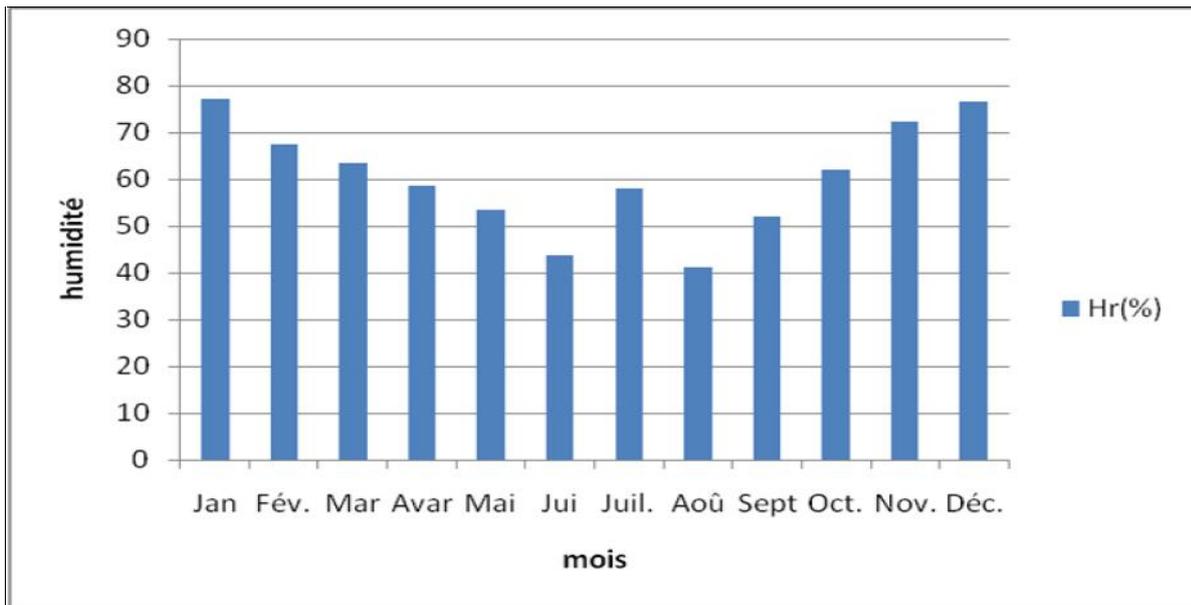


Figure I-5 : moyennes mensuelles de l'humidité

I.2.5 La gelée blanche :

Le nombre de jours de gelée blanche est de 65 et se repartie sur 08 mois d'octobre jusqu'à mai.

Tableau 1-6: nombre moyen de jours de gelée

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée blanche (jours/mois)	17	12	09	04	01	-	-	-	-	02	05	15	65

Station de Msila (Météo)

I.2.6 Les vents :

Pendant l'hiver, les vents viennent surtout de l'ouest, du nord ouest, du nord et nord est, d'où ils amènent la pluie,

Quant aux vitesses des vents, elles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 1-7 : vitesse de vent

Station	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Ann
Barika	1.9	2.1	2.4	2.7	2.5	2.6	2.4	2.3	2.5	2.1	2.0	1.8	2.3
M'sila	2.2	3.1	2.6	2.4	2.8	2.8	2.8	3	2.5	1.8	1.6	2.2	2.5

Variabilité mensuelle de la vitesse du vent en m/s

Ce tableau montre que les vitesses sont relativement faibles à modérés et sont régulièrement réparties sur l'année. Elles varient entre 2 et 3 m/s.

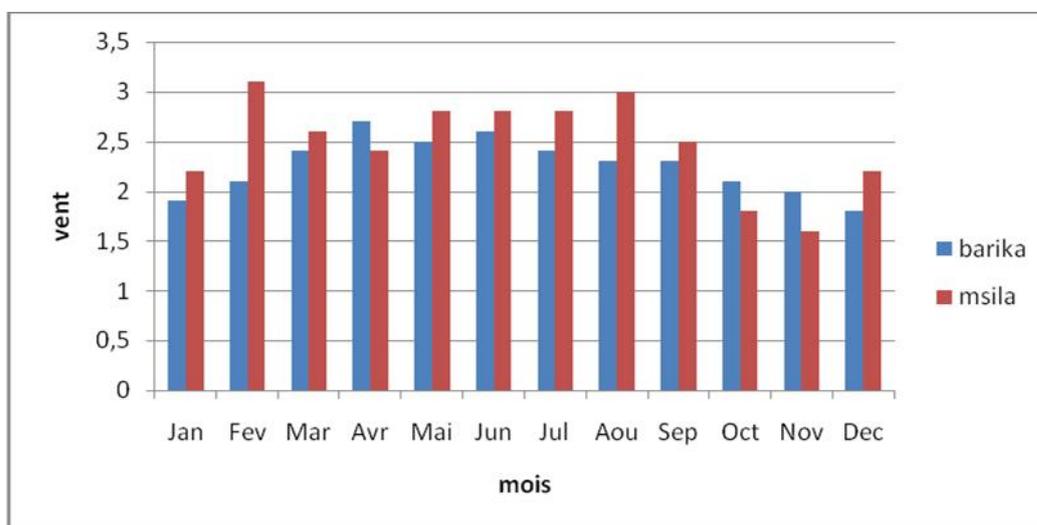


Figure I-6 : moyennes mensuelles de la vitesse des vents

I.2.7 La grêle :

Le nombre des jours de grêle est de 6.6 jours par an et se repartie comme l'indique le tableau qui suit. La fréquence la plus élevés est relevé en décembre; février et mars

Tableau 1-8: Nombre moyen de jours de grêle par mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
La grêle (jours/mois)	0.7	1.1	1.7	0.5	0.4	0.3	-	0.1	0.4	0.3	0.2	1.4	2.2

Station de Msila (Météo)

I.2.8 Les Précipitations :

Tableau I-9 : Moyennes mensuelles et annuelle des Précipitations Période : 1989-2007

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	M.A
Précipitations	21	14,1	19,3	18,7	31	10,4	4,2	8,03	25,4	25,3	29,1	25,8	232,3

(Source : Agence des bassins Algérois-Soummam-Hodna)

D'après ce tableau on remarque que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de Novembre (29,1 mm), tandis que le minimum est atteint au mois de Juillet (4,2 mm).

La pluviométrie moyenne annuelle pour cette station est de (232,3 mm), mais ce chiffre est à prendre avec beaucoup de réserves, vu les irrégularités dans les caractéristiques pluviométriques dont souffre le bassin du Hodna

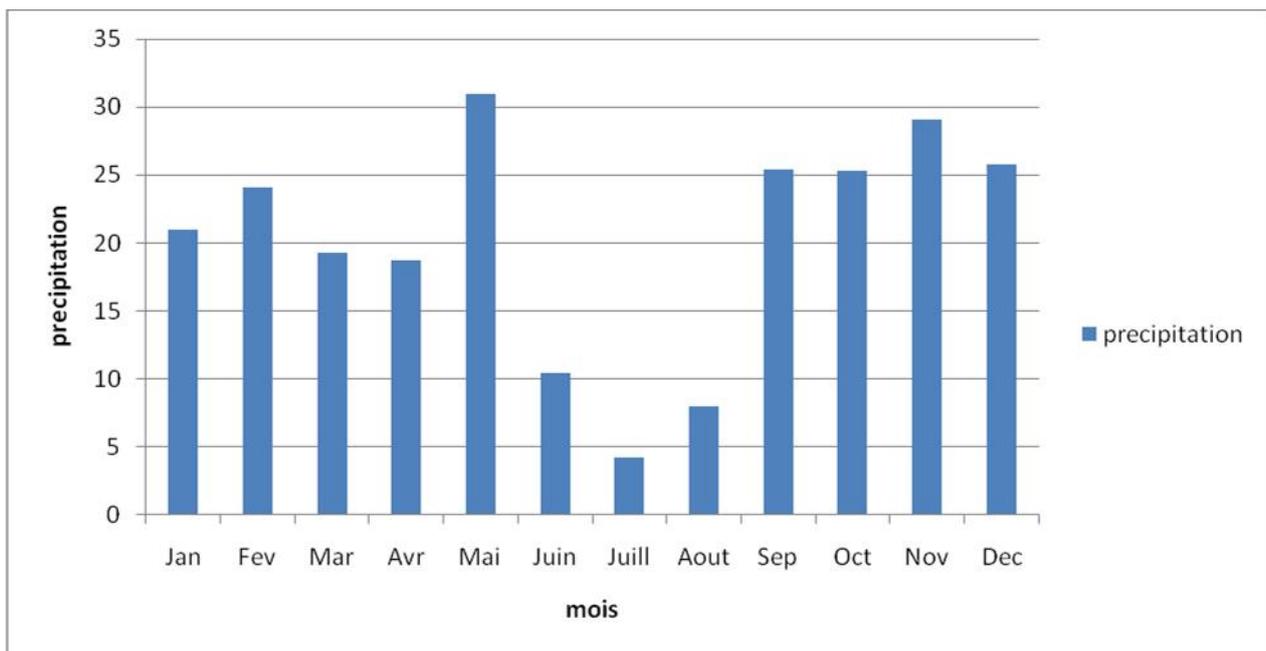


Figure I-7 : moyennes mensuelles des précipitations

I.2.9 Le sirocco : le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud .il souffle en été de mai à septembre.

Tableau 1-10: Nombre moyen de jours de sirocco.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sirocco (jours/mois)	0.1	0.0	0.5	1	1.4	1.7	5.8	2	0.5	0.3	0	0	13.3

Station de Msila (Météo)

I.2.10 L'insolation :**Tableau 1-11:** Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation (h/j)	8,3	8,0	8,4	9,2	9,3	10,6	11,5	10,6	9,2	8,8	7,7	7,7

Station de Msila (Météo)

I.2.11 L'évaporation :

L'évaporation est un problème physique qui croît avec la température et la sécheresse de l'air. La quantité d'eau évaporée pendant un temps donné dépend de plusieurs facteurs liés d'une part à l'état de l'atmosphère, d'autre part à la surface évaporant.

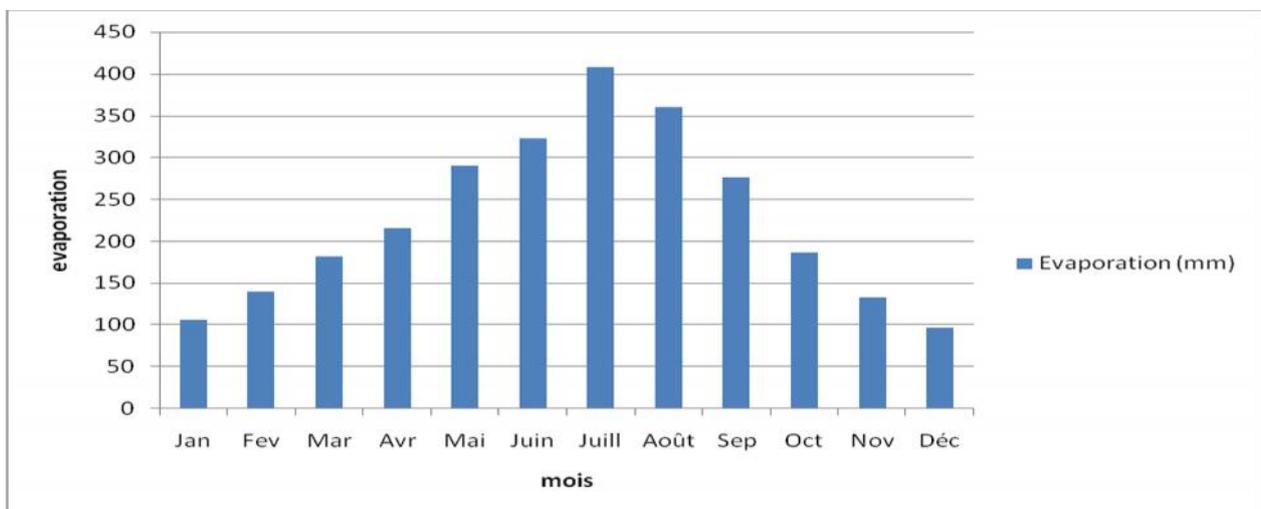
Tableau I.12 : Moyennes mensuelle et annuelle de l'Evaporation. Période : 1994-1999

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	M.A
Evaporation (mm)	106	140	182	216	290	323	408	360	276	187	133	97	2718

Source : ONM

Le tableau ci dessus montre que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de Juillet avec une valeur de 408 mm, le minimum est enregistré au mois de Décembre avec une valeur de 97 mm.

La moyenne annuelle de l'évaporation est de 2718mm

**Figure I-8 :** moyennes mensuelles de l'évaporation

I.3-Classification du climat :

I.3.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE :

L'indice d'aridité ou MARTON, est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

L'indice d'aridité est donné par l'expression suivant :

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

Avec P: précipitation annuelle en mm.

T: température moyenne en (°C).

$$\text{AN: } I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{232.3}{19 + 10} = 8.01$$

Tableau 1-13 : Classification du climat

Valeur	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 \leq I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 \leq I_A \leq 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 \leq I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$30 \leq I_A$	Humide	Utile

Selon la classification de MARTONNE; notre climat est Très sec, ce qui rend **l'irrigation Nécessaire**

I.3.2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :

Il s'agit selon les principes de trace eu (1905) d'exprimer la sécheresse globale d'un climat en comparant la dépense en eau (évaporation et transpiration) au gain (précipitation) par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

Expression définitive du quotient Q

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

Tel que :

P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

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

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

Pour :

P = 232.3mm

M= 37.8°c

m= 4.2°c

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 232.3}{(37.8 + 273)^2 - (4.2 + 273)^2} \approx 23.52$$

Et se referont au diagramme bioclimatique la valeur de Q situe notre zone :

- ✓ L'étage bioclimatique : aride
- ✓ Sous l'étage: hiver tempère.

(voir la figure 1-9)

Diagramme de Mr EMBERGER :

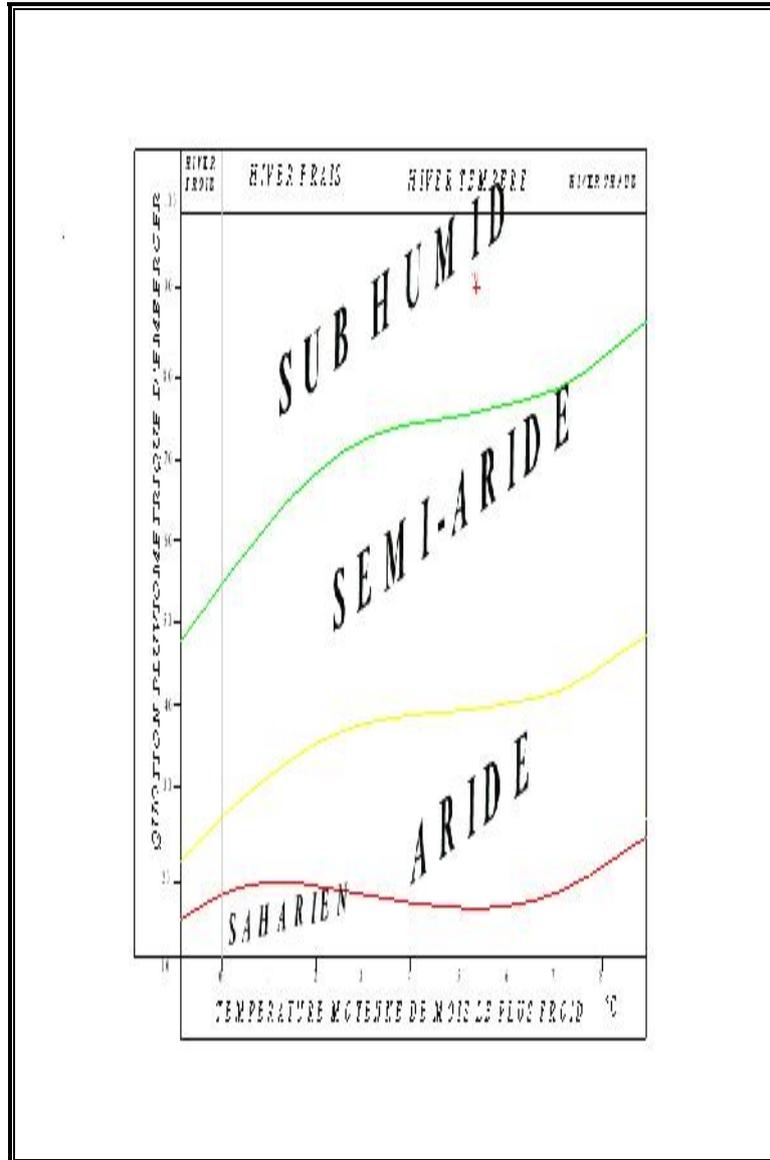


Figure I-9 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGE

I.3.3 Diagramme ombrothermique de Gausсен

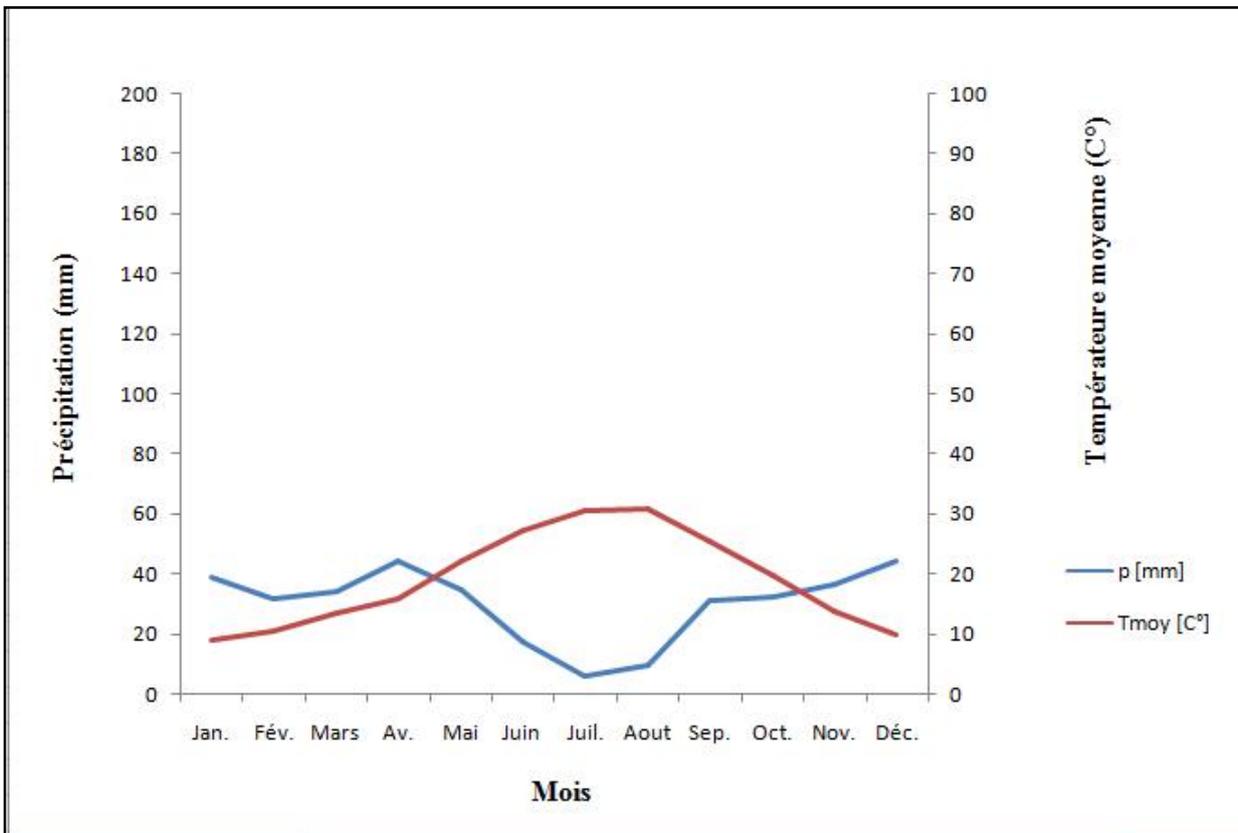


Figure 1-10 : diagramme ombrothermique de Gausсен de notre zone d'étude

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 des T°c est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

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

- période humide : Novembre jusqu'à Avril
- période sèche : Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre et Octobre En cette période\$ l'irrigation est nécessaire.

Conclusion:

Après l'étude de la combinaison précipitation- température dans notre région, et d'après la méthode d'Emberger, nous avons caractérisé le climat.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 232,3 mm/an, et la période pluvieuse débute normalement à partir du mois de Novembre pour se terminer au mois d'Avril. Par contre les mois les plus secs sont Juillet et Août.

Le diagramme ombrothermique détermine la dissociation de deux saisons, la saison humide, et la saison sèche qui est la période d'irrigation.

Cette étude a confirmée que la région est à climat aride. L'irrigation est donc parfois utile.

CHAPITRE II:

Hydrologie

Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier de près le bilan hydrique qui régné dans notre secteur d'étude en commençant premièrement par l'hydrologie qui a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donné ,qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométrique par des lois statistiques pour faire ressortir les pluie efficace pour calcule le bilan hydrique.

Il viendra par la suite, l'étude du régime d'irrigation, ou nous pouvons évaluer quantitativement les besoin en eau des cultures.

II-1- partie hydrologie

II-1-1-Réseau pluviométrique

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station de Msila qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude, par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH).

La série des précipitations moyennes mensuelles (1972/2012) de la station pluviométrique d' Msila est donnée dans le tableau I-1 dans le chapitre précédent :

II-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique [2]

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 séries : x et y tel que : N_1 et N_2
- Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- On constitue par la suite, la série x unions 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. $W_{\min} < W_y < W_{\max}$

$$W_y = \sum_{i=1}^n \mathbf{Rang}$$

W_x : Somme des rangs de sous série

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (\text{II.1})$$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_2 - W_{\min} \dots \dots \dots (\text{II.2})$$

Le tableau n° 2 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station.

Années	X	Y	Rang (i)	Serie classée	Appartenance	Rang des Xi
1967	339,2		1	119,7	X	1
1968	235,9		2	169,9	X	2
1969	119,7		3	185,4	X	3
1970	185,4		4	208,4	Y	
1971	292,5		5	213,2	Y	
1972	169,9		6	222	Y	
1973	470,3		7	235,9	X	7
1974	305,3		8	247	Y	
1975	486		9	252,2	Y	
1976	362,1		10	256,6	X	10
1977	352,5		11	257,6	X	11
1978	269,9		12	269,9	X	12
1979	570,9		13	287,5	Y	
1980	421,51		14	292,5	X	14
1981	256,6		15	305,3	X	15
1982	378,1		16	308,6	X	16
1983	308,6		17	316,61	Y	
1984	375,8		18	339,2	X	18
1985	418,6		19	340	Y	
1986	454,5		20	349,6	Y	
1987	257,6		21	352,5	X	21
1988		316,61	22	355,2	Y	
1989		520	23	362,1	X	23
1990		411	24	375,8	X	24
1991		413,1	25	378,1	X	25
1992		388,2	26	388,2	Y	
1993		396,5	27	389,82	Y	
1994		389,82	28	396,5	Y	
1995		496,9	29	411	Y	
1996		287,5	30	413,1	Y	
1997		252,2	31	418,6	X	31
1998		340	32	421,51	X	32
1999		533,3	33	454,5	X	33
2000		247	34	470,3	X	34
2001		349,6	35	486	X	35
2002		208,4	36	496,9	Y	
2003		355,2	37	520	Y	
2004		213,2	38	525,8	Y	
2005		222	39	533,3	Y	
2006		525,8	40	555,2	Y	
2007		555,2	41	570,9	X	41

Tableau II -2 : Test de Wilcoxon

$$N1 = 20$$

$$N2 = 21$$

$$W_x = 372$$

$$W_{\min} = 344.86$$

$$W_{\max} = 495.14$$

$$344.86 < W_x < 495.14$$

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

II-1-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi

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 sont les suivantes :

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

II-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique

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

a. 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

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

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Msila sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau II -3 : Les résultats de l'ajustement a la loi log normal

Ajustement à une loi de Gauss							% U Anderson = 0,453 I.C. à (en%)= 80 U Gauss= 1,282	
Moyenne= 352,4985366				Taille n= 41				
Ecart-type= 112,9963478				Nb au départ (41)				
Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
Obs.3	119,7	1	0,0122	-2,251	119,7	98,15215374	49,57393492	136,3335499
Obs.6	169,9	2	0,0366	-1,792	169,9	150,035716	108,6485423	183,1468922
Obs.4	185,4	3	0,0610	-1,547	185,4	177,7343996	139,9633522	208,3616781
Obs.36	208,4	4	0,0854	-1,370	208,4	197,7097574	162,4168851	226,6753863
Obs.38	213,2	5	0,1098	-1,228	213,2	213,7586533	180,3609778	241,4851102
Obs.39	222	6	0,1341	-1,107	222	227,4112541	195,5473788	254,161983
Obs.2	235,9	7	0,1585	-1,000	235,9	239,4467589	208,867072	265,4052703
Obs.34	247	8	0,1829	-0,904	247	250,3196293	220,839018	275,6235114
Obs.31	252,2	9	0,2073	-0,816	252,2	260,3199903	231,7939732	285,0780591
Obs.15	256,6	10	0,2317	-0,733	256,6	269,645571	241,9568935	293,9474986
Obs.21	257,6	11	0,2561	-0,655	257,6	278,4380742	251,4885727	302,3602337
Obs.12	269,9	12	0,2805	-0,581	269,9	286,8032502	260,5086142	310,4124844
Obs.30	287,5	13	0,3049	-0,510	287,5	294,8227551	269,108992	318,1789267
Obs.5	292,5	14	0,3293	-0,442	292,5	302,5615491	277,3625041	325,7193385
Obs.8	305,3	15	0,3537	-0,375	305,3	310,0727278	285,3282853	333,0829462
Obs.17	308,6	16	0,3780	-0,311	308,6	317,4008059	293,055547	340,3113879
Obs.22	316,61	17	0,4024	-0,247	316,61	324,5840329	300,5862044	347,4408106
Obs.1	339,2	18	0,4268	-0,184	339,2	331,6560849	307,9567867	354,5034138
Obs.32	340	19	0,4512	-0,123	340	338,6473489	315,1998753	361,5286327
Obs.35	349,6	20	0,4756	-0,061	349,6	345,5859386	322,3452264	368,5440871
Obs.11	352,5	21	0,5000	0,000	352,5	352,4985366	329,420688	375,5763852
Obs.37	355,2	22	0,5244	0,061	355,2	359,4111346	336,4529861	382,6518468
Obs.10	362,1	23	0,5488	0,123	362,1	366,3497243	343,4684405	389,7971979
Obs.18	375,8	24	0,5732	0,184	375,8	373,3409883	350,4936594	397,0402864
Obs.16	378,1	25	0,5976	0,247	378,1	380,4130403	357,5562626	404,4108688
Obs.26	388,2	26	0,6220	0,311	388,2	387,5962672	364,6856853	411,9415261
Obs.28	389,82	27	0,6463	0,375	389,82	394,9243454	371,9141269	419,6687878
Obs.27	396,5	28	0,6707	0,442	396,5	402,435524	379,2777347	427,6345691
Obs.24	411	29	0,6951	0,510	411	410,174318	386,8181464	435,8880811
Obs.25	413,1	30	0,7195	0,581	413,1	418,193823	394,5845888	444,488459
Obs.19	418,6	31	0,7439	0,655	418,6	426,5589989	402,6368395	453,5085004
Obs.14	421,51	32	0,7683	0,733	421,51	435,3515022	411,0495746	463,0401796
Obs.20	454,5	33	0,7927	0,816	454,5	444,6770829	419,9190141	473,2030999
Obs.7	470,3	34	0,8171	0,904	470,3	454,6774438	429,3735617	484,1580552
Obs.9	486	35	0,8415	1,000	486	465,5503142	439,5918028	496,1300012
Obs.29	496,9	36	0,8659	1,107	496,9	477,5858191	450,8350901	509,4496944
Obs.23	520	37	0,8902	1,228	520	491,2384198	463,511963	524,6360953
Obs.40	525,8	38	0,9146	1,370	525,8	507,2873158	478,3216869	542,5801881
Obs.33	533,3	39	0,9390	1,547	533,3	527,2626736	496,635395	565,0337209
Obs.41	555,2	40	0,9634	1,792	555,2	554,9613572	521,850181	596,3485309
Obs.13	570,9	41	0,9878	2,251	570,9	606,8449194	568,6635233	655,4231382

Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
0,2	-0,842	257,398411	228,5993747	282,3100747
0,5	0,000	352,4985366	329,420688	375,5763852
0,8	0,842	447,5986622	422,6869985	476,3976984

Valeur	Fréquence	Période de retour
257,4	0,200	5,0
352,5	0,500	2,0
447,6	0,800	5,0

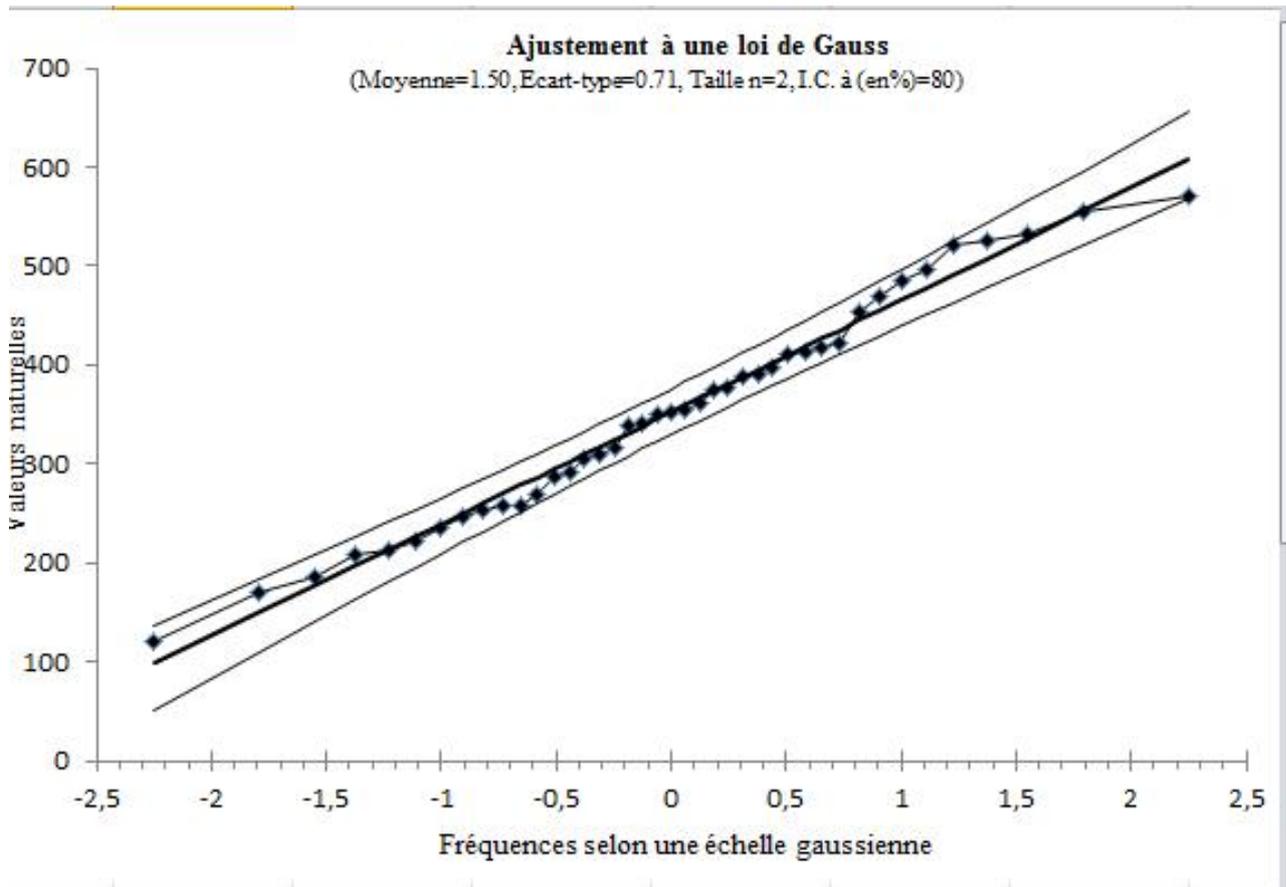


Figure II.1: Graphe d'ajustement à une loi normale

b. Ajustement à la loi log-normale (GALTON)

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de Msila sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous

Tableau II -4 : Les résultats de l'ajustement a la loi log normal

		Ajustement à une loi de Galton					% U Anderson = 0,363 I.C. à (en%)= 80	
Moyenne de ln(x- xo) = 5,81		Seuil xo= 0			Taille n= 40		U Gauss= 1,282	
Ecart-type de ln(x- xo)= 0,36				Nb au départ (39)				
Observations classées	Valeurs 339,2	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
Obs.2	119,7	1	0,0125	-2,241	119,7	149,6829	128,171665	169,039179
Obs.5	169,9	2	0,0375	-1,780	169,9	176,45087	154,6245724	196,064674
Obs.3	185,4	3	0,0625	-1,534	185,4	192,66835	170,8094596	212,392845
Obs.35	208,4	4	0,0875	-1,356	208,4	205,29252	183,4563789	225,112645
Obs.37	213,2	5	0,1125	-1,213	213,2	216,04076	194,2402259	235,965095
Obs.38	222	6	0,1375	-1,092	222	225,63362	203,8664755	245,679147
Obs.1	235,9	7	0,1625	-0,984	235,9	234,44986	212,7067291	254,637894
Obs.33	247	8	0,1875	-0,887	247	242,71688	220,9841607	263,071627
Obs.30	252,2	9	0,2125	-0,798	252,2	250,58409	228,8452445	271,13214
Obs.14	256,6	10	0,2375	-0,714	256,6	258,1565	236,392656	278,926684
Obs.20	257,6	11	0,2625	-0,636	257,6	265,51204	243,7022375	286,535434
Obs.11	269,9	12	0,2875	-0,561	269,9	272,71127	250,8325392	294,021289
Obs.29	287,5	13	0,3125	-0,489	287,5	279,8032	257,8305651	301,43579
Obs.4	292,5	14	0,3375	-0,419	292,5	286,82903	264,7354379	308,822896
Obs.7	305,3	15	0,3625	-0,352	305,3	293,82469	271,5808583	316,221544
Obs.16	308,6	16	0,3875	-0,286	308,6	300,82256	278,3968385	323,667475
Obs.21	316,61	17	0,4125	-0,221	316,61	307,85286	285,2109881	331,194625
Obs.31	340	18	0,4375	-0,157	340	314,94469	292,0495227	338,836245
Obs.34	349,6	19	0,4625	-0,094	349,6	322,1269	298,9381048	346,625888
Obs.10	352,5	20	0,4875	-0,031	352,5	329,42894	305,9025972	354,598333
Obs.36	355,2	21	0,5125	0,031	355,2	336,88165	312,9697875	362,790529
Obs.9	362,1	22	0,5375	0,094	362,1	344,51815	320,1681375	371,242619
Obs.17	375,8	23	0,5625	0,157	375,8	352,37477	327,5286119	379,999132
Obs.15	378,1	24	0,5875	0,221	378,1	360,49223	335,0856463	389,110412
Obs.25	388,2	25	0,6125	0,286	388,2	368,91703	342,8783347	398,63443
Obs.27	389,82	26	0,6375	0,352	389,82	377,70334	350,9519422	408,639127
Obs.26	396,5	27	0,6625	0,419	396,5	386,91538	359,3599	419,20555
Obs.23	411	28	0,6875	0,489	411	396,63079	368,1665177	430,432152
Obs.24	413,1	29	0,7125	0,561	413,1	406,94528	377,4507808	442,440863
Obs.18	418,6	30	0,7375	0,636	418,6	417,9794	387,3118365	455,385909
Obs.13	421,51	31	0,7625	0,714	421,51	429,88872	397,8771886	469,467059
Obs.19	454,5	32	0,7875	0,798	454,5	442,87954	409,3154178	484,950278
Obs.6	470,3	33	0,8125	0,887	470,3	457,23463	421,8568393	502,201446
Obs.8	486	34	0,8375	0,984	486	473,35734	435,8289461	521,744495
Obs.28	496,9	35	0,8625	1,092	496,9	491,85296	451,7215487	544,36888
Obs.22	520	36	0,8875	1,213	520	513,69271	470,3177173	571,346972
Obs.39	525,8	37	0,9125	1,356	525,8	540,58749	492,9912536	604,931623
Obs.32	533,3	38	0,9375	1,534	533,3	576,00828	522,5155538	649,721422
Obs.40	555,2	39	0,9625	1,780	555,2	628,94882	566,0303964	717,729163
Obs.12	570,9	40	0,9875	2,241	570,9	741,42447	656,525698	865,858807

Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
0,2	-0,842	246,69311	224,9595504	267,141044
0,5	0,000	333,134455	309,4216247	358,6645409
0,8	0,842	449,864875	415,430603	493,3267548

Valeur	Fréquence	Période de retour
246,7	0,200	5,0
333,1	0,500	2,0
449,9	0,800	5,0

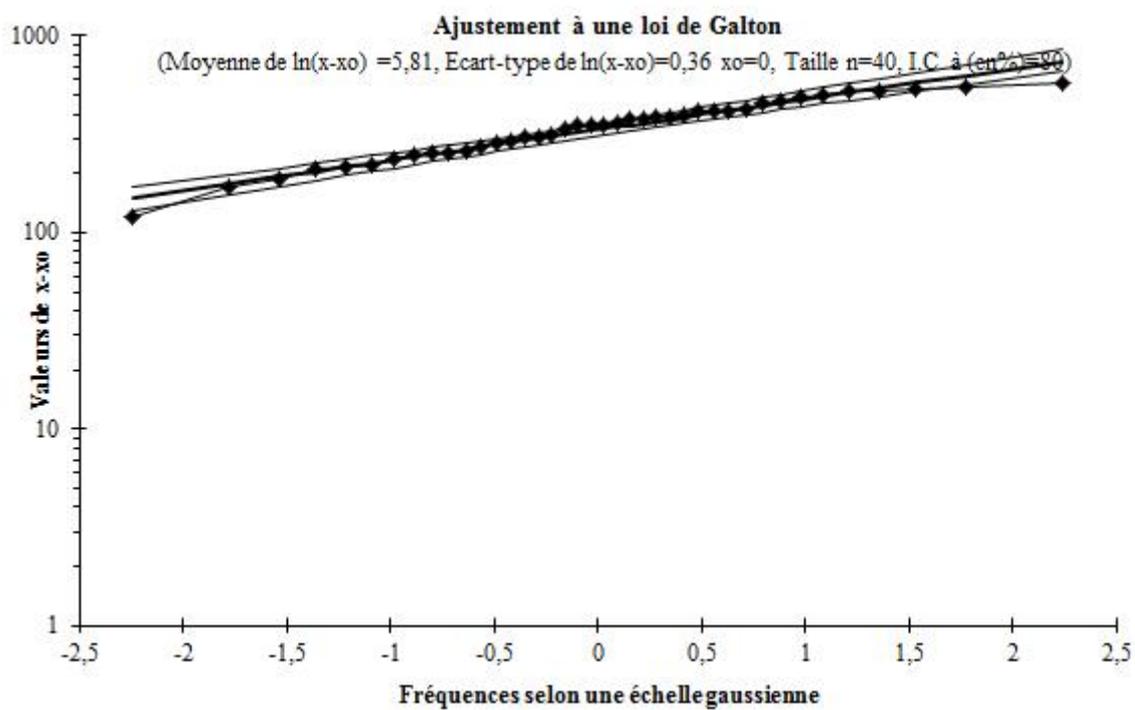


Figure II.2: Graphe d'ajustement à une loi normale

II-1-5- Détermination de l'année de calcul

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

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

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 246,7 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 333,1 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{246,7}{333,1} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0,74 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau II -5: L'année de calcul

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
$P_{\text{moy.80\%}}$	23.10	23.97	26.94	32.87	28.67	23.65	25.39	32.75	25.68	12.90	4.44	6.96	267.32

Conclusion

Dans cette partie, nous avons dégagé 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, on a utilisé le test de la loi Log-normale qui a montré un ajustement à considérer. Concernant l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles la loi de Gauss a été adoptée.

Les calculs manuels des expressions statistiques vont prendre plus temps, mais avec l'utilisation de l'outil informatique, on aboutit facilement aux résultats escomptés, à l'aide des logiciels tel que l'HYDROLAB, nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

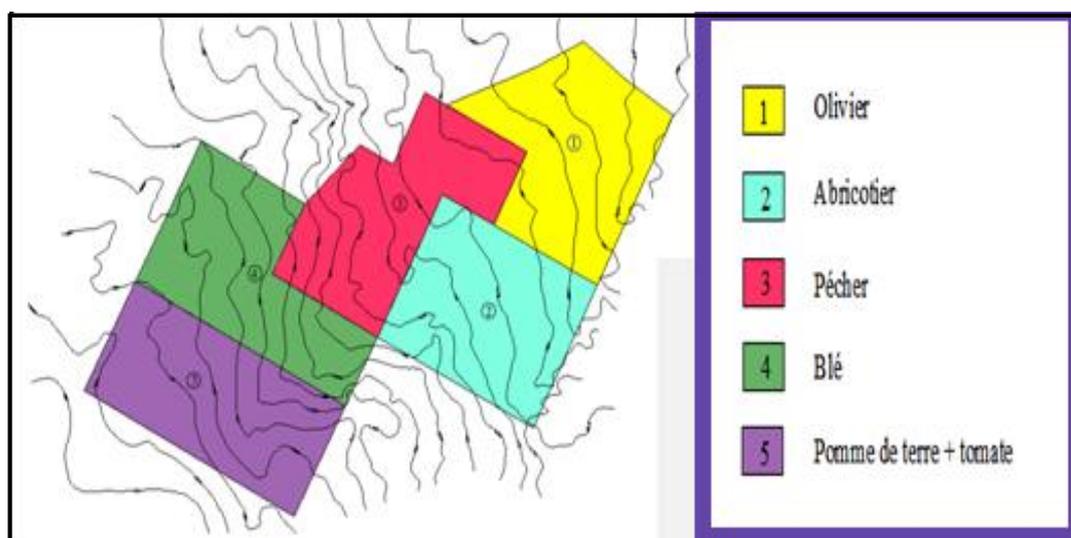
CHAPITRE III:
Etude des besoins en
eaux des cultures

Introduction :

Les besoins en eau pour satisfaire le périmètre sont déterminés sur la base des conditions plus en moins importantes comme les Conditions climatique (pluie efficace, ETP, température), et les Conditions culturale (besoin de l'eau est variée en fonction des cultures), etc

III-1 -Occupation du sol**Tableau III.1 : Occupation du sol**

Les Culture	Les surfaces (ha)
Olivier	30
l'abricotier	30
Pêcher	30
Blé	30
pomme de terre	15
Tomate	15

**Figure III.1 : Occupation du sol**

III-2 LES BESOINS EN EAU DU PERIMETRE : [3]

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique :

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU)$$

Avec :

B : Besoins en eau d'irrigation (mm) ;

ETP : évapotranspiration (mm/j) ;

RFU : Réserve facilement utilisable ;

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot d_a \cdot z$$

Y : degré de tarissement ;

d_a : densité apparent ;

Z : profondeur d'enracinement ;

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

H_{pf} : humidité au point de flétrissement ;

P_{eff} : pluie efficace ;

$P_{eff} = A \cdot \text{Pluie}$; $A = 0,8$ à $0,9$ (pour notre cas on va prendre $A = 0,8$).

III-2-1 L'évapotranspiration potentielle ou de référence :

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration 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, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de Mr Penman et Monteith. [4]

Tableau III.2 : Évapotranspiration en mm / jour

The screenshot shows a software window titled "ETo Penman-Monteith par mois - untitled". It contains input fields for "Pays", "Station", "Altitude" (441 m), "Latitude" (35.40 °N), and "Longitude" (4.30 °E). Below these fields is a table with 8 columns: Month, Temp Min, Temp Max, Humidity, Wind, Sun, Rad, and ETo. The table lists monthly data from January to December, with an "Average" row at the bottom. The "Rad" and "ETo" columns are highlighted in yellow.

Month	Temp Min	Temp Max	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
January	4.2	13.6	77	2.2	8.3	12.1	1.38
February	4.5	16.2	68	3.1	8.0	14.3	2.31
March	7.4	19.7	63	2.6	8.4	17.9	3.20
April	9.8	22.1	59	2.4	9.2	21.7	4.08
May	15.5	28.7	53	2.8	9.3	23.4	5.66
June	20.5	33.7	44	2.8	10.6	25.7	7.21
July	23.9	37.0	58	2.8	11.5	26.7	7.38
August	24.0	37.8	41	3.0	10.6	24.1	8.01
September	19.3	31.7	52	2.5	9.2	19.7	5.54
October	13.9	25.4	62	1.8	8.8	16.0	3.36
November	8.4	18.9	73	1.6	7.7	12.0	1.85
December	5.2	14.6	77	2.2	7.7	10.8	1.36
Average	13.1	24.9	61	2.5	9.1	18.7	4.28

III-2-2 Détermination de Pluie efficace:

La pluie efficace, P_{eff} , représente la fraction des précipitations qui est effectivement utilisée par la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation profonde, le choix de la méthode appropriée pour le calcul des précipitations efficaces demande une réflexion sérieuse. Différentes méthodes ont ainsi été développées, chacune prenant en compte le climat de la région où doivent s'effectuer les mesures.

Pluie efficace = $0,8 \times$ pluie moyenne mensuelle L'entrée des données relatives à chaque culture et la date de semis.

Les résultats sortis ont été transférés (tableaux des besoins en eau et de calendrier d'irrigation) de Cropwat vers Logiciel Excel, pour permettre le calcul du bilan

Tableau III-3 : précipitation mensuelles de l'année de projet

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
P _{moy.80%}	23.10	23.97	26.94	32.87	28.67	23.65	25.39	32.75	25.68	12.90	4.44	6.96	267.32

Tableau III-4: Précipitation efficace dans la zone d'étude

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	28.7	27.4
February	23.6	22.7
March	25.4	24.4
April	32.8	31.1
May	25.7	24.6
June	12.9	12.6
July	4.4	4.4
August	7.0	6.9
September	23.1	22.2
October	24.0	23.1
November	26.9	25.7
December	32.9	31.2
Total	267.4	256.3

III-2-3 L'évapotranspiration réelle ou culture (ETR, ETC) : [4]

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un 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.

$$ETc = Kc \times ETo$$

Avec:

Kc : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son Stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

Tableau III-5: Le calendrier cultural

Cultu \ Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tomate												
pomme de terre												
Blé												
pêcher												
Abricotier												
Olivier												

III-2-4 Dose d'irrigation de la tomate :**TABLEAU IV-6 :** dose d'irrigation de la tomate

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0	0	27,4	113,50	0
F	64,4	0	0	22,7	140,90	0
M	98,58	0,6	59,15	24,4	104,45	0
A	121,5	0,7	85,05	31,1	44,00	9,95
M	175,46	1,1	193,01	24,6	0	168,41
J	217,2	1,2	260,64	12,6	0	248,04
J	229,71	1,07	245,79	4,4	0,0	241,39
A	255,13	0	0	6,9	4,4	0
S	172,2	0	0	22,2	11,30	0
O	104,78	0	0	23,1	33,5	0
N	56,7	0	0	25,7	56,60	0
D	41,85	0	0	31,2	82,30	0
Somme	1580.29			256.3		667,79

IV-2-4 Dose d'irrigation de la pomme de terre :**TABLEAU III-7:** dose d'irrigation de la pomme de terre

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0	0	27,4	31,20	0
F	64,4	0	0	22,7	58,60	0
M	98,58	0	0	24,4	81,30	0
A	121,5	0	0	31,1	105,70	0
M	175,46	0	0	24,6	0,00	0
J	217,2	0	0	12,6	24,60	0
J	229,71	0	0	4,4	37,2	0
A	255,13	0,5	127,565	6,9	0,0	120,67
S	172,2	0,85	146,37	22,2	0,0	124,17
O	104,78	1,02	106,8756	23,1	0,0	84
N	56,7	0,85	48,195	25,7	0,00	22,5
D	41,85	0,75	31,3875	31,2	0,00	0,19
Somme	1580.29			256.3		351,31

IV-2-4 Dose d'irrigation du blé :**TABLEAU III-8 : dose d'irrigation du blé**

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0,8	34,224	27,4	58,13	0
F	64,4	1,05	67,62	22,7	17,91	27,01
M	98,58	1,2	118,296	24,4	0,00	93,9
A	121,5	0,75	91,125	31,1	0,00	60,03
M	175,46	0,65	114,049	24,6	0,00	89,45
J	217,2	0,2	43,44	12,6	0	30,84
J	229,71	0	0	4,4	12,60	0
A	255,13	0	0	6,9	17	0
S	172,2	0	0	22,2	23,90	0
O	104,78	0	0	23,1	46,10	0
N	56,7	0,3	17,01	25,7	52,19	0
D	41,85	0,4	16,74	31,2	61,15	0
Somme	1580.29			256.3		301,23

IV-2-4 Dose d'irrigation du pêcher :**TABLEAU III-9 : dose d'irrigation du pêcher**

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0,78	33,37	27,4	0	5,97
F	64,4	0,72	46,37	22,7	0	23,67
M	98,58	0,5	49,29	24,4	0	24,89
A	121,5	0,5	60,75	31,1	0	29,65
M	175,46	0,58	101,77	24,6	0	77,17
J	217,2	0,73	158,56	12,6	0	145,96
J	229,71	0,89	204,44	4,4	0	200,04
A	255,13	0,95	242,37	6,9	0	235,47
S	172,2	0,95	163,59	22,2	0	141,39
O	104,78	0,95	99,54	23,1	0	76,44
N	56,7	0,91	51,60	25,7	0	25,90
D	41,85	0,85	35,57	31,2	0	4,37
Somme	1580,29		1247,22			990,92

IV-2-5 Dose d'irrigation de l'abricotier:**TABLEAU III-10:** dose d'irrigation de l'abricotier:

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0,78	33,37	27,4	0	5,97
F	64,4	0,72	46,37	22,7	0	23,67
M	98,58	0,5	49,29	24,4	0	24,89
A	121,5	0,5	60,75	31,1	0	29,65
M	175,46	0,58	101,77	24,6	0	77,17
J	217,2	0,73	158,56	12,6	0	145,96
J	229,71	0,89	204,44	4,4	0	200,04
A	255,13	0,95	242,37	6,9	0	235,47
S	172,2	0,95	163,59	22,2	0	141,39
O	104,78	0,95	99,54	23,1	0	76,44
N	56,7	0,91	51,60	25,7	0	25,90
D	41,85	0,85	35,57	31,2	0	4,37
Somme	1580,29		1247,22			990,92

IV-2-6 Dose d'irrigation de l'olivier :**TABLEAU III-11:** dose d'irrigation de l'olivier

Mois	Et0 mm/mois	Kc	ETM mm/mois	Pluie eff mm	RFE mm/mois	B irr mm
J	42,78	0,81	34,65	27,4	0	7,25
F	64,4	0,73	47,01	22,7	0	24,31
M	98,58	0,5	49,29	24,4	0	24,89
A	121,5	0,5	60,75	31,1	0	29,65
M	175,46	0,5	87,73	24,6	0	63,13
J	217,2	0,59	128,15	12,6	0	115,55
J	229,71	0,74	169,99	4,4	0	165,59
A	255,13	0,89	227,07	6,9	0	220,17
S	172,2	0,95	163,59	22,2	0	141,39
O	104,78	0,95	99,54	23,1	0	76,44
N	56,7	0,95	53,87	25,7	0	28,17
D	41,85	0,73	29,87	31,2	0	0,00
Somme	1580.29		1151,50			896,53

Tableau III-12: Les besoins en eaux des cultures

ésignatio	Besoins mensuel (mm/mois)												Année
	J	V	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tomate	0	0	0	9,95	168,41	248,04	241,39	0	0	0	0	0	667,79
pomme de terre	0	0	0	0	0	0	0	120,67	124,17	84	22,5	0,19	351,31
Blé	0	27,01	93,9	60,03	83,45	30,84	0	0	0	0	0	0	301,23
Pêcher	5,97	23,67	24,89	29,65	77,17	145,96	200,04	235,47	141,39	76,44	25,9	4,37	990,92
l'abricotier	5,97	23,67	24,89	29,65	77,17	145,96	200,04	235,47	141,39	76,44	25,9	4,37	990,92
Olivier	7,25	24,31	24,389	29,65	63,13	115,55	165,59	220,17	141,39	76,44	28,17	0	896,53
Totale (mm)	19,19	98,66	168,069	158,93	469,33	686,35	807,06	811,78	548,34	313,32	102,47	8,93	4198,7
Totale (m3/ha)	191.9	986.6	1680.6	1589.3	4693.3	6863.5	8070.6	8117.8	5483.4	3733.2	1024.7	89.3	41987

Tableau III-13: Récapitulatif des besoins totaux en eaux

Cultures	Superficie (ha)	Besoins en eau net (mm)	Besoins en eau net (m ³ /ha)	Efficiencie	Besoins bruts totaux (m ³ /ha)
Tomate	15	667,79	6677.9	0.75	8903.86
pomme de terre	15	351,31	3513.1	0.75	4684.13
Blé	30	301,23	3012.3	0.75	4016.4
Pêcher	30	990,92	9909.2	0.75	13212.26
l'abricotier	30	990,92	9909.2	0.75	13212.26
Olivier	30	896,53	8965.3	0.75	11953.73
Totale	150	4198,7	41987	0.75	55982.66

III-3 Calcul du volume annuel total :**Tableau III-14:** Calcul du volume :

Cultures	Superficie (ha)	Besoins bruts totaux (m ³ /ha)	Volume Mm ³
Tomate	15	8903.86	0.13
pomme de terre	15	4684.13	0.07
Blé	30	4016.4	0.12
Pêcher	30	13212.26	0.4
l'abricotier	30	13212.26	0.4
Olivier	30	11953.73	0.36
Totale	150	55982.66	1.48

Le volume annuel total nécessaire

$$V_T = \text{volume partielle} = (0.13+0.07+0.12+0.4+0.4+0.36)$$

$$V_T = 1.48 \text{ Mm}^3$$

Donc le volume annuel total nécessaire de ce périmètre est de **1.48 Mm³**

Pour le mois du point :**Tableau IV-15 :** Besoins en eau du moins de pointe net

Superficie (ha)	Besoins en eau du mois de pointe (m ³ /ha)	Efficiencie	Besoins en eau du mois de pointe (m ³ /ha)	volume Mm ³
150	2480.4	0,75	3307.2	0.49

III-4 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 :

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

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 150 ha.

Le mois de point est d' **Juin** est le besoins de point sont de : **248.04 mm**

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

$$Q_s = \frac{B_{point} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600} \quad \dots\dots\dots (III.2)$$

Avec :

- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois).
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficiencie globale du système d'irrigation ($k=0,75$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation (18-24) h.
- nj : nombre de jours par mois (20-30) jours.

➔ Dans notre région d'étude :

Pour :

$Nh= 24$ h et $nj=30$ jours

Le débit spécifique : $q_s = 1.28$ l/s/ha. Il est inférieur à 1,5 l/s/ha,

Donc le choix reste valable.

$$\begin{aligned}q_s &= 1.28 \text{ l/s/ha} \\Q_{\text{car}} &= q_s \times s \quad \Rightarrow \quad 1.28 \times 150 = 192 \text{ l/s} \\&\rightarrow \quad Q_{\text{car}} = 0.192 \text{ m}^3/\text{s} = 16588.8 \text{ m}^3/\text{j}\end{aligned}$$

CONCLUSION :

L'étude faite au niveau de ce chapitre nous a permis de définir les besoins en eau d'irrigation pour la culture, Les besoins estimés des eaux en irrigation pour les terres agricoles sont **1.48 Mm³** est suffisant pour irriguer **150 ha**.

CHAPITRE IV:

Technique d'arrosage

Introduction :

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour de répartition de cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit.

IV .1. Généralités :

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par

ce moyen réalise les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quelque soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage), et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir Cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum profit.

IV .2. Technique d'arrosage : [5]

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- a) Irrigation de surface (par gravité):** laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu' à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).



Figure IV -1: Irrigation de surface

b) Irrigation par aspersion : pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol, (cas de notre projet).



Figure IV -2: Irrigation par aspersion

c) **Irrigation souterraine** : élever la nappe d'eau par en dessous (dans les endroits où la nappe d'eau souterraine est peu profonde et contrôlable) de façon à ce que la rhizosphère soit humidifiée par capillarité.

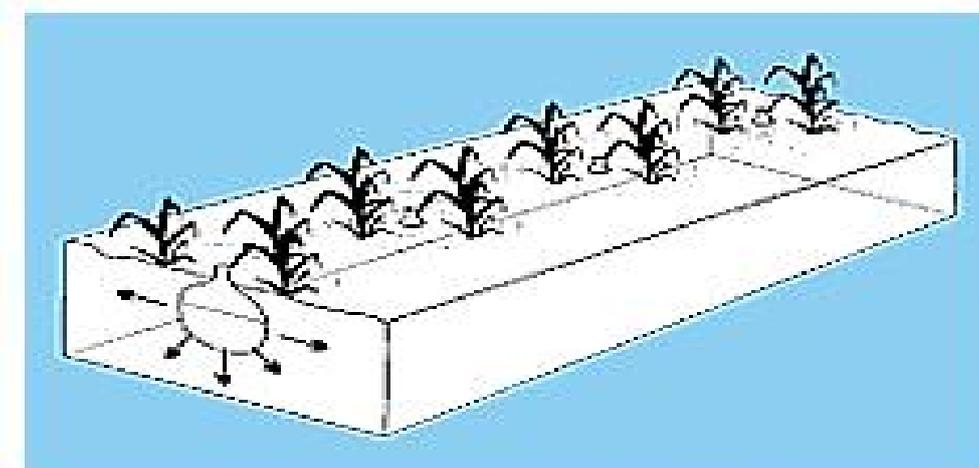


Figure IV-3: Irrigation souterraine

d) **Irrigation goutte à goutte** : terme utilisé par Certains auteurs en références l'utilisation d'un type particulier de distributeur: le goutteur. (Cas de notre projet).



Figure IV -4: Irrigation goutte à goutte

IV .3 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.

IV.4 Mode d'arrosage :

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

IV.4. 1 L'irrigation par aspersion :

L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie artificielle sur le sol, grâce à l'utilisation d'appareil (dit asperseurs) alimentés en eau sous pression, Ce mode d'irrigation permet un dosage précis des apports d'eau, donc une économie d'eau.

Employée depuis long temps par les jardiniers horticulteurs et les arboriculteurs pour les cultures maraichères florales, arbustives, fruitières, cette technique peut être utilisée pour les grandes cultures .

Ici l'eau tombe naturellement sur le sol donc dans les mêmes conditions que les précipitations atmosphériques, et s'y infiltre compte tenu seulement de la perméabilité du sol.

IV .4. 1 .1 Caractéristiques :

Cette technique ne nécessite pas de nivellement de la surface irriguée et assure l'aération du sol (oxygénation de l'eau).Elle exige une adaptation de la qualité microbiologique de l'eau, elle est pratiquée sur des parcelles à topographie irrégulière.

IV .4. 1 .2 L'avantage de l'aspersion :

- Elle s'adapte à n'importe quel type de terrain (accidenté, pente nulleetc.), elle ne

nécessite pas de préparation du sol (planage), donc elle facilite l'exploitation du sol, Permet d'irriguer des surfaces importantes, demande peu de main en œuvre.

- Elle peut être employée quelque soit la nature du sol même si ce dernier est très perméable.
- Elle permet une oxygénation de l'eau,
- Elle représente une économie de l'eau, qui peut atteindre 50 %.
- Elle met à la disposition des exploitations des conditions d'arrosage très souples, En région aride, l'aspersion permet une protection anti-gel et fertilisante.

IV .4. 1 .3 L'inconvénient :

- Elle nécessite au départ pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement (frais du matériel) ,
- Elle exige une nombreuse main d' œuvre d'exploitation , mais cet inconvénient n'est pas toujours évident puisque les frais peuvent être compensés par les frais du travail du sol et la rapidité d'arrosage .Néanmoins l'aspersion régulière favorise l'apparition de problèmes phytosanitaires peu création un milieu propice aux champignons, insectes et autres maladies. Elle provoque le développement des mauvaises herbes, Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont fines.
- Elle provoque le tassement progressif du sol, dans les cas les plus dangereux elle peut contribuer à l'érosion du sol .L'aspersion ne s'adapte pas bien à des sols ayant une vitesse d'infiltrations inférieur à 3 mm /h.
- Dans le cas d'eau chargée, des problèmes peuvent se poser par suite de l'abrasion très rapide des buses d'aspersion.
- Les asperseurs sont peu susceptibles de colmatage, néanmoins un minimum de précautions doit être pris avec la buse de petit diamètre.

IV.4. 1 .4 Réseau d'aspersion :

Les réseaux d'irrigation par aspersion, sont plutôt ramifiés que maillés car moins coûteux, les réseaux maillés sont adaptés en AEP pour palier aux coupures d'eau, alors en irrigation ou peut tolérer jusqu'à 48 heure au maximum.

Le sens de circulation de l'eau dans la conduite est donc toujours le même, ce qui nous permet de choisir l'amont (tête de réseau) et l'aval.

IV .4.2 L'irrigation par goutte à goutte :

IV.4.2.1 Définition :

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

IV .4.2.2 Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte :

❖ -Les avantages du goutte à goutte :

L'irrigation au goutte à goutte représente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes d'irrigation :

1- l'eau se déverse uniformément à partir de chaque distributeur adapté au tuyau latéral, même sur un terrain en pente modérée. En outre, la mise au point de distributeurs de compensation permet une irrigation uniforme sur des pentes plus prononcées et sur des distances plus importantes.

2- Des engrais peuvent être apportés directement à la racine plutôt que sur la superficie totale du champ, ce qui permet d'éviter le gaspillage des ressources.

3- La quantité d'eau apportée peut être optimisée en fonction des différents types de sols, tout en évitant l'infiltration au-delà de la racine. En outre, des sols sableux qui ne peuvent être arrosés par sillons ou par inondation peuvent être efficacement irrigués par le goutte à goutte.

4- La pousse des mauvaises herbes est réduite au minimum.

5- Entre les rangées plantées, le sol à sec permet aux agriculteurs et aux machines d'accéder aisément et en toute saison.

6- Il est possible d'utiliser une eau de piètre qualité (saumâtre ou d'effluents) car:

-L'irrigation au goutte à goutte à la différence de l'irrigation par aspersion permet l'utilisation d'eau saumâtre car le contact direct entre l'eau et les feuilles est évité, prévenant les brûlures.

-L'irrigation au goutte à goutte entraîne le lessivage permanent des sels autour de la racine, évitant l'accumulation de sels au voisinage immédiat des racines, c'est important lorsque l'irrigation porte sur des sols salins ou s'effectue avec de l'eau saumâtre.

-L'irrigation au goutte à goutte permet l'utilisation des eaux usées à peine retraitées. En effet l'eau étant délivrée à même le sol, les risques sont moindres pour la santé.

7- Des distributeurs réglés pour délivrer une quantité donnée d'eau (de l'ordre de plusieurs litres par heure) peuvent être installés avec l'espacement voulu en fonction des besoins de chaque culture.

8- L'irrigation au goutte à goutte est la méthode d'irrigation la plus efficace en terme d'économie d'eau. Comme les distributeurs émettent l'eau directement au sol à proximité des racines qui l'absorbent immédiatement, l'évaporation est réduite au minimum. Cette caractéristique est particulièrement importante dans les zones arides.

9- S'il est entretenu correctement, un dispositif d'irrigation au goutte à goutte de bonne qualité peut durer de quinze à vingt ans.

❖ **Inconvénients du goutte à goutte :**

➤ **-L'obstruction des goutteurs :**

L'inconvénient dans ce type d'installation est le risque de colmatage (obstruction), ce colmatage peut avoir trois causes principales :

• **-Colmatage physique :**

Il est dû à l'introduction dans le réseau de grosses particules. Il faut un système de filtration très efficace en tête de ligne.

• **-Colmatage biologique :**

Il est dû au développement d'algues et de bactéries dans les canalisations. L'adjonction période d'antiseptique (Ex : eau de javel) à l'eau d'irrigation peut se révéler indispensable.

• **-Colmatage chimique :**

C'est le plus difficile à combattre, certaines eaux (souvent alcalins) précipitent des sels insolubles surtout des sels de calcium et de fer qui peuvent former des dépôts bruns dans les goutteurs, et les obstruer, et aussi des gels dans les filtres.

L'entartrage (l'adjonction d'héxamétoposphate ou d'acide nitrique dilué) donne en général, assez bons résultats.

D'autre part les engrais solubles employés sans discernement peuvent être également la cause du colmatage par précipitation, le meilleur moyen de prévenir ces obstructions des goutteurs est une filtration soignée de l'eau. .

➤ **-Accumulation des sels :**

Les eaux d'irrigation contiennent toujours plus ou moins de sels dissous, les plantes prennent l'eau et la majorité des sels restent dans le sol.

Pendant la période d'irrigation les sels sont refoulés peu à peu à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol, une pluie légère risque alors de les entraîner vers les racines.

Certes, on peut lutter contre l'accumulation des sels en apportant un excès d'eau par rapport à la consommation de la plante : on lessive ainsi une grande partie des sels et on les déplace en dessous de la zone racinaire, mais le procédé le plus efficace, surtout dans les régions où la pluviométrie naturelle est trop faible ($P \leq 250$ mm/an) pour assurer un lessivage suffisant, et

de pratiquer des arrosages complémentaires selon une méthode classique (aspersion, ruissellement). .

➤ **-Difficulté à déterminer le volume minimal de sol à humidifier :**

Le développement racinaire se limite à la zone humidifiée, la croissance optimale de la culture globale exige l'humidification d'un volume minimum de sol. Il apparaît que les dimensions de ce volume sont liées à différentes variables et plus spécialement, au débit des goutteurs, à leur distance et à la nature du sol.

IV .4.2.3 Champ d'application du goutte à goutte :

Le goutte à goutte est maintenant couramment utilisée pour les cultures suivantes :

- Cultures fruitières : Européennes, Méditerranéennes et Tropicales, sans aucune limitation ;
- Cultures maraîchères et florales de pleine terre : plein champ ou sous tunnels plastiques ;
- Cultures arbustives en pots ;

- Cultures hors – sol ;
- Grandes cultures : coton, canne à sucre, maïs, betteraves sucrières, tabac, bananiers, ... etc).

IV .4.2.4 Description d'un réseau d'irrigation au goutte à goutte :

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer.

L'unité est mise en tête du bassin d'accumulation destiné au stockage, l'unité de tête comporte les appareils suivants :

- ❖ Groupe de pompage
- ❖ Vanne
- ❖ Filtre à sable
- ❖ Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du bassin.
Régulateur de pression : pour régler la pression
- ❖ en tête du réseau, et injecter d'engrais
- ❖ Porte- rampes d'arrosage
- ❖ Conduites principales enterrées
- ❖ Rampe menue des goutteurs d'un écartement fixe selon le mode de plantation des cultures.

CONCLUSION :

Dans ce chapitre on a parlé de la différente technique d'arrosage nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.

CHAPITRE V:
Dimensionnement du
réseau d'irrigation

Introduction:

Dans Ce chapitre nous allons dimensionner le réseau de distribution ainsi que le réseau d'irrigation après avoir choisi la technique compatible avec les types des cultures et la qualité des eaux d'irrigation en déterminant les diamètres ainsi que les longueurs et les débits qui passent par ces conduites.

V.1 Données :**• Générales cultures : l'abricotier**

- Débit du forage : 40 l/s
- Espacement entre arbres: 4 m
- Espacement entre arbres rangs : 4 m
- Espacement des goutteurs : 1m
- Espacement entre arbres rangs : 4 m

• Caractéristique de goutteur

- Débit nominale : 4 l/h
- Pression nominale : 10mce

• Caractéristiques des conditions climatiques

Besoin en eau journaliers 7.85 mm/j

• Caractéristique des données de bases

La superficie de cette parcelle est de 30 ha (L=500m, l=600m) on partage cet îlot en huit postes de dimensions 5 ha (L=250m, l=200m).

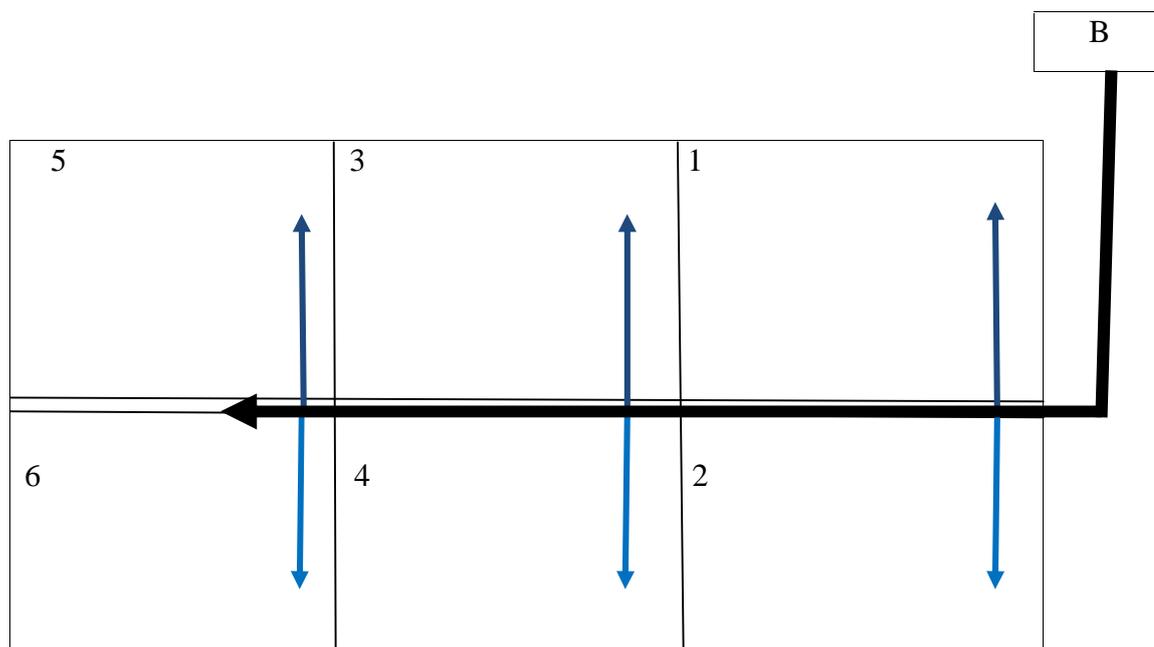


Figure V-1 : Décomposition de postes

V.2 Dimensionnement du réseau d'irrigation en agoutte : [7]

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès.

Dans ce chapitre de faire un calcul théorique du réseau de goutte à goutt

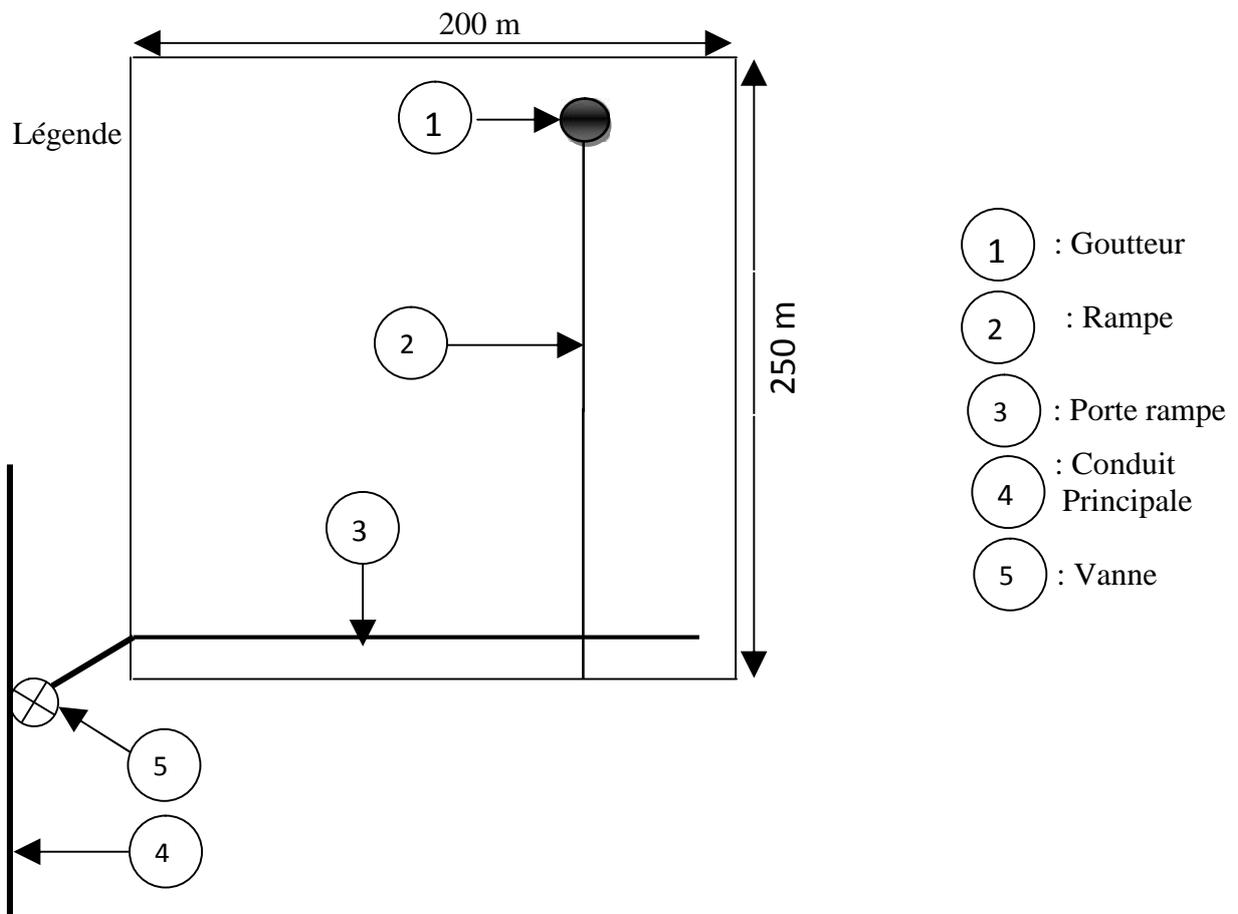


Figure.2 : Schéma explicatif du réseau d'irrigation goutte à goutte

Besoins en eau journaliers max:

$$B \text{ max} = \frac{\text{besoin du moind point}}{\text{Nombre de jours}} \dots\dots\dots (\mathbf{V.1})$$

$$B \text{ max} = \frac{235.47}{30} = 7.85$$

Donc les Besoins journaliers max correspondent à B max =7.85 mm/jour pour le mois de juin.

Temps maximum de travail :

Temps maximum journaliers de travail 22h/24h.

Détermination des données de bases :

Surface a irriguée : $S(t)=30$ ha

Pour nos cultures en utilise généralement 2 goutteurs de débit $q(g)=4$ l/h.

Les besoins net on irrigation localisée :

$B_{net} = B_{max} \cdot K_r$ mm/ jour ; (V.2)

K_r = coefficient de réductions ;

Selon la formule ferman et garzoli : $K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s)$;

C_s = Le taux de couverture selon le type de culture ;

On prend $C_s=0.7$;

$K_r=0.85$;

$B_{net}=7.85 \times 0,85=6.67$ mm

Besoins brut :

$B_{brut} = B_{net}/R_p$; (V.3)

R_p = rendements de l'irrigation a la parcelle ;

$R_p = E.C_u/100 = 1 \times 0,9 = 0.9$;

$B_{brut} = 6.67 / 0.9 = 7,41$ mm/j.

Calcul la dose nette pratique :

$D_{net p} = RFU \cdot P$; (V.4)

P : pourcentages de sol humidifié ;

$D_{net p} = 170 \times 0,27 = 45,9$ mm.

La dose brute pratique :

$D_{brute\ p} = D_{net\ p} / R_p$ $D_{brute\ p} = 45.9 / 0.9 = 51\text{ mm.}$

La Fréquence d'arrosage sera :

$$F = D_{net} / ETM = 51 / 7.41 = 7\text{ j.} \dots\dots\dots (V.5)$$

Durée de l'arrosage :

$$TF = \frac{E(a) * E(r) * D_b}{q * n} ; \dots\dots\dots (V.6)$$

Avec : D_b : La dose brute pratique (mm) ;

$E(r)$: Ecartement entre rangés, $E(r)=4\text{m}$;

$E(a)$: Ecartement entre arbres, $E(a)=4\text{m}$;

n : nombre de goutteurs par arbre.

$$TF = \frac{4 * 4 * 51}{4 * 2} = 102h$$

La Durée d'arrosage journalier(h) :

$$D = TF / F = 102 / 7 = 15\text{ h.} \dots\dots\dots (V.7)$$

Nombre des goutteurs par rampe(m) :

On divis la parcelle par 6 postes.(voir la planche 3)

Le nombre de goutteurs par rampe sera calculé comme suit :

$$N_g = (L_r / E_a) * n ;$$

Tel que L_r : Longueur de la rampe, $L_r=250\text{ m}$;

$$N_g = (250/4) * 2 = 125\text{ goutteurs.}$$

Nombre de rampes :

$$N_{pr} = L_{pr} / E_r ;$$

Avec L_{pr} : Longueur du port rampe, $L_r = 200$ m ;

$$N_{pr} = 200 / 4 = 50 = 50 \text{ rampes.}$$

La surface d'un poste :

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

$S(f)$: Surface totale en ha ;

$N(p)$: Nombre de poste ;

$$S(p) = \frac{30}{6} = 5 \text{ ha}$$

Calcul Hydraulique :

Débit d'une rampe :

$$Q_r = N_g \cdot q_g / r ; \dots\dots\dots (V.9)$$

$$Q_r = 125 \cdot 4 = 500 \text{ l/h} \quad Q_r = 0,139 \text{ l/s}$$

Débit de la porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r ; \dots\dots\dots (V.10)$$

$$Q_{pr} = 31250 \text{ l/h} \quad Q_{pr} = 8.68 \text{ l/s}$$

Conditions hydrauliques :

Variation maximale de débits entre goutteurs

$$\Delta q / q = 10\% ;$$

Variation maximale de la pression

$$q = K \cdot H^x$$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x^* \frac{\Delta H}{H_n} \dots\dots\dots (V.11)$$

Avec qg : débit d'un goutteur. ;

Hn : Pression nominale ;

$$0.1 = 0.5 * \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce} \quad ;$$

La valeur de pertes des charges singulière est estimée à 10% de la variation maximale de pression

$$Pdc \text{ (sing)} = 2 * 0.1 = 0.2 \text{ mce} \quad Pdc \text{ (sing)} = 0.2 \text{ mce}$$

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

La répartition de la perte de charge est :

1/3 sur la porte rampe=0.6 mce ;

2/3 sur les rampes=1.2 mce

Calcul du diamètre de la rampe :

Le diamètre est calculé d'après la formule suivant :

$$\varnothing = \left[\frac{p.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \times L(r)} \right]^{-1/4.75} \dots\dots\dots (V.12)$$

Avec :

P. d .c (r) : La perte de charge dans la rampe ;

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h ;

L(r) : La longueur de la rampe en m.

$$\varnothing(\text{cal}) = \left[\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 500^{1.75} \times 250} \right]^{-1/4.75} = 21.02 \text{ mm } \varnothing \text{ (normalisé)} = 20 \text{ mm}$$

Tableau V.1: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la rampe pour les agrumes

Paramètres calculées	Lr(m)	Qr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
résultats	250	500	1,20	21.02	20

Calcul le diamètre de la porte rampe :

$$\emptyset = \left[\frac{p.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 \times Q(pr)^{1.75} \times L(pr)} \right]^{-1/4.75}$$

P. d .c (r) : La perte de charge dans la porte rampe ;

Q (pr) : Le débit de la porte rampe en l/h ;

L (pr) : La longueur de la porte rampe en m.

$$\emptyset(\text{cal}) = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 31250^{1.75} \times 200} \right]^{-1/4.75} = 111.51 \text{ mm}$$

\emptyset (normalisé)=110 mm

Tableau V.2: Calcul le $\emptyset(\text{cal})$ de la porte rampe pour les agrumes

Paramètres calculées	Lr(m)	Qpr (l/h)	h1(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)
Résultats	200	31250	0,60	111.51	110

V.3 Dimensionnement de la conduite principale :

La vitesse de l'eau devra être inférieure à 1.5m/s

Le cas le plus défavorable $v=1.5\text{m/s}$.

Avec $Q_{\text{car}} = q_s \times s \Rightarrow 1.28 \times 30 = 38.4 \text{ l/s}$

$$L=900 \text{ m}$$

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0.0384}{1.5} = 0,026 \text{ m}^2$$

$$D_{cal} = \sqrt{\left(\frac{4 * S}{\Pi}\right)} = 0,18 \text{ m}$$

On prend $D_n=180 \text{ mm}$

V.4 Dimensionnement de la conduite refoulement :

La vitesse de l'eau devra être inférieure à 1.5m/s

Le cas le plus défavorable $v=1.5\text{m/s}$.

Avec $Q_f=40 \text{ l/s}$

$$L=300 \text{ m}$$

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0.040}{1.5} = 0,027 \text{ m}^2$$

$$D_{cal} = \sqrt{\left(\frac{4 * S}{\Pi}\right)} = 0,19 \text{ m}$$

On prend $D_n=200\text{mm}$

V.5 Dimensionnement de la pompe :

Le calcul de la HMT de la pompe se fait :

$$HMT = H_g + \sum h_p \dots \dots \dots (V.13)$$

- H_g : hauteur géométrique
- J_c : pertes de charges (singulière +linéaire)

La perte de charge :

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule suivante

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \cdot D_r^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L_r$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 180^{-4,75} \cdot 138240^{1,75} \cdot 900 = 3 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20% les pertes de charges linières :

$$J(\text{sin}) = 0.6 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 3.6 m.c.e

Hauteur géométrique :

$$\nabla_{R.S} - \nabla_{R.I} = 490 - 475 = 15 \text{ m} \quad H_g = 15 \text{ m}$$

$$H.M.T = 15 + 3.6 = 18.6 \text{ m}$$

Puissance de la pompe :

$$P = \frac{\dots * g * Q * HMT}{\gamma} \dots \dots \dots (V.14)$$

Avec :

- : Poids volumique de l'eau ;
- : Rendement de la pompe ; on prend 70% ;
- Q : Débit de la conduite;
- g : Force de la pesanteur.

Energie annuelle de consommation :

$$W = P * t$$

Avec :

- P : Puissance consommée ;

-t : Durée totale d'irrigation pendant un an.

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement de la pompe par le LOGICIEL CAPRARI

Tableau V.3: Dimensionnement de la pompe

Caractéristique	Pompe
Débit de la pompe (l/s)	40 l/s
Rendement	0,77
HMT (m.c.e)	18.6
Puissance de la pompe (kW)	10.8
Durée totale d'irrigation (h)	24
Durée de fonctionnement annuel (h)	8760
Energie annuelle de consommation (kJ)	61320

- D'après le logiciel CAPRARI on a opté pour la pompe : P12C

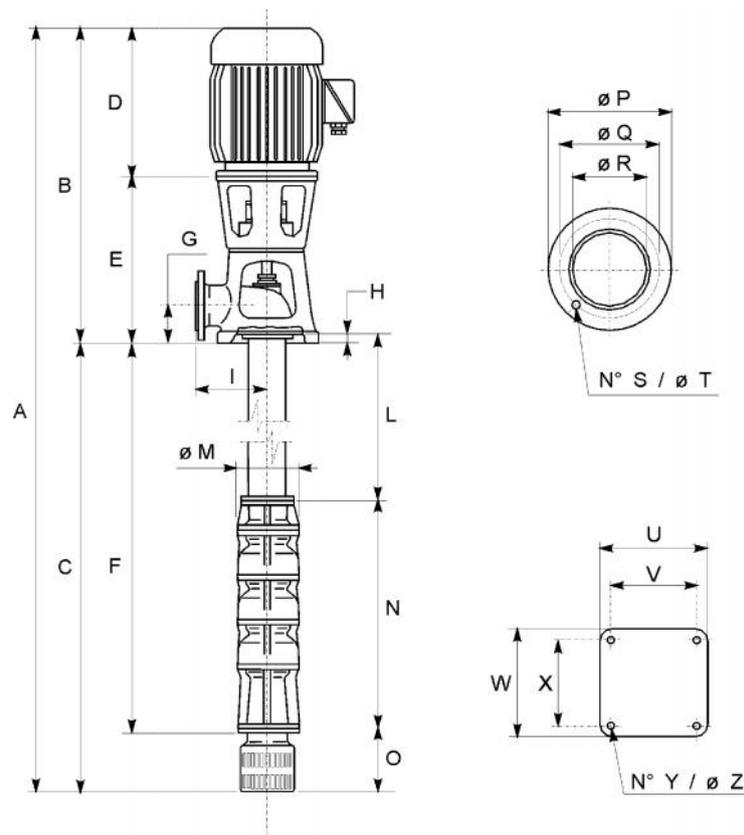


Figure.3 : Schéma de la pompe

V.6 Calcul du volume du bassin :

Le réservoir est un ouvrage hydraulique de stockage et de régulation présentant le principe de fonctionnement suivant :

- Assurer la sécurité de la distribution en cas d'arrêt de pompe ;
- Assure une régulation de débit entre le débit d'apport et le débit de consommation
- De plus il permette de constituer un réservoir d'eau.

$$V_{\text{res}} = V_b = Q_p \times T \times N_p$$

- Q_p : Débit de porte rampe = 31250 l/h.
- T : durée d'arrosage : 8 h.
- N_p : nombre de postes irrigués par jour = 6 postes

$$\text{Donc : } V = 31250 \times 10^{-3} \times 8 \times 6 = 1500 \text{ m}^3$$

On choisit un bassin de forme carré ($L \times l \times h$), en fixant une hauteur $h=5\text{m}$, les dimensions du réservoir projeté sont $L=20\text{m}$, $l=15\text{ m}$ avec un épaisseur du $e=0.2\text{m}$

$$V_b = (l+L) \times 2 \times e \times h$$

$$V_b = (20+15) \times 2 \times 0.2 \times 5$$

$$V_b = 70 \text{ m}^3$$

V.7 Dépenses de constructions :

Dans cette partie nous allons faire une estimation sommaire du projet pour avoir une idée générale sur le coût de réalisation d'un tel projet.

Tableau V.4 : Dépenses de constructions de CONDUITE PRINCIPALE

Désignation des travaux et ouvrage hydraulique	Unité de mesure	Diamètre mm	Quantité	Prix unitaire (DA)	Totale(DA)	Coût total après majoration de 40% DA
CONDUITE REFOULEMENT PEHD PN06	ML	Ø200	300	1163,39	349017	6232380
CONDUITE PRINCIPALE PEHD PN06	ML	Ø180	900	930.55	837495	18697140

V.8. Dépense du réseau d'irrigation goutte à goutte :

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau V.5 Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø20	m/l	72600	16.22	1177572
Tube 110 PEHD	m/l	1176	721,62	848625.12
Vanne Ø20	U	188	453.5	85258
Vanne Ø110	U	6	4693.6	28161.6
Fertiliseur	U	1	23731.2	23731,20
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	13500
TE Ø110	U	6	7600	30400
Coude Ø180/90°	U	1	1200	1200
Bouchon Ø20	U	300	20	6000
Bouchon Ø110	U	6	43.88	263,28
Goutteur réglable	U	37500	6.13	229875
pompe	U	5	60000	300000
Bassins d'irrigation	DA/m3	70	5000	350000
Une (01) postes				3070591.72
Cinq (06) postes				18423550.32
Total				18423550.32

V.9 Dépense des travaux :

* Le prix de terrassement est égal à :

- Pour le déblai : $F_{deb} = V_{deb} - k_{deb}k_{deb}$

prix de 1 m³ de déblai = 300 DA.

Vdeb : volume total de déblai.

- Pour le remblai : $F_{rem} = V_{rem} - K_{rem}$

K_{rem} : prix de 1 m³ 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 :

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

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.

$$H = D + 0,8$$

Déblai = L.H.B

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

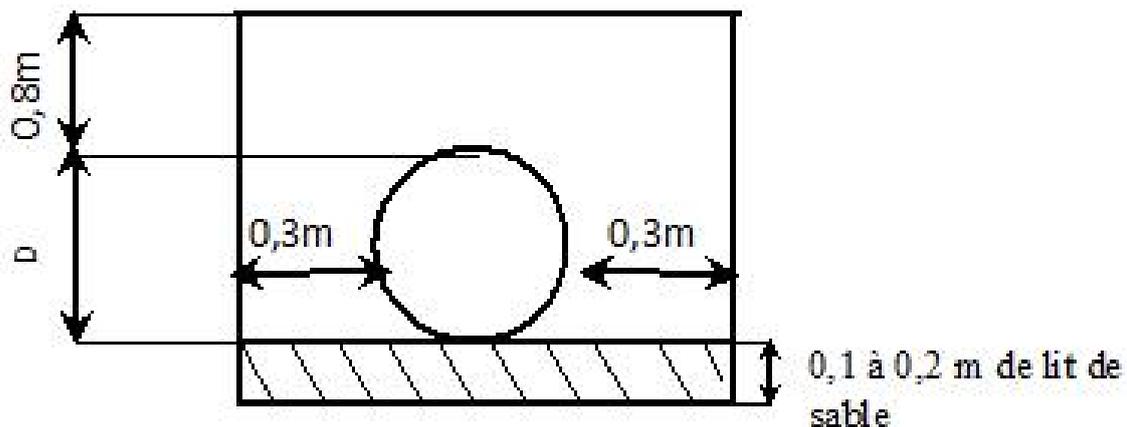


Figure 4: Coupe transversale de la Pose de Conduite

Tableau V.6 : Calcul du volume de déblai et remblai et le cout

Diamètre PEHD	Langueur du Conduite(m)	Volume déblai (m3)	Cout déblai(DA)	Volume remblai	Cout remblai(DA)
180	900	1375.92	412776	1353.03	135302.9
	Cout total (DA)	548078.94			

V.10 : Calcul Coût total du réseau d'irrigation :

Coût total du réseau d'irrigation = $349017+837495+18423550.32+548078.94$

= 20158141.25 DA

Coût global du projet est estimé après majoration de 40% à **28221379.75DA.**

Conclusion:

Après la détermination des besoins en eau d'irrigation, ce chapitre consiste à dimensionner le réseau de distribution est adaptée avec les données qui caractérisent notre parcelle.

La façon de distribuer l'eau aux plantes, la durée d'arrosage, la fréquence, le débit nécessaire représente le calcul de base d'un réseau d'irrigation localisée pour un îlot.

**CHAPITRE VI:
ORGANISATION DE
CHANTIER**

Introduction

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, une opération dite « Organisation de chantier » doit être étudiée, afin de déterminer et de coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour une réalisation et une exécution des travaux

VI.1 Généralités :

VI.2. Rôles et responsabilité des intervenants sur chantier : [9]

VI.2. a- Le maître d'ouvrage :

Il est appelé couramment le client, c'est une personne physique ou morale pour le compte de laquelle sont exécutés les travaux. Son rôle est de définir le but à atteindre (programme), d'organiser un financement, de passer et de régler les marchés des travaux. Après la réception des ouvrages, il en est le propriétaire et parfois le gestionnaire.

VI.2. b. Le maître d'œuvre :

C'est une personne physique ou morale, chargée par le maître de l'ouvrage de recevoir l'ouvrage, d'établir le dossier de consultation des entreprises, d'assister le maître d'ouvrage dans le dépouillement des offres, de contrôler l'exécution des travaux et de proposer leur réception et leur règlement, après en avoir établi le décompte.

VI.2. c. L'entreprise :

C'est la réunion des moyens mobiles et immobile et en personnel dont l'objectif est de réaliser les travaux, c'est un organisme contractuel.

VI.2. d. L'entrepreneur :

Personne physique quand il est individuel ou moral quand est une société, titulaire d'un marché de travaux conclu avec le maître d'ouvrage, chargée de l'exécution des travaux et, parfois de la conception détaillée des ouvrages.

L'entrepreneur est responsable du chantier et de l'ouvrage en cours de construction tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

VI.3. Les moyens de chantier :

VI.3.1. Les moyens humains :

En ce qui concerne les moyens humains pour la réalisation, on doit justifier la mise en œuvre du personnel compétant pour la réalisation des études préalables et pour la construction en précisant leurs titres et leurs compétences.

V.3.2. Les moyens matériels :

On peut distinguer le matériel général de terrassement et le matériel de bétonnage

VI.4. Exécution des travaux :

VI.4.1. Exécution de la tranchée :

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

- Implantation du tracé de la conduite.
- Exécution de la tranchée.
- Aménagement du lot de pose des conduites.

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.

VI.4.2. 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.

VI.4.3. Pose de la canalisation dans la tranchée :

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

L'assemblage des conduites se fait à l'aide des manchons.

VI.4.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :

- pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée



Figure VI-1 : Pelle équipée en rétro

- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage.



Figure VI-2 Le Bulldozer

- Camion à benne



Figure VI-3: camion à benne

- Camions pour le transport des tronçons des conduites.

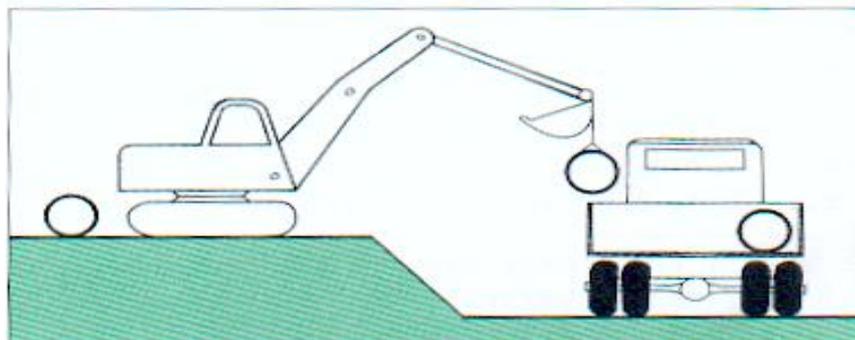


Figure VI-4 Camions pour le transport

- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer les tronçons de conduites.
- Le matériel de bétonnage



Figure VI-6 bétonnière en cours de fonctionnement

VI.5. Entreposage des tuyaux :

Les aires de stockage pour entreposer les tuyaux doivent être choisies avec soin. Le sol doit avoir été stabilisé pour faciliter le déplacement et la manœuvre des moyens de levage et en même temps assurer la sécurité du personnel.

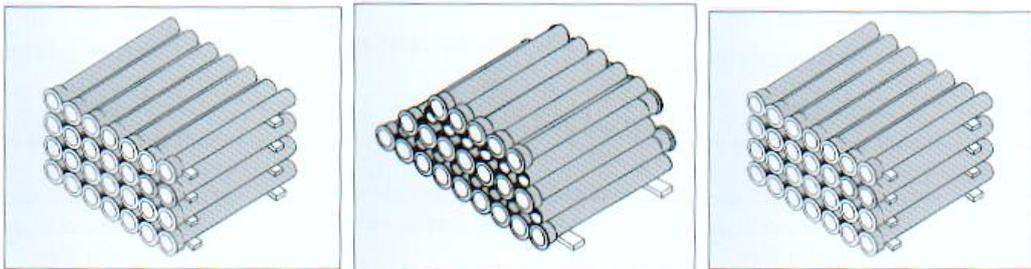


Figure VI-7 ENTREPOSAGE DES TUYAUX

VI.6 .Protection et sécurité de travail

Au cours des dernières années, le nombre des accidents du travail dus aux matériels et engins de terrassement a été réduit de moitié. Une tendance qui exprime les évolutions touchant à la sécurité des matériels et à la formation des personnels.

Cette baisse concerne aussi les accidents graves dont le nombre est passé de 1531 en 1990 à 852 en 1999, cette évolution encourageante ne doit pas pour autant masquer la particulière gravité de ces accidents que soulignent le cercle de sécurité suivant.

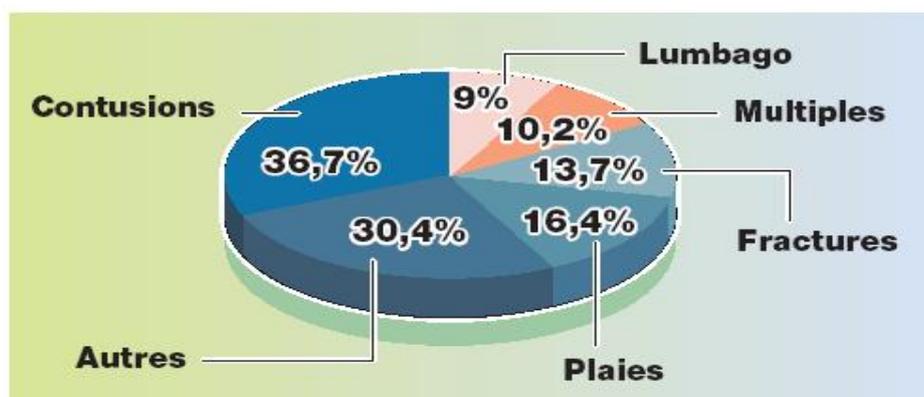


Figure VI-8 Pourcentage des différentes natures d'accident

VI.6.1. Les causes des accidents de travail dans un chantier

Comment établir l'arbre des causes ?

On écrit sur un graphique toutes les causes de l'accident : certaines découlent les unes des autres et donc s'enchaînent linéairement et forment une branche, certaines sont indépendantes mais provoquent l'accident par leur réunion et forment donc plusieurs branches.

Chaque élément de chaque branche est un facteur potentiel et une cible pour la prévention : si on coupe une seule des branches principales, l'accident ne peut pas se produire ou se reproduire.

La survenue d'un accident de travail regroupe par conséquent plusieurs facteurs :

- ✓ humain,
- ✓ l'organisation du travail : ambiance physique, facteurs sociaux...,
- ✓ la tâche et ses exigences,
- ✓ Le matériel

Les causes fréquentes des accidents travail sont :

- Mauvaise conception des engins
- Contraintes de la tâche, rendement
- Défaut d'organisation générale du travail
- Manque d'information sur l'état du système
- Facteurs liés au groupe : le taux d'accident de travail peut être considéré comme un indice de tension entre le personnel et l'entreprise
- Défaut de formation technique

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)

VI.6.2. La prévention

VI.6.2.1 Les partenaires de la prévention

VI.6.2.1.1. Dans l'entreprise

- Le chef d'entreprise est le seul responsable de la sécurité
- Le service médical : médecin du travail, infirmières du travail, technicien hygiène et sécurité...
- Le service de sécurité dans les grandes entreprises.
- Le comité d'entreprise et les délégués du personnel.

VI.6.2.1.2. En dehors de l'entreprise

- Le service de prévention
- Les comités techniques régionaux qui ont un pouvoir financier,
- Les instituts de médecine du travail et les consultations de pathologie professionnelle
- L'inspection du travail,
- Certains organismes agréés par le ministère du travail.

VI.6.3. Prévention technique

VI.6.3.1. Prévention collective

Elle doit toujours être mise en œuvre en premier lieu. C'est l'employeur, avec le service de sécurité, et conseillé par le médecin du travail, qui organise la prévention dans le cadre de la législation en vigueur afin d'empêcher que l'accident se produise à nouveau en détectant les risques. Les moyens possibles sont nombreux :

- Prévention intégrée : c'est la prévention de conception qui supprime l'existence du risque en installant dès la conception des dispositifs de protection et de sécurité sur les engins et machines dangereuses.
- Entretien des engins

- Contrôle et certification de conformité des engins.
- La signalisation dans l'entreprise doit être évidente et connue de tous, utilisation des couleurs de sécurité (rouge, orange, vert), isolement des zones dangereuses (barrières, écrans, cartons).
- Contrôle régulier du fonctionnement et entretien des systèmes de sécurité.
- Amélioration des techniques de travail : étiquetage des produits, travail en vase clos, aspiration des vapeurs et des poussières, remplacement d'un produit dangereux par un autre quand c'est techniquement possible.
- Amélioration des ambiances de travail (éclairage, bruit, empoussièremment, ambiance thermique)
- Contrôle des matériaux : obligation est faite aux fabricants, importateurs et vendeurs de fournir à l'entreprise toute information sur les produits nouveaux.
- Affichage des consignes de sécurité et du règlement intérieur de l'entreprise.

Education sanitaire et développement des facteurs d'hygiène contribuant à la prévention : interdiction de boire, manger et fumer sur les lieux de travail, hygiène stricte (lavage des mains, douches).

VI.6.3.2.Prévention individuelle

Elle ne supprime pas le risque mais elle permet au travailleur de le connaître, de l'éviter ou de protéger. Elle repose sur la formation et les protections individuelles.

Formation des salariés à la sécurité :

La formation à la sécurité est sous la responsabilité du chef d'entreprise avec la coopération du service de sécurité (quand il existe) et du médecin du travail. Le temps passé à la formation à la sécurité est payé comme un temps normal de travail et se passe durant les heures de travail.

Elle est obligatoire dans le mois suivant l'embauche ou en cas de

changement de poste. Elle passe par l'instruction générale au cours de la scolarité puis par l'enseignement spécifique

Lors de la formation professionnelle ; elle enseigne les consignes et les gestes de sécurité, ainsi que la conduite à tenir face à un autre salarié victime d'un accident du travail ou d'une intoxication. Elle doit être renouvelée périodiquement. On procède aussi à des formations spécialisées pour les sauveteurs-secouristes du travail.

VI.6.4. Protections individuelles

Elles sont moins fiables que la protection collective et ne devrait être mises en œuvre que lorsque celle-ci est impossible. La protection individuelle reste souvent indispensable. Elle n'est pas toujours respectée par le salarié ou mise à disposition par l'employeur.

- Combinaisons étanches ou spécifiques à certains risques (Casques de protection contre les objets pouvant tomber),
- Protection des mains : gants, crèmes protectrices, produits de nettoyage spécifiques non nocifs.
- Chaussures de protection (semelle épaisse, antidérapante, avec coquille métallique de protection des orteils)
- Lunettes de sécurité (UV, chaleur, projection de débris)
- Protecteurs auditifs (casques antibruit, bouchons d'oreille)
- Masques et cagoules anti-poussières ou contre les gaz
- Moyens de protection anti-chutes

VI.6.5.Prévention médicale

VI.6.5.1.Examen clinique, éventuels examens complémentaires

Le médecin du travail doit s'attacher à dépister les contre-indications médicales à certains postes lors de la visite d'embauche et des visites systématiques, comme par exemple :

- postes dangereux comportant un risque pour le salarié avec une législation particulière
- poste de sécurité avec risque pour le travailleur ou pour les autres salariés, recherche d'épilepsie, diabète, problème cardiaque, examen psychotechnique...

En aucun cas, le médecin du travail ne doit accepter un risque grave pour le travailleur lui-même et pour son entourage.

VI.6.5.2.Information du salarié par le médecin du Travail

Elle porte :

- sur les risques encourus et les précautions à prendre. Cette information doit précéder la prise de poste et être renouvelée régulièrement à chaque visite médicale ou lors de la visite des lieux de travail.
- sur les résultats des analyses biologiques de surveillance, lors de l'exposition à des risques particuliers (plomb, benzène, rayonnements ionisants·). Le salarié doit être également informé des mesures de prévention et des contrôles effectués dans les locaux de travail.

VI.6.6.Prévention pour les conducteurs d'engin

- Lire la notice d'utilisation de l'engin.
- Déterminer l'ordre des opérations en respectant les plans et cahiers des charges.
- Contrôler la machine avant et après démarrage.
- Adapter l'équilibre de l'engin et la tâche (creuser, saisir, lever, pousser, charger).
- Déblayer le terrain.
- Procéder au nivellement selon les situations dans toutes les dimensions (cotes) définies.
- Creuser des tranchées selon les indications topographiques.
- Remblayer à la surface ou en profondeur (une fouille).
- Réaliser un talus d'après des gabarits.

- Remplir une fiche technique d'intervention.
- Prendre les mesures de sécurité assurant la protection individuelle et collective.
- Assurant la maintenance de premier niveau des outils et du matériel.
- Communiquer les défauts aux supérieurs.

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

A cet effet, il convient d'accorder davantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement.

Conclusion

Nous tirons comme conclusion l'étude de l'organisation de chantier nous permet de planifier et d'organiser tous les travaux durant la période d'exécution. Nous avons fait une petite illustration sur les engins utilisés pour la réalisation des travaux de terrassement, tenir compte la sécurité des travailleurs et dans les bonnes conditions

Conclusion générale

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 de Bouhamadou wilaya de M'sila.

Ce travail nous a permis de dimensionner le réseau d'irrigation en goutte à goutte du périmètre en question tout en passant par premièrement une introduction de la technique d'arrosage performante (goutte goutte) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique. Nous avons trouvé que :

- Notre région a un climat aride
- L'étude hydrologique de la série des pluies journalières maximales présente une bonne adéquation.
- Les besoins en eau du mois de pointe net est : **B=2480 m³/h**
- Le cout estimatif du projet a dépassé **28 millions DA**

Enfin, nous espérons avoir décelé la majorité des anomalies que présente notre système d'irrigation et que notre étude se concrétisera sur le terrain.

Références bibliographique

Références bibliographie

- [1] **DOCUMENTATION DE LA DRE DE LA WILAYA D'MSILA.** Service des ressources en eau, , service hydro agricole, ONA
- [2] **TOUAIBIA.B,** 2004 : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie.
- [3] **BAHBOUHL, L, S(2011).cour, 3^{ème} année ENSH**
- [4] **TIERCELINE J,R VIDAL, alaine .(2006).traité d'irrigation.P280-310**
- [5] **KOLAI, D.COURS de la réutilisation des eaux usées épurées 5^{ème} année, ENSH de Blida**
- [6] **JOURNAL OFFICIEL de la république algérienne, 2006**
- [7] **KHELIFA, A(2008) .Dimensionnement d'un réseau d'irrigation à partir d'une retenue collinaire (W .Djelfa), mémoire de d'étude ENSH, 01P**
- [8] **MEDJDOUB.S : cours irrigation et drainage 5^{ème} année ; ENSH Blida**
- [9] **BENLAOUKLIB : cours organisation de chantier 5^{ème} année ; ENSH Blida .Algérie.**

Sitographie

- ❖ [www.monorphologier de la wilaya de MSILA.com](http://www.monorphologier.de.la.wilaya.de.MSILA.com)
- ❖ www.google.com
- ❖ www.googleearth.com

ANNEXES

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGE

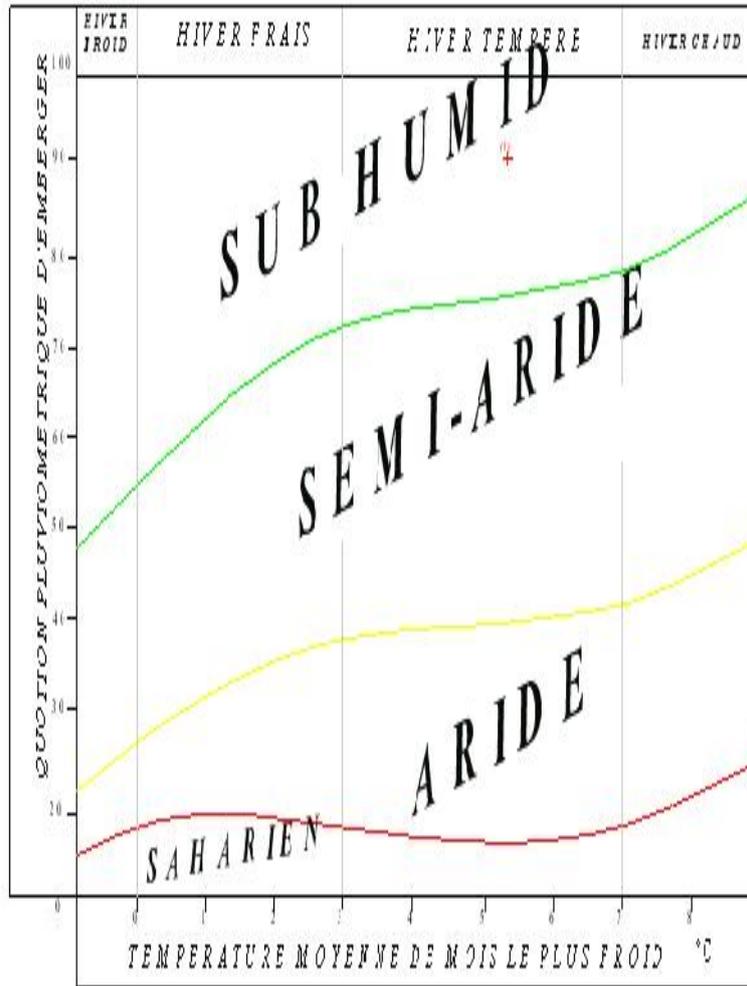
ANNEXE 2 : Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures.

ANNEXE 3 : Coefficient culturel Kc de chaque culture.

ANNEXE 4 : Caractéristiques hydriques de quelques sols.

ANNEXE 1

Diagramme bioclimatique d'EMBERGE



ANNEXE 2

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 3

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	
Bananiier	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
tropical	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	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
vert	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
sec	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
Coton	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Raisin	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Arachide	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
doux	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,8-0,9
grain	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Oignon	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
sec	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
vert	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Pois, frais	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Poivron, frais	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,2-0,25	0,65-0,7
Pomme de terre	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
Riz	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Carthame	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Sorgho	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Betterave sucrière	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Canne à sucre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Tournesol	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	0,5-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
Tomate	0,3-0,4	0,7-0,8			1,05-1,2	0,85-1,05
Pastèque						0,65-0,75
Blé						0,85-0,9
Luzerne						0,4-0,6
Agrumes sarclés sans sarclage						0,65-0,75
Olivier						0,85-0,9

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 4

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)