

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALESUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**IRRIGATION DU PERIMETRE DE LA FERME
PILOTE YAHYA BEN AICHOUCHE (zone-B-) A
PARTIR D'UN FORAGE –TIXTER–)W.BORDJ BOU
ARRERIDJ)**

Présenté par :

M^r HANNACHI MOHAMED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T. KHETTAL	MCA	Président
M^{me} O. AZIEZ	MAA	Examinatrice
M^{me} D. DJOUDAR	MAA	Examinatrice
M^r D. KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M^{me} S. LEULMI	MAA	Examinatrice
M^r A. RASSOUL	MCB	Promoteur

Septembre 2013

dédicace

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

D'abord à mes très chers parents **DJILALI et MALIKA**, à qui je dois

Beaucoup pour leurs Sacrifices, leurs amours, leurs aides et leurs soutiens et

J'espère qu'ils se seront

Fière en me voyant ce que

Je suis devenu

Aujourd'hui.

A Mon très cher frère « **BOUZID LAHMMR**».

A mes très chères sœurs.

A toute ma grande famille.

A mes chers amis **BASSEM, HAMZA, BILEL, AMINE, ZAKI, BRAHIM MAHFOUD, SLIMOU, L'ESPADANT, SOHAYB, OUSSAMA, SMAIL MOUSSAAB.**

Je dédie également ce travail à tous mes amis de **L'E.N.S.H** avec

Qui je partage tous les souvenirs.

Remerciement

Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apportés un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude, particulièrement ma famille.

➤ Toute ma gratitude pour mon promoteur **Mr. RASSOUL** pour ses Judicieux conseils ainsi que sa disponibilité tout au long pour l'élaboration de ce travail .

➤ Mon respect s'adresse aux membres de jury : **M^r T. KHETTAL, M^{me} O. AZIEZ, M^{me} D. DJOUDAR, M^r D. KOLIAI et M^{me} S. LEULMI.** Qui me feront l'honneur d'apprécier ce modeste travail.

➤ Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les Enseignants de l'ENSH qui ont contribués à ma formation du cycle Universitaire.

➤ Un remerciement particulier est adressé à **M^r S.OUARTIW, M^{me} BAHBOUH, M^{me} S. LEULMI.** Pour Leurs précieux conseils, orientations et aides. Aussi a tous le personnel de la DHW de Bordj Bou Arreridj.

➤ Un remerciement particulier aussi est adressé à tous mes amés de l'ENSH, **MINOR, DJABER, TOUNSI, LLOUZZ, RAMI, CHARAF, BOUKADA** et La liste est si longue.

ص خلم

ءاملا و ءبئرئلا ، خانملا (ءماع ءساردب لمعلا اذه يف انمق نفل...) يئلا ءقطنملا لوح
انعورشم اهؤ زجنس.

شرلا ماضن و ريطنلا ماضب يقس ءكبش ءاشنلا يف لشمئب ءساردلا هذه نم اننده
جيريروبو جرب ءيل او رائسك ءيدلب يف عقت ءي عارز ءحاسم يف يروحملا ؛ اذلو
رخبئلا (رسانعلا و لمواعلا لك باسح و ءفرعم انبلاع بجو) نم اننكمئ يئلا
ءقطنملا هذه ي عارز لوصحم لك تاج ائح ءنرعم.

Résumé

Dans notre mémoire de fin d'étude, nous avons fait une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où nous avons réalise notre projet.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système goutte à goutte et aspersion sur un périmètre située au secteur de la commune de TIXTER wilaya de BORDJ BOU ARRERIDJ ; pour cela il faut déterminer l'évapotranspiration ETP, les besoins en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

Abstract

In our dissertation, we have studied in general the following aspects (climate, ground, water ...). In the area where we realizes our project.

The aim of our study is projecting a network of irrigation by the drop count system and aspersion system on a perimeter located at the sector of TIXTER city (BORDJ BOU ARRERIDJ).

Therefore, it is necessary to determine evapotranspiration and the needs of water supply for irrigation for agricultural output of this region.

SOMMAIRE

CHAPITRE I : ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES

I.1 Introduction.....	1
I.2 Situation géographique et administrative.....	2
I.3 Analyse des conditions climatiques.....	3
I.3.1 La pluviométrie station de TIXTER (1969-2008).....	3
I.3.2 Température :	3
I.3.3 Les vents.....	4
I.3.4 L'évaporation.....	5
I.4 Classification du climat.....	5
I.4.1 Classification du climat selon l'indice de MARTONE.....	5
I.4.2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER	6
I.4.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen	8
I.5 Conclusion	9

CHAPITRE II : ANALYSE DES CONDITIONS AGRICOLES ET QUALITE DES EAUX

II.1 Introduction	10
II.2 Géologie.....	10
II.3 Géomorphologie	10
II.4 Qualité des eaux d'irrigation	11
II.4.1 La salinité.....	11
II.4.2 La conductivité électrique.....	11
II.4.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	11
II.5 Les ressources en eau pour l'irrigation.....	11
II.5.1 Compositions chimiques de l'eau d'irrigation	12
II.6 Pédologie	15
II.6.1 Les sols calcimagnésiques	15
II.6.2 Description des profils pédologiques	15
Description du profil N° P1	15
Description du profil N° P2	18
Description du profil N° P3	20
Description du profil N° P4	22

SOMMAIRE

II.6.3 L'aptitude culturale des sols	23
II.6.4 Les travaux d'aménagements.....	25
II.6.5 La perméabilité en surface	25
II.7 Conclusion	26

CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE

III.1 Introduction	27
III.2 Pluviométrie.....	27
III.3 Homogénéité de la série pluviométrique	29
III.4 Choix de la loi d'ajustement.....	31
III.4.1 la loi de GALTON (log-normale).....	31
III.4.2 La loi de la loi de Gauss (normal)	32
III.5 Détermination de l'année de calcul	33
III.6 CONCLUSION	34

CHAPITRE IV : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

IV.1 Introduction.....	35
IV.2 BESOIN EN EAU DU PERIMETRE.....	35
a) Les besoins unitaires	35
b) Les besoins globaux du périmètre d'irrigation.....	36
IV.3 Détermination de l'évapotranspiration.....	36
IV.3.1 Définition.....	36
IV.3.2 L'évapotranspiration réelle ou de culture ETR	36
IV.3.3 Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence ET_0	37
- Méthode de M^R Penman et Monteith modifiée	37
IV.4 Calcul de la pluie efficace	39
IV.5 Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures	40
IV.6 Calcul du débit maximum journalier.....	42
IV.7 CONCLUSION	43

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

V.1 Introduction	44
V.2 Technique d'arrosage	44
a) Irrigation de surface (par gravité).....	44

SOMMAIRE

b) Irrigation par aspersion.....	44
c) Irrigation souterraine	44
d) Irrigation localisée (micro - irrigation).....	44
1) Les Avantages.....	45
2) Les inconvénient.....	45
V.3 PROJECTION DU RESEAU GOUTTE A GOUTTE (l'Olivier)	45
V.3.1 Composition de l'installation	46
V.3.2 Choix d'un distributeur.....	48
V.3.3 Différents types de distributeurs	49
V.3.4 Choix de la technique d'irrigation convenable.....	50
V.3.5 Réseau de distribution.....	50
V.4 Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte (Pour l'Olivier)	52
V.4.1 Calcule des besoins.....	52
5) Fréquence d'arrosage	54
6) La durée d'arrosage	54
7) La durée d'arrosage par jour	54
V.4.2 Calcul hydraulique.....	54
V.4.3 Conclusion.....	57
V.5 PROJECTION DU RESEAU D'ASPERSION (le blé)	58
V.5.1 Introduction	58
V.5.2 Le choix de l'installation d'aspersion	58
V.5.2.1. Les Différents Types D'installation d'aspersion	58
V.5.2.1.1. Rampes à déplacement rectiligne (type voljanka)	58
V.5.2.1.2. Rampes pivotantes automotrices (types frégate).....	58
V.5.2.1.3. Arroseurs automoteurs	58
V.5.2.1.4. Canon à long jet	59
V.5.2.1.5. Les arroseurs à poste fixe de basse et moyenne pression	59
V.5.2.2. Choix de l'installation.....	59
V.5.2.2.1. Contraintes techniques	59
V.5.2.2.2. Contraintes agronomiques	59
V.5.2.2.3. Contraintes pratiques	59
V.5.2.2.4. Contraintes économique	59
V.5.3 CHOIX DE L'ASPERSEUR	60

SOMMAIRE

V.5.3.1 Le diamètre de l'ajutage :	60
V.5.3.2 Ecartements entre les rampes et arroseurs :	61
V.5.3.3 Débit de l'asperseur	61
V.5.3.4 Volume fourni par l'asperseur pendant 1 mois	63
V.5.4 Dimensionnement des rampes :	63
V.5.5 Perte de charge	64
V.5.6 OPTIMISATION DES CANALISATIONS :	64
V.5.6.1 La vitesse admissible	64
V.5.6.2 La perte de charge unitaire	65
V.5.7 Calcul de la pression nécessaire à la borne de périmètre	66
V.6 Conclusion	67

CHAPITRE VI : RESEAU D'IRRIGATION

VI.1 Introduction	68
VI.2. Les différents types de réseau d'irrigation	68
VI.2.1 Réseau à ciel ouvert	68
VI.2.2 Réseau fermé	68
VI.2.3 Réseau mixte	68
VI.2.4 Choix du type de réseau	68
VI.2.5 Estimation de la matière des tuyaux	68
VI.2.5.1 Canalisation en acier	69
VI.2.5.2 Canalisation en fonte	69
VI.2.5.3 Canalisation en amiante ciment	69
VI.2.5.4 Canalisation en matière plastique	69
VI.2.6 Assemblages des tuyaux	69
VI.2.7 Raccords	69
VI.2.8 Matériel de contrôles de débits	69
VI.2.9 Matériel de contrôle de pression	70
VI.3 Dimensionnement du réseau de distribution	70
VI.4 Dimensionnement du réservoir	74
VI.5 Conclusion	74

SOMMAIRE

CHAPITRE VII : ADDUCTION ET POMPAGE

VII.1 Introduction :	75
VII.2 Choix de la trace:	75
VII.3 Choix des types de conduites:	75
VII.4 Schéma générale d'adduction du forage	76
VII.4.1 Adduction à partir d'un forage:	76
VII.4.2 Calcul du diamètre économique :	76
VII.5 Dimensionnement de l'adduction	77
VII.5.1 Méthode de calcul	77
a) Formule de BRESS	77
b) Formule de BONNIN	77
VII.5.2 Calcul des pertes de charge	78
a) Pertes de charge linéaires	78
a) Pertes de charge singulières	78
b) Pertes de charge totales (ΔH_t)	78
VII.5.3 Calcul de la hauteur manométrique totale Hmt	79
VII.5.4 Puissance absorbée par la pompe	79
VII.5.5 Energie consommée par la pompe	79
VII.5.6 Frais d'exploitation	79
VII.5.7 Frais d'amortissement	79
VII.6 Dimensionnement de l'adduction (forage vers le réservoir de stockage)	80
VII.6.1 Analyse de la capacité de la bêche de reprise	80
VII.6.2 Calcul de la hauteur manométrique de la pompe du forage :	81
VII.7 Etude de pompage	83
VII.7.1 Choix de l'emplacement de la station de pompage	83
VII.7.2 Choix du type de pompe	83
VII.7.3 Choix du nombre de pompes	83
VII.7.4 Courbes caractéristiques	84
VII.8 Conclusion	84

SOMMAIRE

CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER

VIII.1. Introduction	85
VIII.2. Exécution des travaux.....	85
VIII.2.1. Exécution de la tranchée.....	85
VIII.2.2. Assise de la conduite.....	85
VIII.2.3. Pose de la canalisation dans la tranchée	85
VIII.2.4. Epreuve d'essai de pression.....	85
VIII.2.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux.....	86
VIII.3. Exploitation du système d'irrigation	86
VIII.3.1. Objectif de l'exploitation.....	86
VIII.3.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées.....	86
a- Mesures d'amélioration technique	86
b- Mesures d'exploitation	86
c- Exploitation des ouvrages hydrauliques	87
d- Maintenance des ouvrages et équipement	87
VIII.4. Conclusion.....	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations.....	4
Tableau I.2: les températures moyennes (période 1998-2008).....	4
Tableau I.3: les températures maximales et minimales (période 1998-2008).....	5
Tableau I.4: le vent en (m/s) pour chaque mois à hauteur (1-2m) ou plus.....	5
Tableau I.5: Evaporation moyenne mensuelles (période 1998-2006).....	6
Tableau I.6: classification du clima.....	7
Tableau II.1: caractéristiques de forage	12
Tableau II.2: Compositions chimiques de l'eau	13
Tableau II.3: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 01	17
Tableau II.4: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 2.....	19
Tableau II.5: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 03.....	21
Tableau II.6: Les caractéristiques physico- chimiques de profil 04.....	23
Tableau II.7: Les espèces culturales.....	24
Tableau II.8: Degré d'aptitude culturale.	25
Tableau II.9: Perméabilité du sol.	25
Tableau III .1: Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	28
Tableau III .2: Le procédé de test d'homogénéité.....	30
Tableau III.3: résultats de l'ajustement de la série.....	31
Tableau III.4: résultats de l'ajustement de la série.....	32
Tableau III.5: Précipitations mensuelles moyennes	34
Tableau III.6: représenté l'année de calcule	34
Tableau IV.1: caractéristique de périmètre	35
Tableau IV.2: Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.....	38
Tableau IV.3: Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.	39
Tableau IV.4: représentation des valeurs du coefficient (KC).....	41
Tableau IV.5: évapotranspiration réelle ETR (mm).....	41
Tableau IV.6: profondeur des racines (m)	41
Tableau IV.7: réserve facilement utilisable (mm/m).....	41
Tableau IV.8: réserve facilement utilisable (mm).....	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.9: besoin en eau d'irrigation (mm).....	42
Tableau V.1: Caractéristiques des rampes.	57
Tableau V.2: Caractéristiques de la porte rampe.	57
Tableau V.3: Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	64
Tableau V.4: les valeurs des Constans L.M et N.	65
Tableau VI.1: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation	71
Tableau VI.2: Caractéristiques des conduites de distribution	72
Tableau VII.1:Calcul de la Hmt du tronçon (forage ver le réservoir de stockage).	81
Tableau VII.2:Calcul des frais d'amortissement du tronçon.....	81
Tableau VII.3: Calcul des frais d'exploitation du tronçon.	81
Tableau VII.4: Bilan du tronçon.....	82
Tableau VII.5: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre de la station de pompage.	83

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: zone d'étude	1
Figure I.2: plan de situation de la commune de TIXTER	2
Figure I.3: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER	7
Figure I.4: diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude.....	8
Figure II 1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	14
Figure III.1: Répartition mensuelle des précipitations (Période 1968-2008).....	27
Figure III.2: Ajustement à la loi de GALTON (log-normale).....	32
Figure III.3: Ajustement à la loi de Gauss(normal).....	33
Figure V.1: Goutteurs.....	47
Figure V.2: Partie essentielle d'une installation localisée.....	52
Figure VI.1: réseau principal d'irrigation.....	73
FigureVII.1: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.....	82

LISTE DES PLANCHES

1. Plan topographique.
2. Schéma explicatif des profils pédologiques.
3. Occupation cultural du sol.
4. Schéma explicatif du réseau d'irrigation.
5. Profil en long d'adduction.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'irrigation est l'art d'obtenir de la terre, par un bon emploi des eaux, des produits plus abondant, plus variés et surtout plus réguliers que ceux auxquels on peut prétendre par la culture ordinaire. Le but de l'irrigation est d'augmenter les facultés productives du sol et de la plante.

L'irrigation peut néanmoins avoir des conséquences néfastes, notamment sur le plan écologique : le développement irraisonné de l'irrigation entraîne une grande consommation d'eau au profit de l'agriculture alors que les ressources parfois limitées sont de plus en plus sollicitées ; de même des apports d'eau et de solutés excessifs peuvent engendrer une dégradation des sols et une pollution diffuse.

Pour assurer la durabilité et l'avenir des cultures irriguées, on doit rechercher en permanence la plus grande efficacité de l'irrigation de manière à valoriser au mieux l'eau utilisée et l'ensemble des moyens dont il dispose, en évitant d'éventuels effets néfastes dus à des excès d'eau.

La connaissance approfondie de la technologie de l'irrigation peut nous permettre de mieux choisir nos équipements, de mieux définir la stratégie d'irrigation en fonction du contexte des exploitations et enfin de mieux conduire l'irrigation pour respecter ou ajuster la stratégie choisie en fonction des évolutions climatiques et agronomiques.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que les deux modes de distribution à la parcelle, l'aspersion et ce qu'on appelle la micro irrigation s'avère impérative.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la période de sécheresse qui s'est accentuée.

L'objectif de notre travail c'est l'irrigation du périmètre de la ferme pilote YAHYA BEN AICHOUCHE (zone-B)-TIXTER- wilaya de BORDJ BOU ARRERIDJ par l'utilisation des systèmes d'irrigation (Système d'irrigation par aspersion, Système d'irrigation par goutte à goutte) après l'estimation des besoins d'irrigation et les différentes étapes nécessaires.

INTRODUCTION GENERALE

I.1 Introduction

L'objet de ce chapitre est de présenter le périmètre irrigué de LA FERME PILOTE YAHYA BEN AICHOUCHE. Cependant au moment d'aborder l'étude du périmètre, il convient de connaître le cadre naturel dans lequel s'insère ce périmètre et dont il est inséparable.

I.2 Situation géographique et administrative

Le périmètre en question est situé dans la commune de TIXTER à environ une trentaine de kilomètres à l'est du chef lieu de wilaya BORDJ BOU ARRERIDJ.

Au nord: AIN TAGHROUT, au sud : RAS ELOUED

L'est : Wilaya de SETIF, l'ouest : AIN TESSERA

L'aire d'étude agro pédologique le périmètre s'étend sur deux zones : A et B

Zone A : Située à environ de 6 Km au sud de TIXTER d'une surface de 72.09ha

Zone B : Située à environ de 4 Km à l'est de TIXTER d'une surface de 39.09ha

Dans notre étude on fait la projection de réseau d'irrigation sur la zone B qui caractérisée par:

Un forage d'un débit de 30l/s.

X=71°63' 00"	longitude	X=71°69' 50"	longitude
Y=31°09' 20"	latitud	Y=30°95' 20"	latitud
		Z=950m	altitude



Figure I.1: zone d'étude

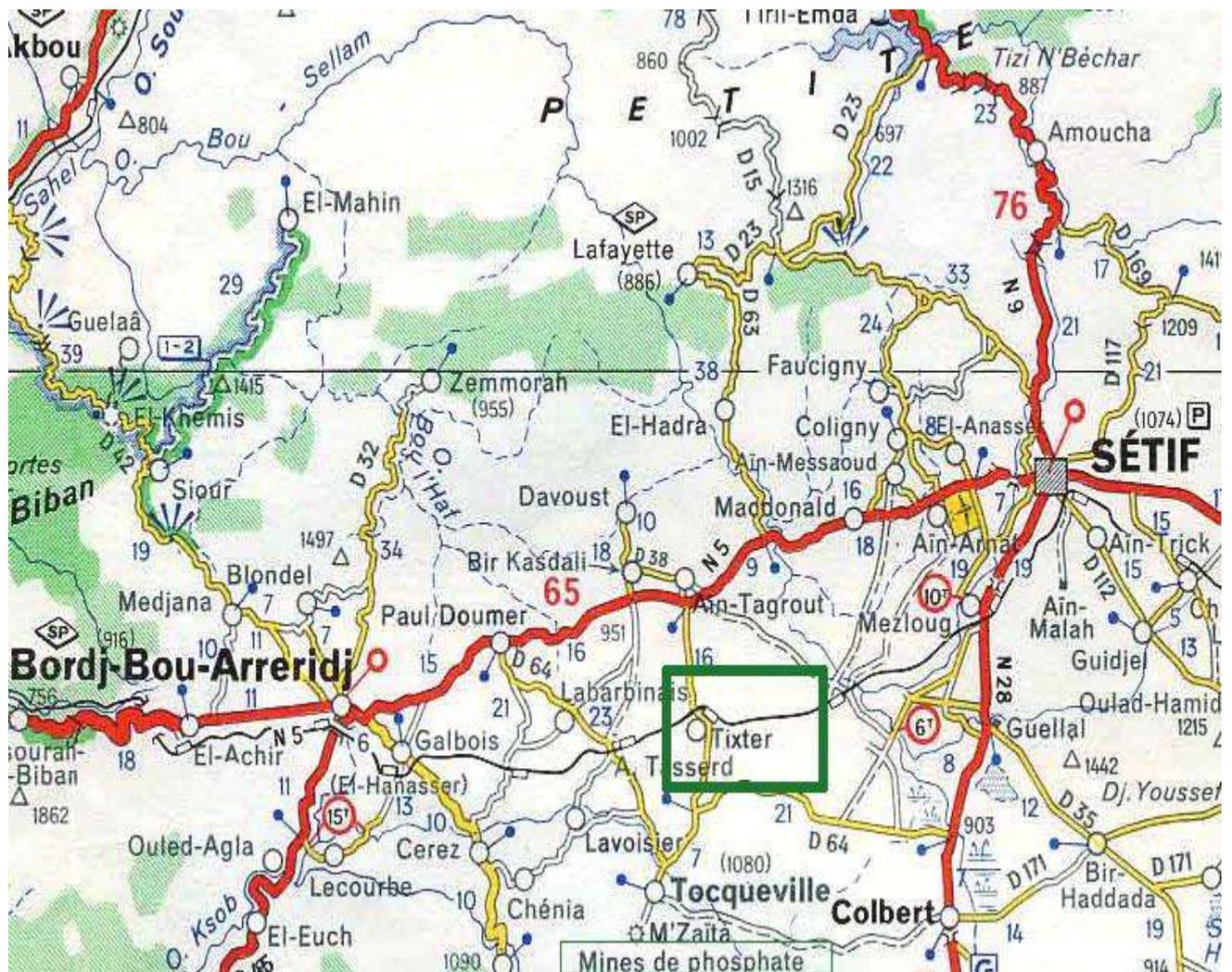


Figure I.2: plan de situation de la commune de TIXTER

I.3 Analyse des conditions climatiques

Notre région d'étude est située dans les hauts plateaux algériens, avec un climat de type continental, caractérisé par deux périodes : sec en été, froid en hiver.

Les caractéristiques climatiques sont déduites à partir des observations enregistrées à la station météorologique avoisinante.

I.3.1 La pluviométrie station de TIXTER (1969-2008)

Les données pluviométriques proviennent de la station de TIXTER, on observe donc, d'après le tableau I.1, qu'elles sont mal réparties dans l'année.

**Tableau I.1: Répartition mensuelle moyenne interannuelle des précipitations
(Période 1969-2008)**

mois	sept	Oct	Nov	dec	jan	fev	Mars	avril	mai	juin	juil	aout	P _{ann}
P _{moy}	35,4	25,2	27,6	30,0	28,2	22,5	28,9	40,8	39,3	16,1	7,3	10,3	311.6

(Source ANRH)

I.3.2 Température :

La température de la zone d'étude atteint au mois de juillet et Aout un maximum d'environ 40°C (durant 2 à 3 jours), tandis qu'elle peut diminuer sous 0°C en hiver au mois de Décembre et janvier.

Les températures moyennes sont présentées dans le **tableau I.2**.

Tableau I.1: les températures moyennes (période 1998-2008)

<i>Mois</i>	J	f	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	<i>Moy</i>
<i>T°C</i>	10,14	11,94	14,78	16,66	23,24	28,53	32,00	33,19	26,76	21,34	15,38	11,04	26,8

(Source ANRH)

b) Températures maximales et minimales

Les températures maximales et minimales sont présentées dans le **tableau I.3**.

Tableau 0 I.2: les températures maximales et minimales (période 1998-2008).

<i>Mois</i>	J	f	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	<i>Moy</i>
<i>Tmin°c</i>	8,9	9,2	13	14,8	19,5	24,9	24	31	26	18,7	13,5	7,9	17.6
<i>Tmax°c</i>	11,6	17,1	18	19,5	28	31,8	35	36,1	29,1	23,3	16,8	13,6	23.3

(Source ANRH)

L'analyse du tableau ci-dessus nous renseigne sur:

- une période chaude s'étalant du mois de Juin au mois de Septembre, marquée par une température moyenne de **30,12° C**.
- Le mois le plus chaud étant le mois d'Aout d'une température moyenne de **33.19° C**.
- Une période de froid s'étalant du mois de novembre au mois d'Avril avec une valeur moyenne de **13,32° C**.
- Le mois le plus froid étant le mois de Janvier avec une température de **7.9° C**

I.3.3 Les vents

Pendant la période hivernale, on note la prépondérance des vents « Ouest » et « Nord-Ouest ». En été les vents sont variables avec manifestation du sirocco dont les effets limitent la mise en valeur des hautes plaines.

Tableau 0 I.3: le vent en (m/s) pour chaque mois à hauteur (1-2m) ou plus

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
Vmoy(m/s)	2,18	2,17	2,08	2,18	2,37	2,23	2,3	2,47	2,37	2,23	2,5	2,32
Vmax(m/s)	17	14,3	15,7	14,3	19,1	16,8	16,3	16,3	15,8	16,2	16,3	15,8

I.3.4 L'évaporation

L'évaporation est un problème physique qui croit 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 0I.4: Evaporation moyenne mensuelles (période 1998-2006)

<i>Mois</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
%	2	0.7	1.7	5.1	11.1	12.4	16.9	12.8	10.8	9.7	7.4	5.2
Evap (mm)	8	2.8	6.8	20.4	44.4	49.6	67.6	51.2	43.2	39.6	20.8	9.6

(Source ANRH)

I.4 Classification du climat

I.4.1 Classification du climat selon l'indice de MARTONE

L'indice d'aridité de 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 suivante :

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

Avec :

P: précipitation annuelle en mm.

T: température moyenne en (°C).

AN :

$$I_A = \frac{P}{T+10} = \frac{311.6}{15+10} = 12.46$$

Le tableau de référence suivant permet de préciser le type de climat de notre région d'étude:

Tableau I.6 : Classification du climat

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

Selon la classification de MARTONE; notre climat est sec ($10 \leq I_A \leq 20$), ce qui rend l'irrigation Nécessaire.

I.4.2 Classification du climat selon diagramme d'EMBERGER

Il s'agit selon les principes qui trace en (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 :

$$Q = \frac{1000 \times P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

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 :

$$P = 311.6 \text{ mm}$$

$$M = 33.19^\circ \text{C}$$

$$m = 7.9^{\circ}\text{C}$$

On aura :

$$Q = \frac{2 \times 1000 \times 311.6}{(33.19 + 273)^2 - (7.9 + 273)^2} \approx 32.67$$

Et se référant au diagramme bioclimatique, la valeur de Q situe notre zone comme suit :

L'étage bioclimatique : semi aride

Sous l'étage: hiver frais (voir la Figure I.3)

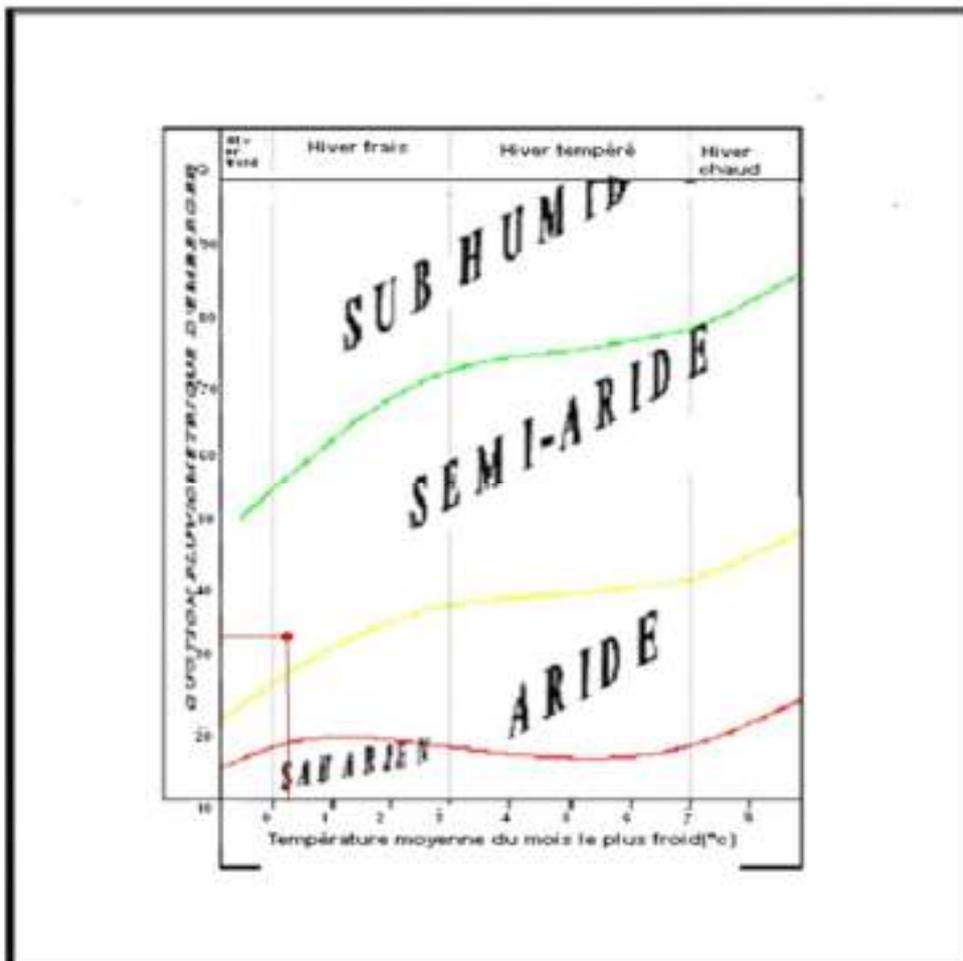


Figure I.3: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

I.4.3 Diagramme ombrothermique de Gausсен

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnées 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 : allant de Novembre jusqu'à Avril
- période sèche : s'étale sur la période allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre

En cette période l'irrigation est nécessaire.

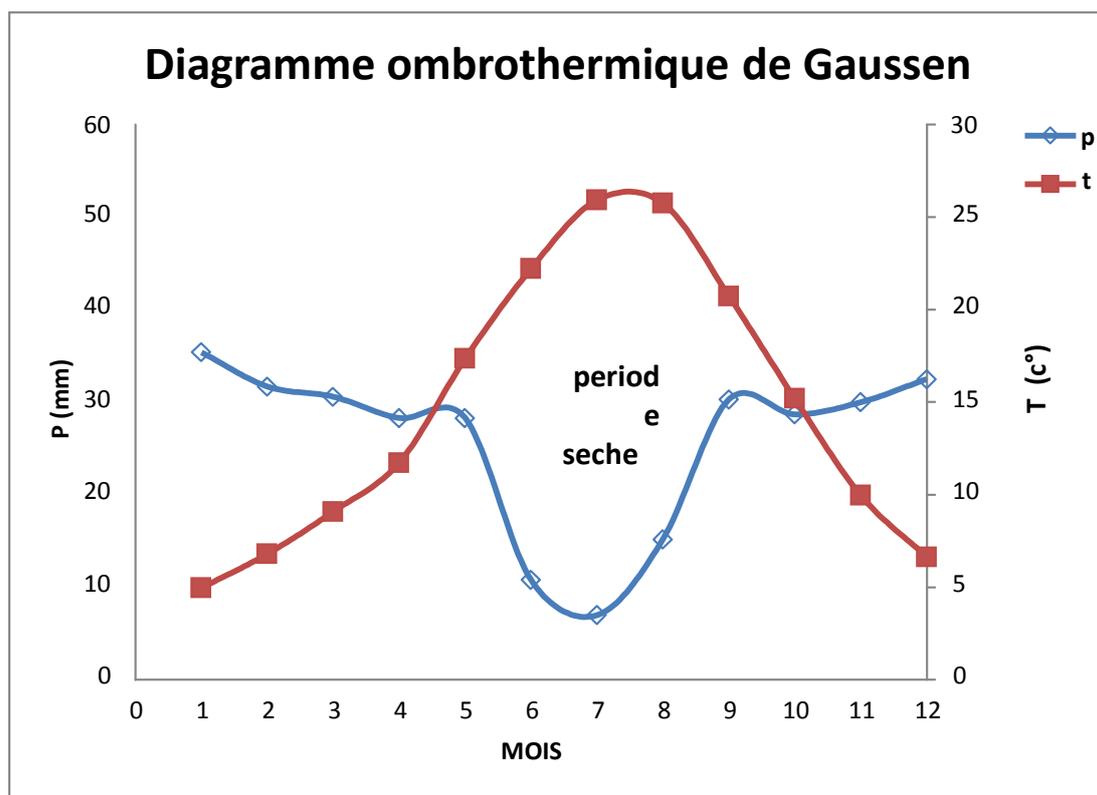


Figure I.4: diagramme ombrothermique de Gausсен de notre zone d'étude

I.5 Conclusion

Dans cette chapitre en fait la combinaison précipitation- température et selon le Diagramme bioclimatique d'émerger nous avons caractérisé le climat.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 308.9mm/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 confirmé que la région est à climat semi-aride. L'irrigation est donc parfois utile.

II.1 Introduction

Le sol agricole est la partie de la couche superficielle de l'écorce terrestre qui, Grâce à sa structure et sa composition physico-chimique et en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés. Cette définition pratique permet de considérer le sol soit comme un milieu de culture, soit comme le simple support des plantes cultivées, ces dernières ont besoins d'eau pour vivre. Ce besoin est mis en évidence en cultures non irriguées par la différence des rendements obtenus les années sèches et les années pluvieuses. La combinaison sol-eau produit un milieu auquel la plante cultivée devra être adaptée. Il ne suffit pas d'apporter de l'eau aux sols pour qu'ils produisent des récoltes, il faut encore en apporter assez pour que les plantes cultivées arrivent à la maturité.

II.2 Géologie

Dans la région de TIXTER, on observe des affleurements de calcaire crétacé exemple : Djebel latmef, Djebel Zdinaa. Situes à l'Est de périmètres d'irrigation.

Au niveau de périmètre les affleurements observes sont du Quaternaire plus ancien.

Des sols composes de limons, sables, cailloutis rongeaire en grande extension sur la moitié Est de la feuille géologique de AIN TAGHROUT, notamment dans les plaines au sud de AIN TAGHROUT et au sud de TIXTER la ou se trouve notre périmètre d'irrigation.

Parfois on rencontre des sols a croutes calcaires inter stratifiées dans la formation précédentes ou formant une table a leur sommet pouvant atteindre un mètre d'épaisseur et représentant l'ultime dépôt du lac.

La partie la plus superficielle (20cm) est une croute plus récente formée par évaporation aux dépens d'assises sous-jacentes.

II.3 Géomorphologie

Le périmètre étudié se situe a des altitudes qui varient entre 935m et 965m.

Le relief est en général favorable a la l'utilisation agricole des terres et leur irrigation, topographie plane, pente ne dépassant pas 4% .

II.4 Qualité des eaux d'irrigation

II.4.1 La salinité

La salinité constitue l'aspect le plus important qui pose un problème dès l'instant où l'accumulation des sels dans la zone racinaire atteint une concentration qui provoque une baisse de rendement pouvant aller jusqu'au dépérissement de la culture.

Deux paramètres permettent d'apprécier pour une étude sommaire les risques dus à la salinité.

II.4.2 La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) mesurée à 25°C est exprimée en mmhos/cm rend compte de la salinité globale des eaux.

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- * C₁ : Risque faible CE ≤ 0,25 ;
- * C₂ : Risque moyen 0,25 < CE ≤ 0,75;
- * C₃ : Risque élevé 0,75 < CE ≤ 2,25;
- * C₄ : Risque très élevé CE > 2,25.

CE = 0.7 mmhos/cm, donc le risque de salinité est faible.

II.4.3 Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

Si l'eau est riche en sodium celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défloculante, pour apprécier le risque alcalin, on compare la concentration en ion Na⁺, celle en ion Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

- * S₁ : Risque faible S.A.R ≤ 10.
- * S₂ : Risque moyen 10 < S.A.R ≤ 18.
- * S₃ : Risque élevé 18 < S.A.R ≤ 26.
- * S₄ : Risque très élevé S.A.R > 26.

Dans notre cas on a le S.A.R = 7.5 ; Risque moyen.

II.5 Les ressources en eau pour l'irrigation

Dans notre zone d'étude il ya un seul forage qui assure les besoins en eau des cultures.

Leurs caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.0.1: caractéristiques de forage

Forage	Coordonnée	Débit l/s	Niveau dynamique (m)	Niveau statique (m)	PH
F	Z:945,02 m	40	53.62	24.5	7
	x:71 67'00				
	y:31 04'00				

II.5.1 Compositions chimiques de l'eau d'irrigation

Les caractéristiques chimiques de l'eau sont indispensables pour le choix des cultures et l'estimation de la dose d'irrigation, pour ce la en fait des analyses sur la composition chimique de l'eau des forages, nous à donné les résultats suivants :

Tableau II.0.2: Compositions chimiques de l'eau

<i>Elément</i>	mg/l	méq/l
<i>Ca⁺⁺</i>	104	5,19
<i>Mg⁺⁺</i>	130	10,65
<i>Na⁺</i>	57	2,47
<i>K⁺</i>	3	0,08
<i>Cl⁻</i>	199	5,59
<i>SO₄</i>	468	9,76
<i>HCO₃</i>	131	2,15
<i>CO₃</i>	0	0
<i>NO₃</i>	11	0,13
<i>Somme des cations</i>	18,39 méq/l	
<i>Somme des anions</i>	17,68 méq/l	
<i>Somme des ions</i>	1103 mg/l	
<i>Residue sec à 110°C</i>	1158mg/l	
<i>Mineralization</i>	998mg/l	
<i>Conductivité à 25°C</i>	0.7mmhos/cm	
<i>PH</i>	7	
<i>Turbidité (FTU)</i>	3	
<i>TH Français</i>	79	
<i>SAR</i>	7.5	

DHW -Bordj Bou Arreridj-

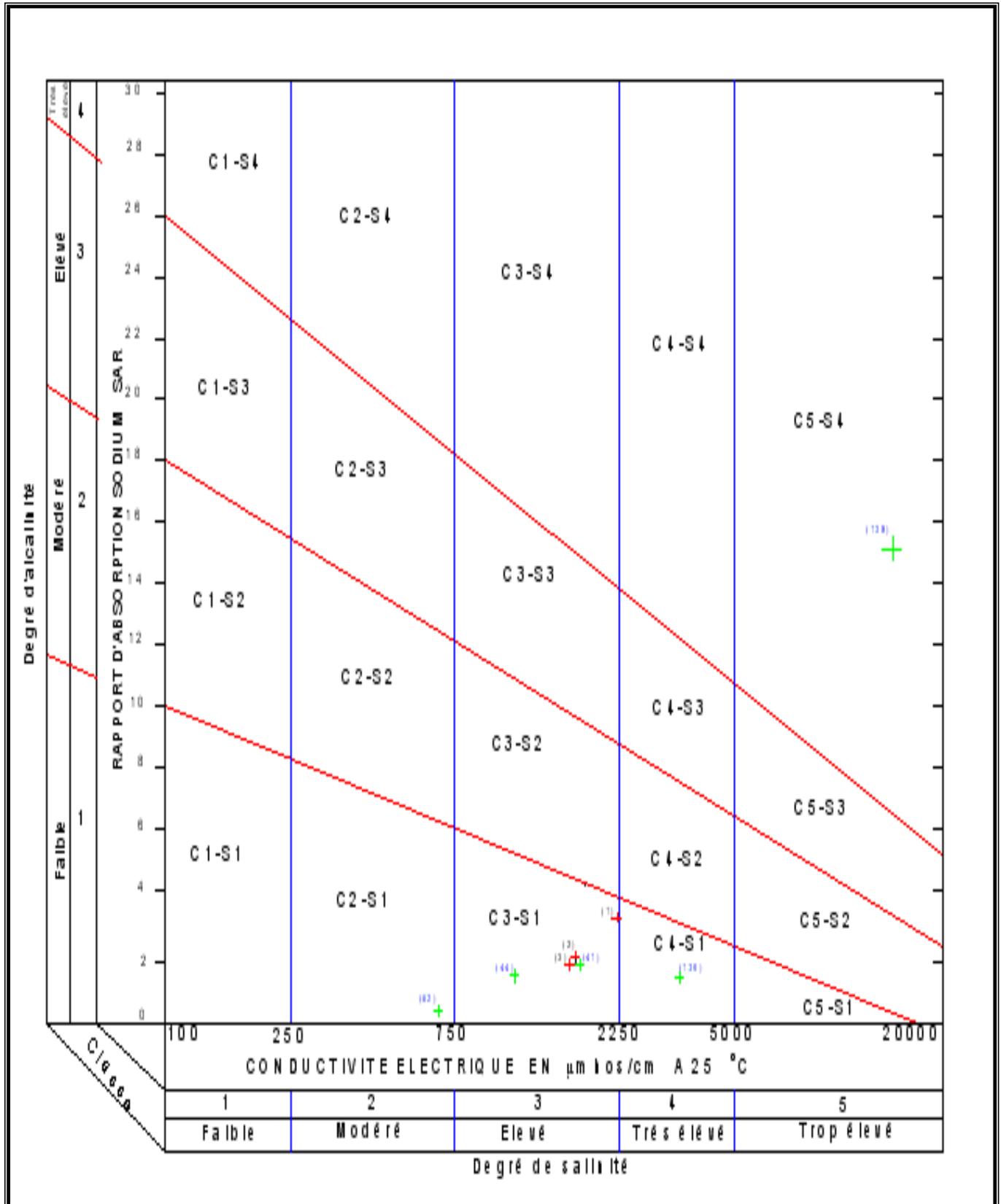


Figure II.1: Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation on peut distinguer que les caractéristiques analytiques de l'eau permettent de la classer comme une eau un peu salée (C2-S2), il faut l'utiliser avec précaution.

II.6 Pédologie

En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir. Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement sont nécessaires dans un périmètre d'irrigation ; pour le dimensionnement du réseau de distribution ou pour les usagers de bien utiliser l'eau qui est mise à leur disposition.

Donc la pédologie est l'étude de reconnaissance des sols.

Les sols de notre zone d'étude sont presque de même classe, **des sols calcimagnésiques**, on distingue 4 profils :

II.6.1 Les sols calcimagnésiques

Ce sont des sols carbonatés, bruns calcaires modaux. Ils sont profonds et caractérisés par une texture sablo limoneuse avec de faible taux de graviers.

Jusqu'à 50 cm le sol présente une bonne structure polyédrique et une teneur en calcaire inférieure à 15,2%. La salinité est faible et ne dépasse pas 2 mmhos/m.

II.6.2 Description des profils pédologiques

Description du profil N° P1

Coordonnées : X= 716 792

Y= 310 648

Topographie : plane.

Pente : environ 2.2%.

Occupation du sol : céréales en très bon état.

Géomorphologie : glacis.

DESCRIPTION

De 0 a 32cm : sec brun clair, structure polyédrique fine bien développée. Porosité bonne, vive effervescence généralisée a l'HCL, présence des racines et radicelles de céréales, la texture est équilibrée.

De 32 a 58 cm : sec brun noirâtre structure polyédrique moyenne a grossière bien développée, texture argilo-limoneuse, porosité moyenne vive effervescence a l'HCL généralisées.

De 58 a 110cm : sec, brun grisâtre, structure polyédrique grossier assez bien développée, porosité médiocre, texture argileuse, vive effervescence a l'HCL généralisées.

CLASSIFICATION

Classe : sols calcimagnestique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : a encroutement calcaire.

Famille : colluvions calcaire de texture moyenne à fine.

Aptitudes culturales en sec : C mf T

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond apport d'amendements organiques.

Tableau 0.3: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 01

	N° PROFIL 01			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-32	32-58	58-110
Granulométrie	Argile %	30	34	44
	Limon fin %	25	25	8
	Limon grossier %	4	4	3
	Sable fin %	29	30	40
	Sable grossier %	16	12	10
Matières organiques	Matière organique %	1.08	0.8	1.04
	Carbone‰	6.3	4.2	6.1
	Azote ‰	0.82	0.5	0.68
	C/N	8	8	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	0.82	1.2	0.9
	P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	56	69	58
	Ca CO ₃ total %	44.84	58.2	54
	Ca CO ₃ actif %	14.8	15.8	15.4
	K ₂ O total ‰	0.48	0.65	1.3
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	31	29	30
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	7	9	4
	K ⁺ (meq/100g)	0.3	0.4	0.4
	Na ⁺ (meq/100g)	0.5	0.2	0.5
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	12	6.7	22.2
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8.2	8.3	8
	CE (millimhos/cm)	0.4	0.35	0.4
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)			
	SO ₄ ⁻ (meq/l)			
	Cl ⁻ (meq/l)			
	Ca ⁺⁺ (meq/l)			
	Mg ⁺⁺ (meq/l)			
	Na ⁺ (meq/l)			
K ⁺ (meq/l)				
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.5	2.6	2.8
	Densité apparente	1.6	1.8	1.8

DHW -Bordj Bou Arreridj-

Description du profil N° P2

Coordonnées : X= 716855

Y= 310200

Topographie : Plane

Pente : environ 3.7% nord sud

Occupation du sol : céréales

Géomorphologie : Glacis

DESCRIPTION

De 0 a 30cm sec brun clair, structure polyédrique, moyenne. Porosité bonne, vive effervescence généralisée a l'HCL, présence des racines et radicelles de céréales, la texture limono-argileuse. Présence de débris d'encroutements.

De 30 a 65 cm sec brun clair a blanchâtre analogue au précédent mais la structure est très élargie argilo-limoneuse vive effervescence généralisée a l'HCL. Au-delà de 65 cm de profondeur existe une croute calcaire étendue sur tout la parie haute de parcelle.

CLASSIFICATION

Classe : sols calcimagnestique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : sur croute calcaire.

Famille : colluvions calcaire de texture moyenne.

Série : croute calcaire à 65cm.

Aptitudes culturales en sec : mgc

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandes : labours profonds et sous-solage

Tableau II.4: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 2.

	N° PROFIL 2		
	Profondeur (cm)	H1	H2
		0-30	30-65
Granulométrie	Argile %	2.8	3.2
	Limon fin %	3.5	2.6
	Limon grossier %	3	4
	Sable fin %	2.2	2.5
	Sable grossier %	1.1	1.2
Matières organiques	Matière organique %	0.72	0.84
	Carbone‰	4.8	6.2
	Azote ‰	0.52	0.7
	C/N	8	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	0.94	1
	P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	46	50
	Ca CO ₃ total %	48	52
	Ca CO ₃ actif %	15.2	16.1
	K ₂ O total ‰	0.6	0.4
	Gypse total %	0	0
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	25	28
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	6	8
	K ⁺ (meq/100g)	0.28	0.35
	Na ⁺ (meq/100g)	0.6	0.4
	S		
	T(NH ₄) (meq/100g)	6.6	16
	Na/T %		
Solution du sol	% Saturation		
	PH	8.1	8.2
	CE (millimhos/cm)	0.4	0.35
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)		
	SO ₄ ⁻ (meq/l)		
	Cl ⁻ (meq/l)		
	Ca ⁺⁺ (meq/l)		
	Mg ⁺⁺ (meq/l)		
	Na ⁺ (meq/l)		
	K ⁺ (meq/l)		
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.6	2.7
	Densité apparente	1.8	1.7

DHW -Bordj Bou Arreridj-

Description du profil N° P3

Coordonnées : X= 716 772

Y= 309 765

Topographie : plane.

Pente : environ 3.7% Nord Sud.

Occupation du sol : céréales.

Géomorphologie : glacis.

DESCRIPTION

De 0 a 28cm : sec brun clair, structure polyédrique fine a grumeleuse. Tres bonne Porosité, vive effervescence généralisée a l'HCL, présence des racines et radicules de céréales, la texture est limoneux-argileuse.

De 28 a 50 cm : humide, brun noirâtre, structure polyédrique, moyenne bien développée, texture argilo-limoneuse, porosité bonne, vive effervescence a l'HCL généralisées.

De 50a100cm : humide, brun noirâtre, structure polyédrique a prisme bien développée, porosité bonne, vive effervescence a l'HCL généralisées, texture argilo-limoneuse.

CLASSIFICATION

Classe : sols calcimagnestique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : a encroutement calcaire.

Famille : alluvion et colluvions calcaires.

Aptitudes culturales en sec : C mf T

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond apport d'amendements organiques.

Tableau 0.5: Les caractéristiques physico-chimiques de profil 03

	N° PROFIL 03			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-25	25-95	95-140
Granulométrie	Argile %	32	34	46
	Limon fin %	33	25	5
	Limon grossier %	3	4	4
	Sable fin %	21	28	38
	Sable grossier %	14	14	11
Matières organiques	Matière organique %	0.6	0.67	1.01
	Carbone‰	3.5	3.9	5.9
	Azote ‰	0.46	0.49	0.76
	C/N	8	8	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	0.83	1.26	0.88
	P2O5 assimilable (ppm)	43	75	60
	Ca CO ₃ total %	43.7	68.4	53.2
	Ca CO ₃ actif %	15.3	16.5	15.6
	K ₂ O total ‰	0.33	0.7	1.29
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	26	28	30
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	10.25	15	2
	K ⁺ (meq/100g)	0.28	0.5	0.3
	Na ⁺ (meq/100g)	0.5	3	0.6
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	12	9.4	24.4
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8	8.1	8.1
	CE (millimhos/cm)	0.4	0.5	0.4
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)	0.6	0,5	0,7
	SO ₄ ⁻ (meq/l)	65	83	40,6
	Cl ⁻ (meq/l)	5	14	1,6
	Ca ⁺⁺ (meq/l)	23	25,6	22
	Mg ⁺⁺ (meq/l)	28.3	25,6	24,4
	Na ⁺ (meq/l)	27.1	32,4	15,1
	K ⁺ (meq/l)	0.7	1,2	0,2
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2,5	2,4	2,8
	Densité apparente	1.8	1.6	1.8

DHW -Bordj Bou Arreridj-

Description du profil N° P4

Coordonnées : X= 716 703

Y= 309 650

Topographie : plane.

Pente : environ 3.8% sud nord.

Occupation du sol : céréales.

Géomorphologie : glacis.

DESCRIPTION

De 0 a 35cm : sec brun clair, structure polyédrique fine a grumeleuse. Porosité bonne, vive effervescence généralisée a l'HCL, présence des racines et radicules de céréales, la texture est limoneux-argileuse.

De 35 a 60 cm : sec brun noirâtre structure polyédrique moyenne bien développée, texture argileuse, porosité assez bonne, vive effervescence a l'HCL généralisées.

De 60a120cm : humide, brun, structure polyédrique moyenne, assez bien développée, porosité assez bonne, texture argileuse, vive effervescence a l'HCL généralisées.

CLASSIFICATION

Classe : sols calcimagnestique.

Sous-classe : sols carbonates.

Groupe : sols brun calcaire.

Sous-groupe : a encroutement calcaire.

Famille : alluvion et colluvions calcaires.

Aptitudes culturales en sec : C mf T

Aptitudes culturales en irrigue : culture fourragère céréalière et maraichère.

Travaux recommandés : labours profond apport d'amendements organiques.

Tableau II.6: Les caractéristiques physico- chimiques de profil 04

	N° PROFIL 04			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-35	35-60	60-120
Granulométrie	Argile %	24	46	48
	Limon fin %	39	5	6
	Limon grossier %	3	3	3
	Sable fin %	24	39	38
	Sable grossier %	10	11	10
Matières organiques	Matière organique %	0.89	1	1.4
	Carbone‰	5.2	5.9	6.2
	Azote ‰	0.67	0.78	0.84
	C/N	8	8	8
Réserves minérales	P2O5 Total ‰	1.2	0.92	1.1
	P2O5 assimilable (ppm)	50	61	70
	Ca CO ₃ total %	57	54	50
	Ca CO ₃ actif %	15	15.7	15.1
	K ₂ O total ‰	0.3	1.4	0.96
	Gypse total %	0	0	0
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	22	32	29
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	4	6	8
	K ⁺ (meq/100g)	0.6	0.4	0.3
	Na ⁺ (meq/100g)	0.6	0.5	0.4
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	5.80	20	18
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation			
	PH	8.3	8.1	8.1
	CE (millimhos/cm)	0.3	0.4	0.4
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)			
	SO ₄ ⁻ (meq/l)			
	Cl ⁻ (meq/l)			
	Ca ⁺⁺ (meq/l)			
	Mg ⁺⁺ (meq/l)			
	Na ⁺ (meq/l)			
K ⁺ (meq/l)				
Caractéristiques physiques	Densité réelle	2.6	2.8	2.8
	Densité apparente	1.7	1.8	1.8

DHW -Bordj Bou Arreridj-

II.6.3 L'aptitude culturale des sols

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

Notre zone d'étude est utilisée principalement par les cultures céréalières en sec, qui dépendants surtout des précipitations annuelles.

Tableau 0 II.7: Les espèces culturales

N°	Espèces: Arboriculture	N°	Espèces: Cultures maraichères	N°	Espèces: Céréales fourrages	et N°	Espèces: Cultures industrielles
1	Agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher sur franc, abricotier sur pêcher franc	2	Tomate	2	Bersim	2	coton
3	Pêcher sur amandier. Abricotier sur amandier Amandier sur franc	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher sur prunier Prunier sur prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier sur franc	5	Carotte	5	Féтуque	5	Lin
6	Abricotier sur prunier myrobolan. Prunier sur prunier myrobolan	6	Navet	6	Vesce avoine	6	Condiment et henné
7	Cerisier sur merisier	7	Chou fleur	7	Ray gras		
8	Cerisier	8	Chou pommé	8	Blé dur		
9	Olivier	9	Epinard	9	Blé tendre		
10	Pommier sur franc	10	Laitue	10	Orge		
11	Pommier sur doucin	11	Ail				
12	Pommier sur paradis	12	Aubergine				
13	Poirier sur franc	13	Pastèque				
14	Poirier sur cognassier	14	Melon				
15	Figuier	15	Piment poivron				

DHW -Bordj Bou Arreridj-

Tableau II.8: Degré d'aptitude culturale.

TYPES DE SOLS	Degré d'aptitude culturale	
	Bon	Moyenne
Les sols calcimagnésiques		
Arboriculture: (B11)	2, 3, 4, 5, 6,9, 11, 12, 15,16	1, 10, 13,14
Cultures maraichères: M32	3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13,14	1, 2, 9, 11, 12,15, 16, 17, 22,23
Céréales et fourrages:(C13)	5-6-7-8-9-10	1-2-3-4
Cultures industrielles:(I13)		1, 2, 3, 4, 5,6

DHW -Bordj Bou Arreridj-

II.6.4 Les travaux d'aménagements

Pour les sols calcimagnésique il faut apporter un amendement organique et procéder à l'épierreage. Il faut en plus prévoir des doses élevées de lessivage au moment de l'irrigation.

Avec le lessivage les aptitudes culturales peuvent gagner en potentiel.

II.6.5 La perméabilité en surface

La perméabilité en surface est mesurée par le double anneau. Elle a porté sur les quartes profils (P01, P02, P3, P4). Sont des sols calcimagnésiques qui ont une perméabilité de 8 mm/h.

Tableau 0 II.9: Perméabilité du sol.

Profils	K (mm/h)	Observations
P1	8	Sols perméables

II.7 Conclusion

D'après les résultats qu'on a, on peut dire que:

- ✓ l'eau d'irrigation n'est pas salée $ce < 1.5$ mmhos/cm.
- ✓ S.A.R < 10 donc le problème de toxicité est évité dans Ce cas.
- ✓ La conductivité électrique du sol est moyenne donc il ne faudra pas de fait le lessivage.
- ✓ La granulométrie du sol est argileux-limoneux donc la perméabilité du sol est moyenne.

III.1 Introduction

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre, ainsi que l'ensemble des aspects liés aux processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

Ce chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences 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 pluviométriques par des lois statistiques.

III.2 Pluviométrie.

L'étude pluviométrique sera effectuée à partir des données des précipitations mensuelles et journalières enregistrées au niveau de la station la plus proche de la zone d'étude.

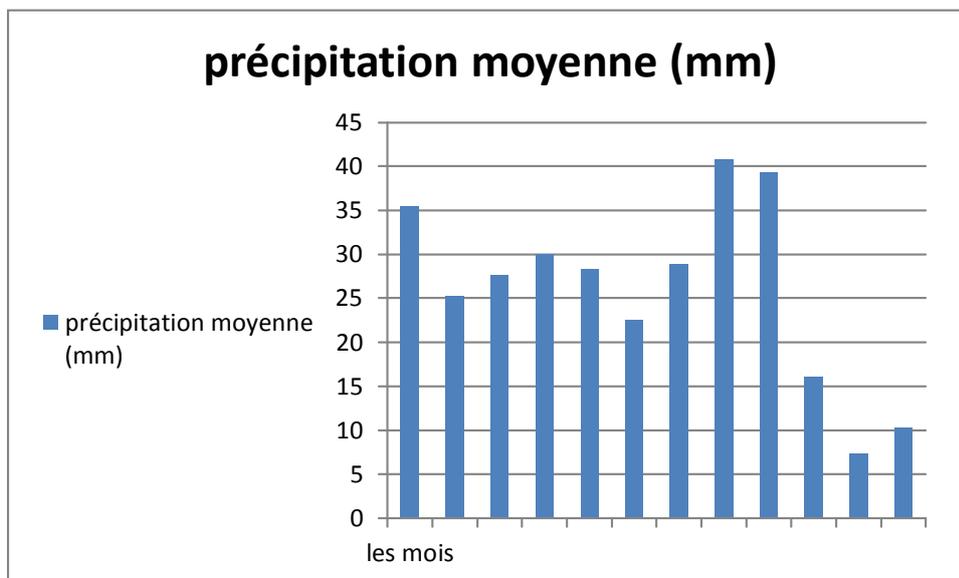


Figure III.1: Répartition mensuelle des précipitations (Période 1968-2008)

Tableau III.0.1: Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

n°	Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	P
1	1969	31,5	0,0	10,6	32,4	2,4	43,0	82,2	26,7	26,9	13,5	7,1	0,0	276
2	1970	23,8	32,6	15,5	5,6	7,1	69,7	32,8	9,8	12,0	3,0	0,0	2,7	215
3	1971	56,1	7,0	30,5	36,5	1,4	45,5	19,1	86,6	84,3	29,5	7,0	7,4	411
4	1972	26,4	57,0	41,0	29,8	96,5	0,0	0,0	5,0	50,0	0,0	0,0	0,0	306
5	1973	0,0	8,5	39,0	14,5	39,0	14,5	5,7	113,5	43,0	8,5	0,0	13,0	299
6	1974	0,0	73,5	7,0	2,0	29,9	39,5	86,0	134,6	5,4	34,3	0,0	0,0	412
7	1975	29,0	22,7	11,9	3,9	19,6	22,8	0,0	8,1	46,6	0,0	0,0	0,9	166
8	1976	10,5	47,1	80,0	29,9	16,0	12,5	76,9	117,6	165,9	21,0	21,0	1,0	599
9	1977	8,6	10,9	2,1	10,9	32,8	17,6	18,6	92,9	88,4	7,2	0,0	0,0	290
10	1978	18,7	69,2	45,6	37,3	0,0	18,1	9,3	8,8	4,5	0,0	0,0	17,9	229
11	1979	0,0	1,4	3,9	4,8	33,6	40,2	7,2	31,1	7,2	0,7	0,0	0,0	130
12	1980	2,5	21,8	1,2	31,8	18,6	8,8	48,8	10,5	29,8	0,0	0,0	0,0	174
13	1981	23,5	14,4	38,0	15,1	14,3	13,6	30,1	16,6	11,4	13,6	0,0	9,0	200
14	1982	82,3	20,6	48,7	39,2	13,1	52,2	16,4	19,3	35,0	0,0	15,7	7,5	350
15	1983	0,0	6,3	38,4	50,1	28,7	6,3	17,7	19,7	28,8	9,5	0,0	0,0	206
16	1984	7,4	3,4	34,3	80,0	13,7	13,8	10,7	45,5	23,2	29,9	17,1	34,8	314
17	1985	49,9	4,5	10,1	1,6	46,4	0,0	31,0	58,2	81,0	9,4	10,0	20,8	323
18	1986	1,2	0,0	60,7	21,1	2,5	5,9	73,2	43,7	46,5	13,1	0,0	0,0	268
19	1987	23,8	79,9	14,5	26,8	67,9	23,9	76,9	55,3	85,3	0,0	80,9	4,3	540
20	1988	48,5	8,7	21,3	49,0	2,4	32,1	35,0	8,7	34,6	7,5	7,2	0,0	255
21	1989	16,0	8,8	39,3	27,7	13,2	15,9	10,2	2,4	0,0	0,0	1,4	0,0	135
22	1990	95,0	91,9	7,0	11,4	24,4	16,5	61,9	33,5	0,0	54,0	0,0	1,5	397
23	1991	40,8	6,0	6,5	10,5	24,5	37,5	37,5	24,0	51,0	44,0	2,5	12,0	297
24	1992	3,5	0,0	2,5	8,5	19,8	7,0	2,5	21,5	12,0	10,5	2,0	41,0	131
25	1993	40,0	20,5	41,5	17,0	4,0	19,0	10,5	23,0	56,6	3,5	0,0	6,5	242
26	1994	46,5	2,5	18,0	12,0	43,5	16,0	13,0	3,0	1,5	10,5	0,0	12,0	179
27	1995	31,5	13,0	17,0	37,0	1,0	0,0	2,5	3,5	42,5	6,0	10,5	0,0	165
28	1996	20	6,6	14	33,1	44,2	7	3	47	29	29,2	1	21	255,1
29	1997	62,7	26,3	62,1	15,6	8,1	19,5	9	55	92,4	4,5	2,5	16	373,7
30	1998	78,2	4,5	22,5	15	55,5	16,4	22,8	1,7	8,6	16	2,8	13,2	257,2
31	1999	82,5	29,5	19	81	0,5	0,5	15,5	13,3	58,3	7,5	0	28,5	336,1
32	2000	58,1	24,8	18,7	48	83	17,6	4,7	42,6	19,2	1,3	0	4,4	322,4
33	2001	95	13	25,1	4,7	17,1	20,7	12,6	18	8	4,7	3,9	54,7	277,5
34	2002	20	18	81,6	49,8	113,2	32,1	16,5	70,9	22,4	68,1	15,2	17	524,8
35	2003	5,8	77,4	20,1	99	20,2	14,1	31,7	73	103,7	45	6,3	32,8	529,1
36	2004	41,7	23,5	48,1	86,5	38,7	31,8	11,5	42,8	3,5	41,1	2,1	3,8	375,1
37	2005	41,3	30,2	51,8	24,7	33,7	38,8	7	41,2	82,3	2,8	18,3	2,8	374,9
38	2006	61,7	0,8	21,1	29,2	10,1	50,5	110,4	124,2	23,5	38,2	0,6	2,1	472,4
39	2007	87,4	38,7	16,4	10,1	7,2	31,6	40,1	11,5	39	52,5	51,2	12,1	397,8
40	2008	43,4	81,8	19,3	58,8	80,2	27,6	55,1	68,7	9,7	2,4	6,8	11,7	465,5

(ANRH).

D'après les résultats du tableau pendant la période 1969 –2008, On a remarqué une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et aout, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

III.3 Homogénéité de la série pluviométrique

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 : **N₁** et **N₂** représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement **N₂ > N₁**.
- 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.
- Selon Wilcoxon la série est homogène avec une probabilité de 80%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec :

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

$$W_x = \left| \text{Rang} \right|_x$$

W_x : Somme des rangs des sous séries.

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

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min}]$$

Le tableau suivant détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station de TIXTER :

$$W_x = 411 \quad . \quad W_{\min} = 296.773$$

$$W_{\max} = 441.227 \quad \text{donc on a } 296.773 < W_x < 441.227$$

Tableau III.2: Le procédé de test d'homogénéité

année	Pluit	TRI (mm)	x	y
1969	276	599	599	540
1970	215	540	412	529,1
1971	411	529,1	411	524,8
1972	306	524,8	350	472,4
1973	299	472,4	323	465,5
1974	412	465,5	314	397,8
1975	166	412	306	397
1976	599	411	299	375,1
1977	290	397,8	290	374,9
1978	229	397	276	373,7
1979	130	375,1	268	336,1
1980	174	374,9	229	322,4
1981	200	373,7	215	297
1982	350	350	206	277,5
1983	206	336,1	200	257,2
1984	314	323	174	255,1
1985	323	322,4	166	255
1986	268	314	130	242
1987	540	306		179
1988	255	299		165
1989	135	297		135
1990	397	290		131
1991	297	277,5		
1992	131	276		
1993	242	268		
1994	179	257,2		
1995	165	255,1		
1996	255,1	255		
1997	373,7	242		
1998	257,2	229		
1999	336,1	215		
2000	322,4	206		
2001	277,5	200		
2002	524,8	179		
2003	529,1	174		
2004	375,1	166		
2005	374,9	165		
2006	472,4	135		
2007	397,8	131		
2008	465,5	130		

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

III.4 Choix de la loi d'ajustement

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de :

- La loi de probabilité.
- La taille de l'échantillon.
- Certaines caractéristiques de l'échantillon.

Toutefois, de nombreuses études comparatives, empiriques et théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée.

Les lois d'ajustement choisies sont :

- la loi de GALTON (log-normale).
- la loi de Gauss (normal).

III.4.1 la loi de GALTON (log-normale)

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **TIXTER** sont regroupés dans le tableau **III.3** suivant :

Tableau III.3: résultats de l'ajustement de la série.

T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0,9999	1290	232	832 - 1740
2000.0	0.9995	1080	176	738 - 1430
1000.0	0.9990	999	154	697 - 1300
200.0	0.9950	813	108	601 - 1030
100.0	0.9900	736	90.7	558 - 913
50.0	0.9800	659	74.4	513 - 805
20.0	0.9500	559	54.9	452 - 667
10.0	0.9000	484	41.7	402 - 565
5.0	0.8000	405	30.0	346 - 464
3.0	0.6667	344	22.8	299 - 388
2.0	0.5000	289	18.3	253 - 325
1.4286	0.3000	234	15.9	203 - 265
1.2500	0.2000	206	15.3	176 - 236
1.1111	0.1000	173	14.9	144 - 202

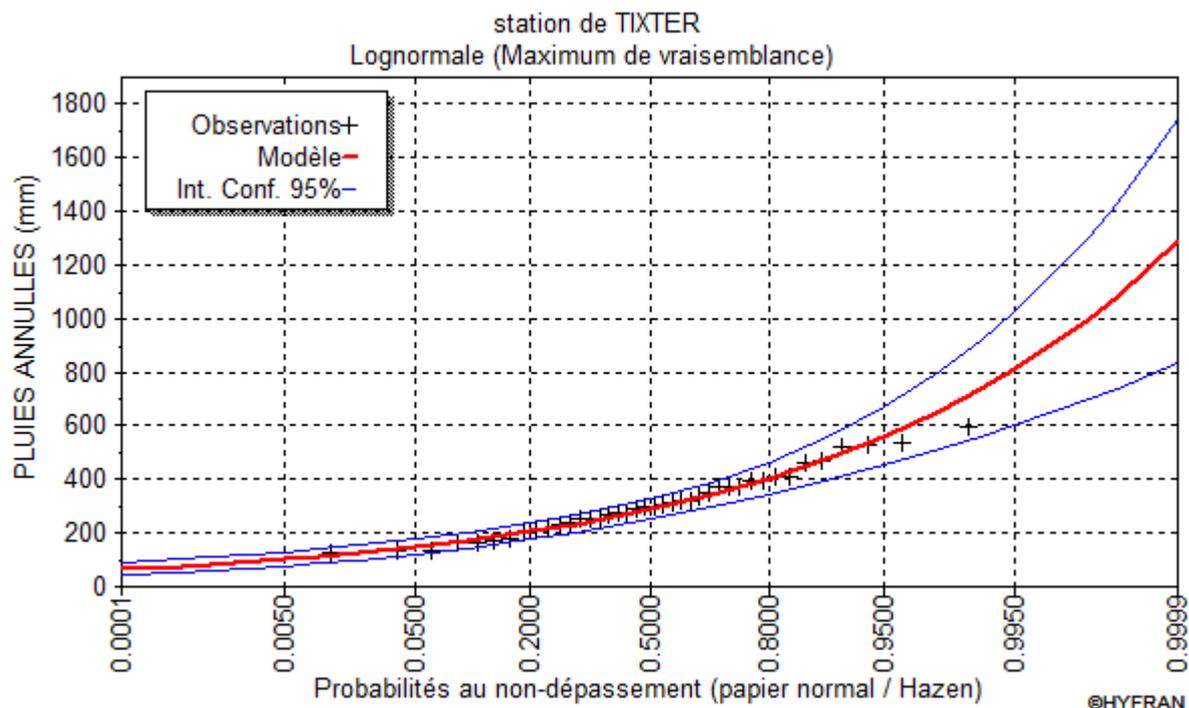


Figure III.2: Ajustement à la loi de GALTON (log-normale).

III.4.2 La loi de la loi de Gauss (normal)

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de TIXTER sont regroupés dans le tableau III.4 suivant :

Tableau III.4: Résultats de l'ajustement de la série.

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0,9999	1290	232	832 - 1740
2000.0	0.9995	1080	176	738 - 1430
1000.0	0.9990	999	154	697 - 1300
200.0	0.9950	813	108	601 - 1030
100.0	0.9900	736	90.7	558 - 913
50.0	0.9800	659	74.4	513 - 805
20.0	0.9500	559	54.9	452 - 667
10.0	0.9000	484	41.7	402 - 565
5.0	0.8000	405	30.0	346 - 464
3.0	0.6667	344	22.8	299 - 388
2.0	0.5000	289	18.3	253 - 325
1.4286	0.3000	234	15.9	203 - 265
1.2500	0.2000	206	15.3	176 - 236
1.1111	0.1000	173	14.9	144 - 202

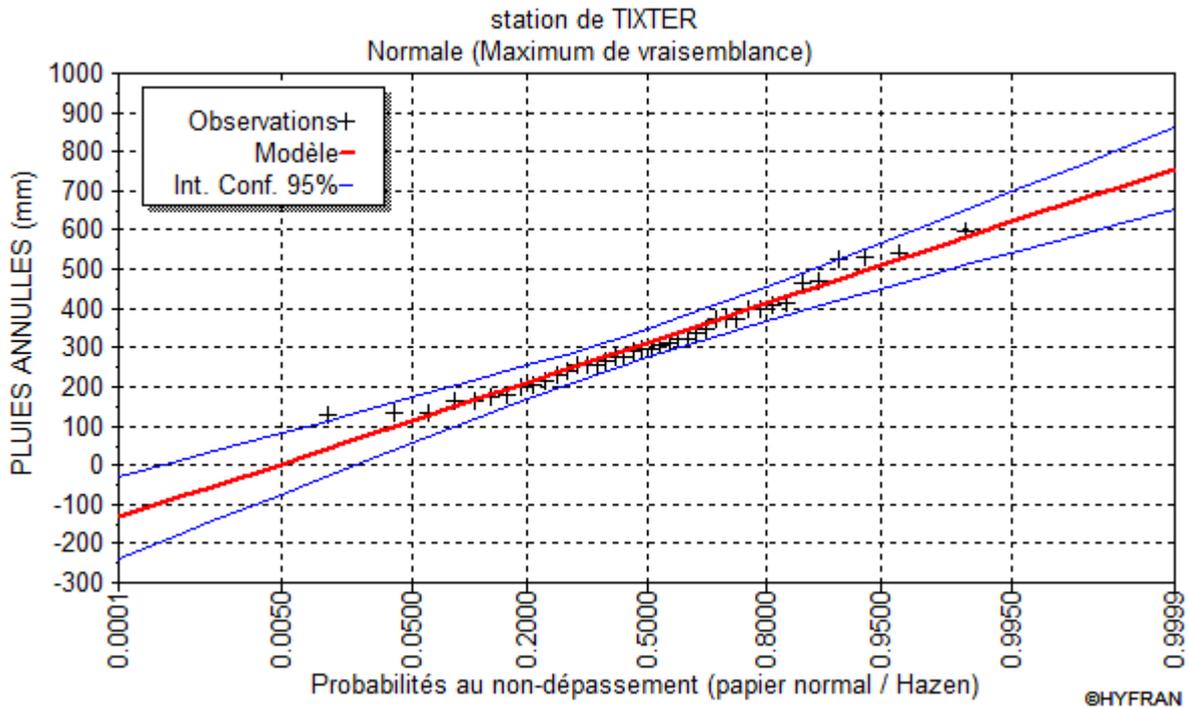


Figure III.3: Ajustement à la loi de Gauss (normal).

III.5 Détermination de l'année de calcul

D'après l'ajustement de la série pluviométrique par les deux lois "loi normal et log normal " et d'après l'observation des graphes et les résultats obtenus, la loi de **GALTAN (log normal)** et la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région.

Comme nous sommes dans une région semi aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 % on utilise alors la loi suivante :

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 206 \text{ mm} .$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 289 \text{ mm} .$$

Tableau III.5: Précipitations mensuelles moyennes

mois	sept	Oct	Nov	dec	jun	fev	Mars	avril	mai	jun	juil	aout
P_{moy}	35,4	25,2	27,6	30,0	28,2	22,5	28,9	40,8	39,3	16,1	7,3	10,3

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

$$P_{\text{menseille}80\%} = P_{\text{menseille moy}} \times \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}}$$

D'après l'Ajustement basée sur la loi de **GALTON (log-normale)**, on a trouvé:

$$P_{80\%} = 206 \text{ mm.}$$

$$P_{50\%} = 289 \text{ mm.}$$

Donc le rapport $(P_{80\%} / P_{50\%}) = 0.71$ (tableau III.5).

Tableau III.6: représenté l'année de calcul

mois	sept	Oct	Nov	dec	jun	Fév	Mars	avril	mai	jun	juil	aout
P_{moy80%(mm)}	25,1	17,9	19,6	21,3	20,0	16,0	20,5	29,0	27,9	11,4	5,2	7,3

III.6 CONCLUSION

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 5 ans. A partir de l'ajustement des séries des pluies journalières maximales, on constate que la loi de **GALTON (log-normale)**, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

IV.1 Introduction

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

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et des caractères des averses, le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

Notre périmètre est composé de deux (02) parcelles alimentées par un forage, leurs caractéristiques sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau IV.1: Caractéristique de périmètre

Parcelle	Cultures	surface (ha)
1	Blé	22
2	Olivier	18

IV.2 BESOIN EN EAU DU PERIMETRE

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

Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :

a) Les besoins unitaires

Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.

b) Les besoins globaux du périmètre d'irrigation.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

ETP : Evapotranspiration potentielle

Pe_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela nous déterminerons dans ce qui suit l'évapotranspiration.

IV.3 Détermination de l'évapotranspiration

IV.3.1 Définition

L'évapotranspiration se définit comme la quantité d'eau évaporée par une culture basse n'ayant subi de restriction hydrique. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

L'évapotranspiration potentielle représente la quantité d'eau évaporée, et transpirée par une végétation qui recouvre totalement le sol.

L'évapotranspiration réelle représente la quantité d'eau effectivement évaporée, à un moment donné, par le sol et la végétation

IV.3.2 L'évapotranspiration réelle ou de culture ETR

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.

Elle est donnée par l'expression suivante :

$$ETR = K_C \times ET_0$$

Avec :

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

- les valeurs de K_C sont insérées dans l'annexe **IV 1**.
- les valeurs de RFU sont insérées dans l'annexe **IV.2**.

IV.3.3 Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence ET_0

Les recherches actuelles sur les besoins en eau des cultures agricoles ne sont plus menées dans le seul but d'obtenir des données précises sur chaque plante, mais surtout elles sont orientées vers l'établissement de formules universelles. Elles permettent de calculer rationnellement ces besoins, dans n'importe quelle région.

L'évapotranspiration potentielle est rarement mesurée à l'aide de bacs, et d'évaporomètres. Le plus souvent elle est calculée par des méthodes à partir des données climatiques mesurées, les plus employées sont :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne le présent projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT version 8.0, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de

M^r Penman et Monteith modifiée.

- Méthode de M^R Penman et Monteith modifiée

La formule de M^R Penman et Monteith modifiée se présentant comme suit :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1-W) \times F(u) \times (e_a - e_d)]$$

Tel que :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm /jour.

W : Facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.

$F(u)$: Fonction liée au vent.

E_a : T de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

E_d : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ($E_a - E_d$) constitue un facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé **CROPWAT**, fondé sur la méthode de M^r Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO** tenue a Rome en mai 1990.

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

- **Température** : les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- **Insolation journalière** : l'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/s.

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

EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE ET₀ DE PENMAN-MONTEITH							
Pays : Algérie				Station climatique : TIXTER			
Mois	Tmin(°c)	Tmax(°c)	Humidité	Vent	Insola.	Radiation	ET ₀
Janvier	8,9	11,6	59	2,4	6.3	9,9	21
Février	9,2	17,1	47	2,2	7.9	13,9	38,7
Mars	13	18	41	2,3	7.5	16,5	61,2
Avril	14,8	19,5	46	2,5	8.6	20,8	90,3
Mai	19,5	28	42	2,4	8.5	22,2	114,9
Juin	24,9	31,8	38	2,2	11.1	26,4	144,6
Juillet	24	35	41	2,5	11.9	27,3	151,5
Aout	31	36,1	32	2,3	10.1	23,4	129,6
Septembre	26	29,1	45	2,2	9.3	19,8	98,4
Octobre	18,7	23,3	58	2,2	7.2	14,1	57,6
Novembre	13,5	16,8	58	2,1	5.7	9,9	27,9
Décembre	7,9	13,6	47	2,2	4.0	7,3	15,9
Année	17.6	23.3	46	2.3	8.2	17.6	951.6

IV.4 Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, le programme **CROPWAT**, nous permettra de calculer la pluie efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissèlement de surface, par percolation en profondeur, etc.

$$\text{On à} \quad : \quad P_{\text{eff}} = P_{80\%} \times 0.8.$$

Avec :

- P_{eff} : pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- $P_{P\%}$: pluie annuelle de probabilité 80% calculée au chapitre hydrologie en (mm/mois).
- Les valeurs mensuelles de $P_{P\%}$ et P_{eff} sont regroupées dans le tableau.

Tableau IV 3: Les précipitations efficaces de la zone d'étude.

Pays : Algérie		Station : TIXTER
Mois	P80%(mm)	Peff(mm)
Janvier	20	16
Février	16	12,8
Mars	20,5	16,4
Avril	29	23,2
Mai	27,9	22,32
Juin	11,4	9,12
Juillet	5,2	4,16
Aout	7,3	5,84
Septembre	25,1	20,08
Octobre	17,9	14,32
Novembre	19,6	15,68
Décembre	21,3	17,04
Moyenne	18,4	14,7

IV.5 Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

ETR : évapotranspiration réel (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$RFU = Y(H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z$$

Avec

Y : degré de tarissement

D_a : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement (mm)

H_{cc} : Humidité à la capacité au champ

H_{pf} : Humidité au point de flétrissement

P_{eff} : Pluie efficace

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

L'irrigation se fait lorsque $B > 0$

Tableau IV 4: Représentation des valeurs du coefficient (KC)

culture	j	f	m	a	M	j	j	a	s	o	n	d
blé	0.7	0.7	1.15	1.15	1	0.3	0	0	0	0	0.3	0.45
olivier	0	0	0.65	0.65	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0

Tableau IV.5: Evapotranspiration réelle ETR (mm)Avec : $ETR=KC \times ET_0$ (mm)

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	9,45	29,025	70,38	82,173	45,96	0	0	0	0	0	8,37	6,36
olivier	17,43	28,251	30,6	45,15	57,45	78,084	103,02	107,568	93,48	54,72	26,505	14,787

Tableau IV.6: Profondeur des racines (m)

culture	j	F	m	a	m	J	j	a	s	o	n	d
blé	0.3	0,50	0.8	0.9	1	0	0	0	0	0	0.1	0.2
olivier	1,2	1,2	0.5	0,5	0.6	0.8	0.8	1	1	1	1.2	1,2

Tableau IV.7: Réserve facilement utilisable (mm/m)

culture	RFU mm/m
blé	110
olivier	110

Tableau IV.8: Réserve facilement utilisable (mm)

culture	j	F	m	a	m	J	j	a	s	o	n	D
blé	33	55	88	99	110	0	0	0	0	0	11	22
olivier	132	132	55	55	66	88	88	110	110	110	132	132

Tableau IV.9: Besoin en eau d'irrigation (mm)

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	29,5	15,21	0	0	0	0	4,16	5,84	20,08	14,32	18,31	28,20
olivier	148	144,8	31,62	0	0	0	0	0	0	0	0	17,04
Somme	177,5	160,01	31,62	0	0	0	4,16	5,84	20,08	14,32	18,31	45,24
												477,08

-les calculs des besoins sont insérées dans l'annexe **IV. 3**.

IV.6 Calcul du débit maximum journalier

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

$$Q_{\text{car}} = q_s \times S$$

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 40 ha

- La culture la plus exigeante c'est celle de l'Oliver. ($B_{\text{net}} = 177.5$ mm.)

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

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

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

N_h : Nombre des heures d'irrigation=18h

n_j : Nombre de jours du mois de pointe =26jours

E_i : Efficience d'irrigation $\approx 75\%$.

- Le mois de pointe est janvier et les besoins de pointe sont de 177,5 mm.

Le débit spécifique : $q_s = 1.4$ l/s/ha est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix est valable.

- le Débit caractéristique

$$Q_{\text{Car}} = q_s \times S = 1.4 \times 40 = 56 \text{ l/s}$$

Alors notre débit de consommation journalier est $Q_{\text{jour}} = 56 \text{ l/s}$

IV.7 CONCLUSION

La présente étude a été menée dans le but de déterminer les besoins en eau des plantes, cependant le degré de satisfaction des plantes en saison sèche est très faible. Il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement surtout pour les grandes cultures, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à l'aménagement du périmètre.

V.1 Introduction

Le présent chapitre fera l'objet de dimensionnement du réseau d'irrigation des cultures proposées dans le périmètre étudié. Le problème qui se pose est comment répartir l'eau disponible, donc il faut dimensionner tout les diamètres ainsi que les longueurs et les débits qui passent par ces conduites et avant de faire l'adduction il est indispensable de dimensionner la station de pompage qui sert à amener l'eau de la station d'épuration de la ville de Bordj Bou Arreridj vers le bassin d'irrigation qui va alimenter le périmètre de Dhaissa.

V.2 Technique d'arrosage

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).

b) Irrigation par aspersion

Dans cette technique l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle issues d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression. Cette technique ne nécessite aucun nivellement de la surface à irriguer et assure l'aération de l'eau et du sol. C'est une méthode qui permet d'arroser convenablement des sols très perméables. Les systèmes issus de cette technique peuvent être soit mobiles ; semi-mobiles où fixes.

c) Irrigation souterraine

Elle fonctionne inversement que le drainage ; l'eau est envoyée sous légère pression dans des drains enterrés et remonte alors par capillarité. Le mode de distribution peut être varié.

- Tuyaux très poreux continuellement en charge et laissant diffuser l'eau nécessaire
Dans le sol,
- Galeries.
- Drains ordinaires.

d) Irrigation localisée (micro - irrigation)

Elle correspond à la technique choisie pour ce projet. La distribution de l'eau se fait avec un réseau sous pression posé sur le sol où suspendu où partiellement enterré entraînant l'humidification d'une partie seulement du sol.

Le réseau contient des rampes souples où demi-dures perforées ou munies, à intervalles variables selon les cultures, de dispositifs distributeurs tels que les ajutages ; les goutteurs et les mini- diffuseurs.

1) Les Avantages

- Excellence efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrisée) .
- Excellent rendement des cultures,
- Bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées,
- Très faible besoin en main d'œuvre,
- Coût d'entretien réduit,
- Insensibilités au vent,
- Ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire,
- E mouille que le sol que très partiellement, ce qui est favorable aux cultures,
- Limite la prolifération des adventices,
- Raccourcit le cycle végétatif de la culture,

2) Les inconvénients

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée,
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux conception de l'installation, Conduites des arrosages par l'irrigant,
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison de risques liés à une éventuelle Interruption des arrosages,
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation,
- Fonctionne avec un matériel délicat à durée de vie relativement faible.

V.3 PROJECTION DU RESEAU GOUTTE A GOUTTE (l'Olivier)

Dans ce système l'eau est amenée à la parcelle au moyen des conduites en plastique et distribuée aux plantes par des goutteurs dont le débit varie généralement de 2 à 8 l/h .Son utilisation avec les eaux usées épurées, réduit les risques de contamination des ouvriers et des plantes par les germes et évite la dispersion des odeurs dans l'atmosphère. Par contre l'irrigation localisée est le système le plus sensible à la qualité de l'eau.

Le réseau d'irrigation est souvent composé de trois parties :

- La station en tête qui permet le contrôle de débit et le contrôle de la filtration,
- Le réseau de distribution est constitué de conduites et de rampes d'irrigation,
- Les goutteurs dont les diamètres des orifices varie généralement de 0.5 a 1.5 mm

Compte tenue des conditions naturelles de notre région à savoir :

- F pluviométrie,
- Nature des sols moyens,
- Type de culture implantée.

Le calcul du réseau de distribution ne peut donc être réalisée qu'après avoir dimensionné un ilot au goutte a goutte, et ce afin de prévoir la pression nécessaire a chaque borne.

Aussi on procèdera en premier lieu au calcul du réseau d'irrigation localisée sur un ilot type mais dont les conditions hydrauliques sont les plus défavorables.

V.3.1 Composition de l'installation

a) Borne d'irrigation

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être piquée d'une ou plusieurs prises.

b) Le vannage

Le vannage consiste en la fermeture et l'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

c) La stabilisation des pressions

Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant la pression autour de 3 à 5 bar pour les asperseurs.

d) Limiteur de débit

L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépendant de la superficie à arroser, à partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

e) La conduite principale

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par

aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

f) Porte rampes

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

g) Les rampes

Qui sont toujours en PE_{BD} (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui

Assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, par exemple les rampes (ou gaines) poreuses ou perforées (à simple ou double section).

h) les distributeurs

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h).

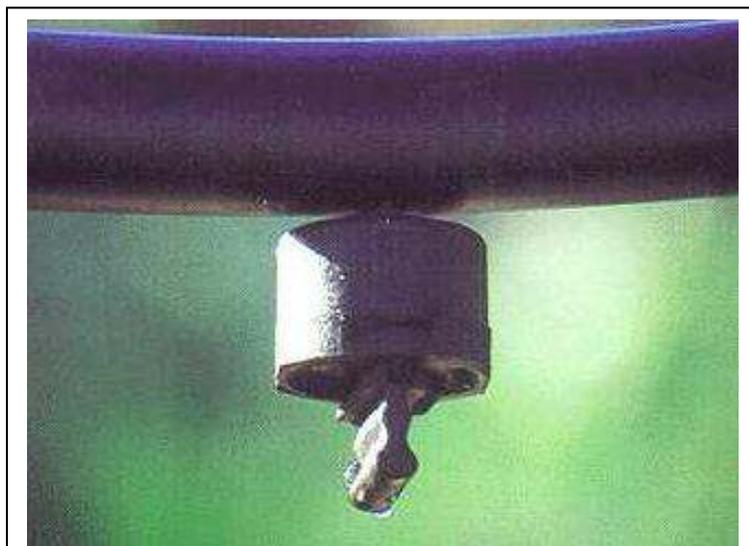


Figure V.1: Goutteurs

i) La pompe

On utilise en général les pompes centrifuges dont le fonctionnement est facile et moins encombrant. Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

V.3.2 Choix d'un distributeur

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de filtration et la qualité de maintenance à assurer. C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments que permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

a) La qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact au relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

1) les eaux de bonne qualité:

Sont généralement des eaux de nappe ni ferrugineuses (rouillée), ni en tartrates.

Dans ce cas, tous les goutteurs peuvent être utilisés à condition d'adapter la finesse de filtration à chacun d'eux.

2) Eaux de mauvaise qualité

Généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique.

Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

De même, si l'on doit utiliser des goutteurs autorégulant, on choisira préférentiellement ceux qui sont à chicanes avec la longueur de cheminement la plus grande possible.

En effet, après un certain temps de fonctionnement, il se produit un effet d'empreinte de la membrane au contact au relief de cheminement entraînant une diminution de la section de passage.

b) La nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs.

Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans

Certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.

c) la nature des cultures

Pour les cultures pérennes, telles qu'arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

V.3.3 Différents types de distributeurs**a) Goutteurs**

Les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraichères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.

b) Gaines

Destinée aux cultures maraichères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.

c) Tubes poreux

La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.

d) Mini diffuser

Ils sont toujours placés en dérivation, fixés directement sur la rampe, fonctionnent comme de petits asperseurs statiques ne couvrant qu'une partie de la surface du sol au voisinage des cultures.

e) Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône)

Les systèmes d'arrosage par ajustage calibrés sont constitués par une canalisation en PE, sur laquelle sont fixés en

Dérivation des orifices calibrés en laiton; sont placés sur la rampe à des écartements réguliers.

V.3.4 Choix de la technique d'irrigation convenable

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

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

V.3.5 Réseau de distribution

Le réseau de distribution du périmètre est dicté par la conduite d'adduction et par l'implantation des bornes d'irrigation

V.3.5.1 Ilots d'irrigation

L'ilot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

Pour éviter toute tension entre agriculteurs les limites des ilots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles et à défaut les limites facilement matérialisable sur le terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion ou le goutte à goutte.

V.3.5.2 TRACE DE DISTRIBUTION

Le tracé du réseau de distribution est le résultat de la formation des ilots d'irrigation et de l'implantation des bornes et du réseau de piste existant.

a) IMPLANTATION DES BORNES D'IRRIGATION

Les bornes d'irrigation dans le périmètre sont implantées le plus souvent à la limite des ilots d'irrigation de telle façon à assurer la liberté d'utilisation à l'exploitant, et d'assurer une pression suffisante pour le fonctionnement de la borne d'irrigation.

b) DEBIT DE LA BORNE D'IRRIGATION

Le calcul des besoins en eau (Chapitre V) montre que le débit de la borne d'irrigation est déterminé pour la culture la plus exigeante, permet de laisser une totale liberté aux agriculteurs.

Pour toutes les parcelles, la culture la plus exigeante est l'Oliver.

Ce débit est donc de $q_s = 1.4$ l/s/ha (déjà calculé).

V.3.5.3 CARACTERISTIQUES DES CONDUITES DU RESEAU D'IRRIGATION

Les caractéristiques du réseau de distribution sont définies sur la base d'un calcul d'optimisation.

Pour déterminer les diamètres des conduites qui minimisent les couts de premier établissement et d'entretien.

Les éléments et les hypothèses suivantes :

- Le débit à la borne.
- La longueur des tronçons de conduite.
- Les cotes piézométriques des bornes.
- Les vitesses limites (minimale et maximales) à respecter dans chaque conduite.
- La loi des pertes de charge.
- Les prix d'ordre des conduites.
- La pression au niveau de la borne la plus défavorisé.

V.3.5.4 Equipements

Les équipements prévus pour l'alimentation et l'exploitation du réseau d'irrigation sont abrités dans différents ouvrages ainsi définis de l'amont vers l'aval.

- Une chambre de joint de tassement différencie.
- Une chambre de vannes amont équipée d'une vanne d'arrivée avec joint de démontage et d'une vanne de vidange.
- Une entrée de réservoir équipée d'un seuil de restitution d'une longueur deversante susceptible de débiter des débits nécessaires à travers d'épaisse parois.
- Un filtre rotatif en sortie de réservoir, logé dans un ouvrage de génie civil abritant un déversoir de sécurité et un et un ouvrage de vidange.
- Une chambre de vanne aval, équipée de vanne à survitesse avec joint de démontage, et vanne papillon avec joint de démontage.
- Une chambre de joint de tassement différentiel accolée a chacune des deux chambres de vannes aval.

Ces différents ouvrages s'organisent les uns par aux autres en fonction du calage hydraulique de l'ensemble et leur justification est argumentée par la définition du réseau d'adduction et de distribution.

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de point}}{\text{noabr de jr}}$$

$$B_j = \frac{177.5}{31} = 5.72 \text{ mm / j}$$

2) Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s), \text{ (Freeman et Garzoli) .}$$

C_s : Couverture du sol ; pour les agrumes $C_s = 70\%$

$$K_r = 0,7 + 0,5 (1 - 0,7) = 0,85.$$

D'où :

$$B_{JL} = 0,85 \cdot 5.72 = 8.76 \text{ mm/j.}$$

3) La dose d'irrigation nette

Le besoin d'irrigation, B_{net} , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$D_{nette} = RFU * P = 95 * 0,30 = 28.5 \text{ mm}$$

D'après (l'annexe V.1) : $P = 30\%$

4) La dose d'irrigation brute

Le besoin d'irrigation brut, B_{rut} : est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$D_{brut} = \frac{D_{net.r}}{E}$$

Avec :

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol.

$$D_{net.r} = B_{net} \times 0.9$$

$$=28.5 \times 0.9 = 25.65 \text{ mm/j.}$$

Donc :

$$D_{brut} = \frac{25.65}{0.85} = 30.2 \text{ mm/mois.}$$

5) Fréquence d'arrosage

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$f = \frac{D_{nette}}{ETM_r} = \frac{28.5}{5.72} = 5.85 \approx 6 \text{ jours.}$$

6) La durée d'arrosage

$$d = \frac{b_{brut} \times E_g \times E_r}{q_g} = \frac{30.2 \times 5 \times 5}{4 \times 4} = 47.2 \text{ h.}$$

Avec :

E_g : L'espace des distributeurs sur la rampe ;

E_R : L'écartement entre les rampes ;

q_g : Débit du distributeur en l/h.

7) La durée d'arrosage par jour

$$dj = \frac{d}{f} = \frac{47.2}{6} = 7.9 \text{ h / jour.}$$

Conclusion

L'étude faite au niveau de ce chapitre nous a permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour la culture de notre parcelle et de connaître les modalités de son application (dose, durée d'arrosage...etc.).

V.4.2 Calcul hydraulique

1) Calcule du nombre de postes

$$N(p) = \frac{d \times f}{dj} = \frac{47.2 \times 6}{8} = 36 \text{ postes}$$

2) Surface de poste S(p)

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)} = \frac{18}{36} = 0.5 \text{ ha, où}$$

S(t) : surface de parcelle

N(p) : nombre des postes

3) Surface de la rampe

$$S_r = L_r \times B_r$$

$$S_r = 60 \times 5 = 300 \text{ m.}$$

4) Nember de rampe

L_{pr} = longueur de la porte rampe avec $L_{pr} = 60$ m

E_r : distance entre deux rampes

$$N_{rampe} = \frac{S(p)}{S_r} = \frac{5000}{300} = 16.66 = 17 \text{ rampes.}$$

5) Nombre de goutteurs par rampe

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit : $N = \frac{L}{E}$

Tel que L_r : longueur de la rampe $L_r = 60$ m.

E_r : espacement entre les cultures.

$$N = \frac{L_r}{E_r} = \frac{60}{5} = 12 \text{ goutteur}$$

Nombre des goutteur égale : $12 \times 4 = 48$ g.

6) débit Moyen par rampe

$$Q_r = N_g \times q_g$$

$$Q_r = 48 \times 4 = 192 \text{ l / h} = 0,053 \text{ l / s.}$$

Tel que : N_g = nombre de goutteur.

Q_g = Débit d'un goutteur.

7) Débit de la porte rampe

Le débit demandé pour le fonctionnement simultané des 16.66 rampes est de :

$$Q_{\text{porte}}^{\text{rampe}} = Q^{\text{rampe}} \times N^{\text{rampe}}$$

$$Q = 0.053 \times 17 = 0.90 \text{ l/s.}$$

8) Calcul des diamètres des portes rampes, rampes

Les vitesses admises sont comprise entre 0.5 m/s et 1.5 m/s.

On détermine le diamètre des conduites selon la condition des pertes de charges :

Si on admet que pour chaque rampe on a besoin d'une pression égale à 1bar. Et qu'on assimile les portes rampes à des rampes, la règle de Christiansen nous indique que les pertes de charges ne doivent pas dépasser 10% de la pression de service ce qui correspond à 2 mce)

Pour cette assimilation on doit introduire la notion de la longueur équivalente.

- Le diamètre de la rampe

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left(\frac{pdc \text{ rampe} \times 2,75}{0,478 \times (Q_r)^{1,76} \times L_r} \right)^{-\frac{1}{4,76}}$$

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left(\frac{1.2 \times 2,75}{0,478 \times 192^{1,76} \times 60} \right)^{-\frac{1}{4,76}} = 10.94 \text{ mm}$$

Dans une canalisation assurant un service en route

L : La longueur de la conduite ;(m)

Q : Débit (l/h)

P_{dc} : perte de charge a la porte rampe

$$\text{Règle de Christiansen : } \frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec : q_g : Débit d'un goutteur

H_n : Pression nominale

$$0,1 = 0,5 \times \frac{\Delta H}{10} \text{ d'ou } \Delta H = 2 \text{ mce}$$

Parte de charge singulière= 10% de ΔH

$$\Delta H (\text{sing}) = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$\Delta H (\text{sing}) = 0,2$$

$$\Delta H (\text{Linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

$$\Delta H (\text{linéaire}) = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge linéaire = 1/3 pou les rampes.

=2/3 pour le porte rampe.

- **Le diamètre de la porte rampe**

Si on recalcule les pertes de charge :

$$\Phi_{calculé} = \left(\frac{pdc \cdot p.rampe \times 2,75}{0,478 \times (Q_r)^{1,76} \times L_{pr}} \right)^{\frac{-1}{4,76}}$$

$$\Phi_{calculé} = \left(\frac{pdc \cdot p.rampe \times 2,75}{0,478 \times 3264^{1,76} \times 250} \right)^{\frac{-1}{4,76}} = 48.5mm$$

Tout les résultats sont présentés sur ce tableau suivant

Tableau V.1 : Caractéristiques des rampes.

Cultures	L _r (m)	N _g	Q _r (l/s)	ΔH (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)
olivier	60	48	0.053	1.2	10.94	16

Tableau V.2 : Caractéristiques de la porte rampe.

Cultures	L _{pr} (m)	N _r	q _{pr} (l/s)	ΔH (m)	D _{Cal} (mm)	D _n (mm)
olivier	250	17	0.90	0.6	48.5	50

V.4.3 Conclusion

Il est clair que le mode d'irrigation goutte à goutte offre une meilleure économie d'eau d'une part, d'autre part une pression de 1 bar sera suffisante au goutteur.

V.5 PROJECTION DU RESEAU D'ASPERSION (le blé)

V.5.1 Introduction

La gamme des solutions possibles pour équiper une parcelle en vue de son arrosage par aspersion résulte d'une part de la diversité du matériel existant sur le marché et les nombreuses variantes envisageables d'autre part. Dans ce chapitre nous essayons d'étudier le choix de l'installation d'aspersion adéquate et de déterminer les paramètres d'arrosage (débit, fréquence, durée ...etc.).

V.5.2 Le choix de l'installation d'aspersion

V.5.2.1. Les Différents Types D'installation d'aspersion

V.5.2.1.1. Rampes à déplacement rectiligne (type voljanka)

Les asperseurs sont montés sur un tube qui est sur les roues motorisées, la longueur de cette installation varie entre 150 et 400 m (pour une aile); la largeur d'une bande humectée est de 18 m. La conduite est de 0.9 m au dessus du sol (ce qui entraîne une mauvaise répartition de la pluie artificielle causée par la taille des cultures agricoles telles que le Mais.

V.5.2.1.2. Rampes pivotantes automotrices (types frégate)

Elles présentent une longueur allant jusqu'à 650 m et elle est portée à une hauteur de 2.2 m au dessus du sol. L'arrosage se fait par rotation, assuré par un moteur, la pression de fonctionnement est de 50 et 65 m.

V.5.2.1.3. Arroseurs automoteurs

Avec ces appareils, l'équipement de la parcelle à irriguer réduit à une conduite fixe ou semi-fixe. Cette conduite est équipée de vanne d'arrêt aux différents points d'alimentation des bandes, ce système permet d'irriguer un secteur formant un angle de 240° avec un diamètre de jet de 30 à 100 m.

V.5.2.1.4. Canon à long jet

Il est placé sur le tracteur, donnant un jet puissant, ces canons fonctionnent à haute pression (40 à 60 m) et déversent des débits importants et à la portée (100 à 200) dont l'intensité de la pluviométrie artificielle est assez élevée (8 à 14 mm/heure). Ils permettent sur les sols légers, de couvrir des superficies importantes pour des investissements relativement modestes.

V.5.2.1.5. Les arroseurs à poste fixe de basse et moyenne pression

Ce sont des arroseurs (asperseurs) montés sur des rampes mobiles ou fixes et qui demandent des basses et moyennes pressions (1.5 à 4 bars).

V.5.2.2. Choix de l'installation

Pour pouvoir choisir telle ou telle installation, il faut étudier certaines contraintes :

V.5.2.2.1. Contraintes techniques

- ❖ La pression disponible.
- ❖ Vitesse de vent.
- ❖ Vitesse d'infiltration limite de sol.
- ❖ Dimension de la parcelle.

V.5.2.2.2. Contraintes agronomiques

- ❖ Type de cultures.
- ❖ Besoins en eau (période de pointe).

V.5.2.2.3. Contraintes pratiques

- ❖ Durée de la période de pointe.
- ❖ Temps de manipulation par jour.

V.5.2.2.4. Contraintes économique

- ❖ Prix de l'installation d'aspersion
- ❖ Prix de l'énergie nécessaire

Tenant compte des contraintes citées précédemment, on peut conclure que :

- La rampe à roue (voljanka) ; ne s'adapte pas à notre cas car l'élévation de la conduite au sol est petite par rapport à la taille de la culture.
- La rampe pivotante (type frégate) ; elle est destinée aux périmètres dont la pente moyenne inférieure à 5 % , elle s'adapte aux cultures dont la taille des plantes inférieure ou égale à 2.2 m .
- L'arroseur automoteur nécessite une énorme pression allant jusqu'à 95 m et une pente moyenne inférieure à 3 %.
- Arrosage avec des asperseurs sur des rampes mobiles cette installation est utilisée pour des terrains pentus à faible superficie.

V.5.3 CHOIX DE L'ASPERSEUR**V.5.3.1 Le diamètre de l'ajutage :**

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

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

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation [8.1] :

$$p = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots [8.1]$$

$$\text{D'où } d = \frac{8 \times 1,04}{1,5} = 5.54 \text{ m m}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur (annexe II), le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 5.5mm.

La portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \times h^{0,25} \dots\dots\dots [8.2]$$

Ou d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \times 5,5^{0,5} \times 35^{0,25} = 17.11 \text{ m}$$

Comme cette formule demande encore plus de précision on va prendre la valeur du catalogue Figure (**Annexe V.2**), pour le diamètre de la buse de 5,5mm à une pression de 3,5bars (fixé au niveau de l borne) la portée est de 17,5m.

V.5.3.2 Ecartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

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

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

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

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

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 17.5 m/s = 63 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1,02 \cdot 17,5 = 17,85m$$

$$E_a = 0,5 \cdot 17,5 = 8,75m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements.

$$E_l=18m, \quad E_a=12m.$$

V.5.3.3 Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \times g \times h} = 0,95 \times \frac{3,14 \times (5,5 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9,81 \times 35} = 2,12m^3 / h$$

Au catalogue on a : le diamètre est 5.5mm et la pression est 3.5 bars

Et le débit 2.14 m³ /h

Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

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

$$D'où \quad p = \frac{2,14}{18 \times 12} = 9,91mm / h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P > K$

Donc on doit changer l'écartement $E_l=18m, \quad E_a=18m.$

$$\text{Donc : } p = \frac{2,14}{18 \times 18} = 6,60 \text{ mm/h}$$

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après la relation suivante :

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

Tel que:

La dose est de 48 mm pour une texture argilo limoneuse

$P=7\text{mm/h}$ d'où

$$T = \frac{48}{7} = 6,86 \approx 7 \text{ heures}$$

On adoptera 2 position par jour, on supposant un temps de travail (18h/24h) les deux heures seront utilisées pour déplacer le matériel.

V.5.3.4 Volume fourni par l'asperseur pendant 1 mois

$$V = 2 \times 26 \times 0,048 \times (18 \times 18) = 808,7 \text{ m}^3$$

- 2 : nombre de position
- 26 : nombre des jours
- 0,048 : la dose par un asperseur
- 18 : espacements entes les rampes de l'asperseur

V.5.4 Dimensionnement des rampes :

- calcul du nombre de rampes :

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe : } N_a = \frac{\text{longueur}}{E_a} + 1 = \frac{196}{18} + 1 = 12 \text{ asp}$$

$$\text{Nombre de rampes : } N_R = \frac{L_a}{E_l} = \frac{102}{12} = 9$$

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

$$= 2.14 \times 12 = 25.68 \text{ m}^3/\text{h}.$$

➤ **Diamètre de la rampe** : $D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi V}}$ [8.5]

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou : $V \leq V_{ADM}$; $V_{adm} \in [0.5 \div 2] \text{ m/s}$

On suppose que $V = 1,5 \text{ m/s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \times 7,13 \times 10^{-3}}{\pi \times 1,5}} = 0,079 \text{ m} = 79 \text{ mm}$$

Si on prend le diamètre normaliser ($D_R=75 \text{ mm}$).

La nouvelle vitesse sera

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2} = \frac{4 \times 7,13 \times 10^{-3}}{\pi \times (75 \times 10^{-3})^2} = 1,61 \text{ m/s}$$

V.5.5 Perte de charge

On utilise la formule suivante pour calculer la perte de charge:

$$i = \frac{n^2 \times V^2}{R^{4/3}} = \frac{n^2 \times Q^2 \times 16 \times (4)^{4/3}}{\pi \times D^4 \times D^{4/3}} = \frac{10,294 \times n^2 \times Q^2}{D^{5,33}}$$

$$n = 0,010 \text{ (alliage aluminium)}$$

➤ $i = 0.052$

i

ET $\Delta H = i \times L$

Donc :

$$\Delta H = 0.052 \times 196 = 10.192 \text{ m}$$

V.5.6 OPTIMISATION DES CANALISATIONS :

Ayant ainsi déterminé, les débits de pointe à transmettre pour chaque tronçon, nous procéderons ensuite à la détermination des diamètres. Il existe de nombreuses solutions adéquates aux contraintes techniques du problème.

Néanmoins, il convient de rechercher la solution au moindre coût. La méthode d'optimisation du réseau de distribution adoptée dans le cadre de notre projet, est celle de M^r Labye, qui tient compte des conditions suivantes :

V.5.6.1 La vitesse admissible

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

*La recherche d'économie sur le coût d'investissement.

*Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau **V. 3**

Tableau V. 3 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres.

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	2,00
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	
1100	0,50	
1250	0,50	
1500	0,50	
2000	0,50	

V.5.6.2 La perte de charge unitaire

Parmi les nombreuses formules d'évaluation des pertes de charges linéaires unitaires dans les canalisations, notre choix est porté sur celle recommandée par les bureaux d'études français, proposée par MM Lechapt et Calmon, définie par l'expression [8-7] :

$$J = \frac{L \times Q^M \times C}{D^N} \text{-----} [8-7]$$

Avec :

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

L, M Et N : Constantes dépendantes de la rugosité absolue K des canalisations.

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue K , les constantes de la formule sont les suivantes :

Tableau 0: les valeurs des Constans L.M et N

K (mm)	L	M	N
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

V.5.7 Calcul de la pression nécessaire à la borne de périmètre

➤ Le diamètre :

$$\text{Diamètre de la canalisation principale : } D_C = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_C}{\pi \cdot V}}$$

Avec V : vitesse de l'écoulement à travers le canal :

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0,5 \div 2] \text{ m / s}$$

On suppose que $V = 1,5 \text{ m / s}$ et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \times 0,0576}{\pi \cdot 1,5}} = 0,221 \text{ m} = 221 \text{ mm}$$

Si on prend le diamètre normaliser ($D_R=250\text{mm}$).

➤ La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2} = \frac{4.0,0212}{\pi \times (140 \times 10^{-3})^2} = 1,17 \text{ m / s}$$

➤ Perte des charges :

$$J = \frac{1.2 \times 207360}{250^{5.01}} = 0.013$$

$$\Delta H = j \times L = 0.013 \times 800 = 10.4 \text{ m}$$

Donc :

La pression à la borne de périmètre est

$$P = 3,5 + 1,04 + 1.02 = 5,94 \approx 5.56 \text{ bar}$$

V.6 Conclusion

Il est clair que le mode d'irrigation goutte à goutte offre une meilleure économie d'eau d'une part, d'autre part une pression de 1 bar sera suffisante au goutteur, par contre le mode d'irrigation par aspersion qu'il nécessite une pression importante.

D'autre part on a dimensionné un système d'irrigation par aspersion, ce système est nécessaire à une pression importante. On conclure que l'écart de pression de 20% (7m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

VI.1 Introduction

Le réseau d'irrigation est un ensemble d'éléments qui permettent d'assurer le transport, la répartition, la mise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole. L'objectif de ce chapitre est le choix de réseau adéquat, ainsi que la détermination des paramètres hydrauliques de ce réseau.

VI.2. Les différents types de réseau d'irrigation

VI.2.1 Réseau à ciel ouvert

L'eau est amenée par des canaux à ciel ouvert, soit en terre ou avec revêtements qui ont généralement des sections trapézoïdale ou circulaire.

VI.2.2 Réseau fermé

Il est constitué par des conduites sous pression, généralement enterrées.

VI.2.3 Réseau mixte

Le réseau d'irrigation mixte est la combinaison des deux systèmes, l'amenée de l'eau jusqu'au périmètre se fait par des canaux et la distribution se fera par des conduites sous pression.

VI.2.4 Choix du type de réseau

Le choix de type de réseau se porte sur le réseau fermé sous pression

- Augmentation du rendement du réseau.
- Diminution notable des pertes du réseau.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Possibilité d'automatisation.

VI.2.5 Estimation de la matière des tuyaux

La concentration sous pression comprend le plus souvent des tuyaux droits cylindriques et des éléments de raccords appelés « pièces spéciales » coudes, brides, cônes, ...etc. Le choix des matériaux est conditionné par les valeurs du diamètre de la conduite et la pression exercée.

Pour les canalisations de très gros diamètre (1 à 3) m, on utilise souvent le béton armé, pour les canalisations de petit diamètre, on utilise la matière plastique.

VI.2.5.1 Canalisation en acier

Elles sont particulièrement utilisées pour des débits élevés des pressions importantes. Elles sont assemblées bout à bout par soudure est caractérisés par une bonne étanchéité et une bonne résistante, mais elles doivent êtres protégées contre la corrosion.

VI.2.5.2 Canalisation en fonte

Elles sont utilisées le plus souvent malgré sont prix de revirent qui assez élevé, caractérisées par :

- Une grande étanchéité ;
- Une duré de vie assez longue ;
- Un bon coefficient d'écoulement hydraulique et facilité de baser sur le lit.

VI.2.5.3 Canalisation en amiante ciment

Elles sont constituées d'un mélange d'amiante en fibre diffusé dans du ciment portland artificiel ; caractérisés par des parois très lisse et un bon coefficient d'écoulement hydraulique , et une bonne résistance mécanique .

VI.2.5.4 Canalisation en matière plastique

Elles sont utilisées pour les canalisations mobiles de la distribution d'eau sur la parcelle. Elles sont souples et supportent les pressions moyennes.

VI.2.6 Assemblages des tuyaux

L'assemblages des tuyaux en acier se fait par soudure au chalumeau (oxyacetyline), en soudure à l'axe électrique .

Les tuyaux en amiante de ciment peuvent être assemblés à l'aide des manchons de tuyaux suivants : Joints simples, gibould, antivit, Francoprest, Evermitie gam, ...etc.

Pour l'assemblage des conduites d'irrigation, on utilise le plus souvent les joints de types : Gibaut, Simplexe univit.

VI.2.7 Raccords

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

- Raccordement de deux tronçons.
- Changement de direction, de diamètres et de joints.
- Interposition d'un élément de manœuvre ou d'exploitation (robinet, vanne, ventouse, vidangeetc.).

VI.2.8 Matériel de contrôles de débits

- Vanne de sectionnement et de vidange

- Les compteurs
- Les bornes d'irrigation
- Ventouses
- Purgeurs

VI.2.9 Matériel de contrôle de pression

- Les réservoirs d'air anti-bélier
- Régulateurs et stabilisateurs de pression.

VI.3 Dimensionnement du réseau de distribution

L'acheminement des eaux d'irrigation vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduite en PVC.

On a doté chaque parcelle d'une borne d'irrigation qui est caractérisée par un débit propre à chaque parcelle suivant sa superficie, les caractéristiques de chaque borne sont présentées dans le tableau VI.1, ainsi que les caractéristiques des tronçons qui sont présentés dans le tableau VI.2. Le calcul a été fait à l'aide des logiciels Watercad et Epanet comme l'indique la figure VI.1 montrant la distribution des vitesses et des pressions dans le réseau.

Tableau VI.1 : Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation

nœuds et bornes	Altitude(m)	Débit (l/s)	Charge(m)	Pression(m)
N1	958	2,35	981	23
N2	960	0,61	980,08	20,08
N3	956	1,74	979,06	23,06
N4	943	6,84	979,7	36,7
N5	948	6,84	978,96	30,96
N6	938	13,38	976,74	38,74
N7	940	3,27	972,77	32,77
N8	935	10,11	975,3	40,3
N9	934	2,08	975,15	41,15
N10	932	2,08	973,63	41,63
N11	929	4,16	974,75	45,75
N13	928	2,08	973,82	45,82
N12	927	2,08	973,09	46,09
R	983	0	983	0

Tableau VI.2 : Caractéristiques des conduites de distribution

conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Δh Unit (m/km)
T1	400	250	0,1	57,62	1,17	5
T2	307	250	0,1	52,92	1,08	4,24
T3	400	200	0,1	39,24	1,25	7,4
T4	178	125	0,1	12,48	1,02	8,92
T5	97	125	0,1	8,32	0,68	4,13
T6	98	40	0,1	0,61	0,49	9,38
T7	286	63	0,1	1,74	0,56	6,8
T8	65	95	0,1	6,84	0,96	11,36
T9	178	63	0,1	3,27	1,05	22,33
T10	60	95	0,1	10,11	1,43	24
T11	160	63	0,1	2,08	0,67	9,49
T12	175	63	0,1	2,08	0,67	9,49
T13	98	63	0,1	2,08	0,67	9,49

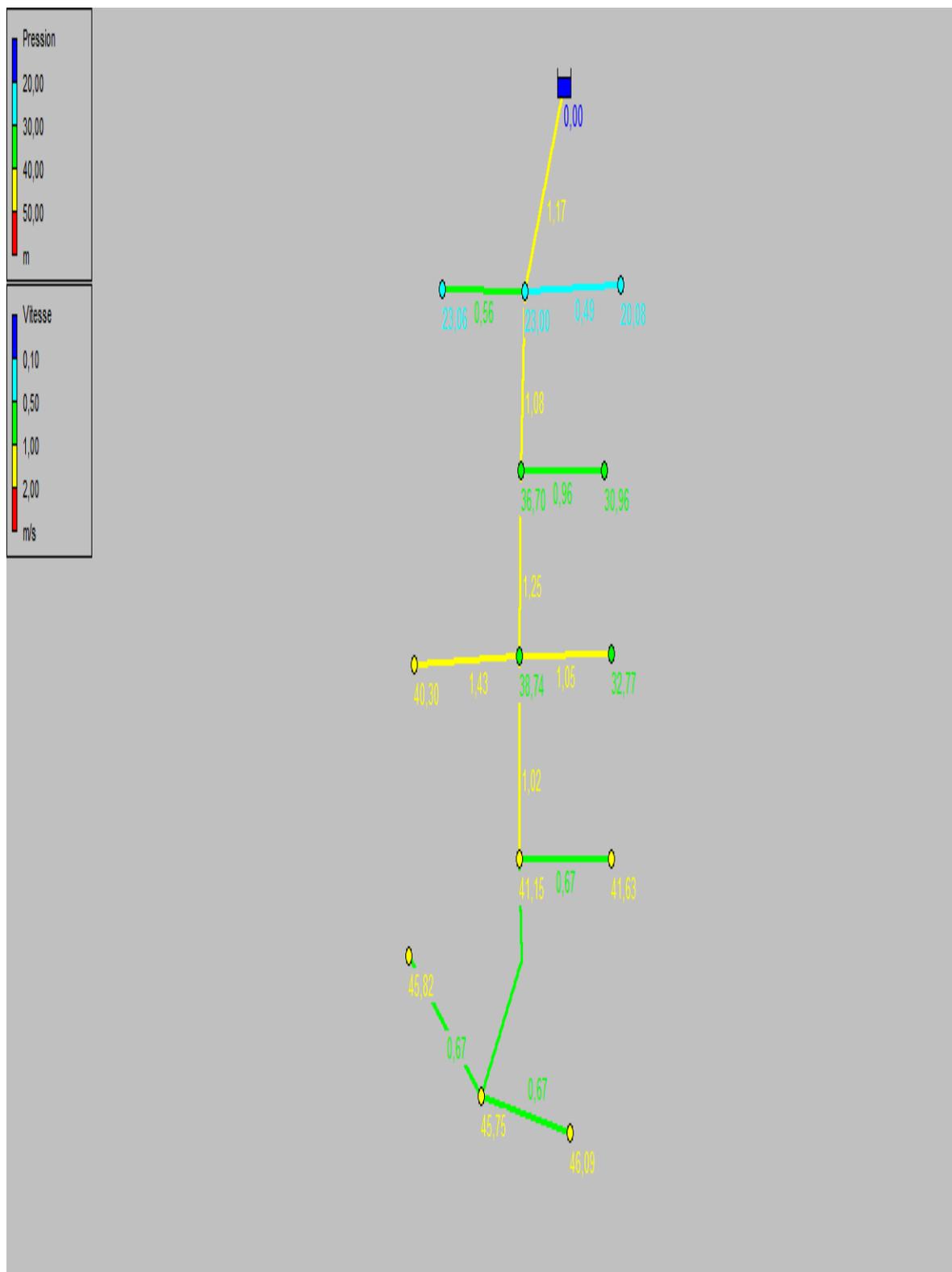


Figure VI.1 : réseau principal d'irrigation

VI.4 Dimensionnement du réservoir

$$V_d = 56 \times 14 \times 3600 \times 10^{-3} = 2822 \text{ m}^3$$

$$V_f = 40 \times 22 \times 3600 \times 10^{-3} = 3160 \text{ m}^3$$

$$V_r = 3160 - 2822 = 346 \text{ m}^3$$

Avec :

V_d: volume demandé en m³.

V_f: volume fourni en m³.

V_r: volume du réservoir en m³.

Le bassin est rectangulaire à ciel ouvert. On fixe une hauteur variant entre 2 à 5m.

Pour notre cas nous prenons la hauteur égale à 4 m. La surface du bassin d'irrigation est donnée par :

$$V = S \times h \text{ et } S = L \times B$$

B : la largeur du bassin

L : la longueur du bassin

La largeur est déterminée par : $B = \sqrt{\frac{S}{2}}$

La longueur est donnée par : $L = S/B$

On a: $h = 4\text{m}$ donc $S = 262.5 \text{ m}^2$

$$B = \sqrt{\frac{86.5}{2}} = 6.58 \text{ m}, \text{ on prend : } B = 6.6 \text{ m}$$

$$L = \frac{262.5}{6.6} = 13.1 \text{ m}, \text{ on prend } L = 13.2 \text{ m}.$$

VI.5 Conclusion

L'objectif de ce chapitre c'est le dimensionnement d'un réseau de distribution à partir de l'utilisation de logiciel Epanet pour assurer la vitesse admissible entre (0.5 :1.5).

VII.1 Introduction :

L'adduction des eaux consiste à étudier les voies et moyens, tant sur le plan technique qu'économique, en vue d'acheminer les eaux prélevées de la station, soit vers leur lieu d'accumulation, soit directement vers les zones de leur consommation.

Consommation. De part leur fonctionnement les adductions peut être classé selon leurs charges :

Soit en adduction par refoulement

Soit en adduction gravitaire

VII.2 Choix de la trace:

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

Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile a évacuer ou des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes

Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement

Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux

L'examen des conditions dans les quelles être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique

VII.3 Choix des types de conduites:

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre
- Pressions supportées
- Les conditions d'installation
- Les revêtements
- La disponibilité
- Du prix unitaire
- Du type de sol

- Ne pas omettre d'intégrer le coût de transport qui reste un paramètre important

Dans le projet, nous avons opté pour les conduites en poly éthylène et cela en raison des avantages qu'elles présentent

- Très économiques
- Disponibilité sur le marché (production locale)
- Permettre une pose simple et adéquate
- Résistance à des grandes pressions
- Réduction des pièces spéciales
- Les frais d'amortissement de la conduite varient dans le même sens que le diamètre de celle-ci et dans les mêmes conditions du débit véhiculé
- Les frais d'exploitation qui seront inversement proportionnels au diamètre de la conduite

VII.4 Schéma générale d'adduction du forage

Le schéma d'adduction a partir du forage vers le bassin d'irrigation, cette adduction est vers tout les parcelles de notre périmètre, il existe des pompe qui refoule vers les parcelles pour assure une pression de 3.5 bar.

VII.4.1 Adduction à partir d'un forage:

Notre forage refoule un débit de 40 l/s

VII.4.2 Calcul du diamètre économique :

Notre étude consiste a déterminé le diamètre économique a partir du forage vers le bassin d'irrigation B du capacité 346 m³.

La détermination du diamètre économique est basée sur l'étude technico-économique.

Le prix d'installation dépasse souvent celui du bâtiment de la station de pompage avec tous ces équipements, la raison pour laquelle l'installation des conduites de refoulement, matériaux, le nombre et leurs diamètres doivent être déterminé après une étude technico-économique et pour différentes variantes.

On choisi le tracé des conduites en charge en fonction des conditions locales (distance la plus courte possible et le plus petit nombre de détours, au plan horizontal et vertical).

Les conduites sont équipées d'accessoires (vanne, ventouses, joints de dilatation, des clapets anti-retour, des reniflards et des dispositifs de vidange.....)

Les vitesses de circulation d'eau dans les conduites de refoulement sont ainsi :

$$V_r = (1 \div 1.5)m / s \rightarrow \phi < 250mm$$

$$V_r = (1.2 \div 2)m / s \rightarrow \phi \in (300 \div 800)mm$$

$$V_r = (1.8 \div 3)m / s \rightarrow \phi > 800mm$$

On opte pour une seule conduite de refoulement qui assure un débit de 0.015 m³/s. donc on a:

$$V_r = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_r^2} \quad \text{Tel que : } V_r \text{ doit répondre aux marges suivantes :}$$

$$V_r = (1 \div 1.5)m / s \rightarrow D_r < 250mm$$

$$V_r = (1.8 \div 3)m / s \rightarrow D_r > 800mm$$

$$V_r = (1.2 \div 2)m / s \rightarrow D_r \in (300 \div 800)mm$$

VII.5 Dimensionnement de l'adduction

VII.5.1 Méthode de calcul

Pour le calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes:

a) Formule de BRESS

$$D = 1,5 \times \sqrt{Q}$$

b) Formule de BONNIN

$$D = \sqrt{Q}$$

Q: Débit refoulé en m³/s.

A partir de ces deux diamètres déterminés, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

VII.5.2 Calcul des pertes de charge

a) Pertes de charge linéaires

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- Diamètre D de la conduite en (m).
- Débit Q en (m³/s).
- La rugosité absolue Ks exprimée en mm.

- La longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = I \times L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

λ : Coefficient de frottement

V: Vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m)

I: Gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad \varepsilon : \text{Rugosité absolue de la conduite}$$

a) Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....), elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_s = 0,10 * \Delta H_l$$

b) Pertes de charge totales (ΔH_t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,10 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,10 * \Delta H_l \end{aligned}$$

VII.5.3 Calcul de la hauteur manométrique totale Hmt

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes et de la hauteur géométrique.

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t$$

Hg: La hauteur géométrique

ΔH_a : Pertes de charge à l'aspiration

ΔH_r : Pertes de charge au refoulement

VII.5.4 Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à la pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{\rho * g * Q * HMT}{\eta}$$

η : Rendement de la pompe en (%) ($n=82\%$)

Q: Débit refoulé par la pompe en (m^3/s)

g: Pesanteur ($9.81 m/s^2$)

ρ : Masse volumique de l'eau ($1000 Kg/m^3$).

VII.5.5 Energie consommée par la pompe

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]}$$

t: Temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas $t = 20h$

P: Puissance de la pompe en (kW)

VII.5.6 Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]}$$

E: Energie consommée par la pompe en (KWh)

e: Prix unitaire d'un KWh imposé par SONELGAZ. ($e=4,17DA$)

VII.5.7 Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = P_{rc} * A \text{ [DA]}$$

P_{rc} : Prix de la conduite en (DA), voir les annexes (Annexe VI.1)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i$$

i: Taux d'annuité annuel, $i = 8 \%$

n: Nombre d'années d'amortissement, $n = 20$ ans

$$A = \frac{0,08}{(0,08 + 1)^{20} - 1} + 0,08 = 0,1018 = 10.18\%$$

VII.6 Dimensionnement de l'adduction (forage vers le réservoir de stockage)

Le débit d'exploitation de forage est : 40l/s

VII.6.1 Analyse de la capacité de la bache de reprise

La bache de reprise dans notre cas joue un rôle transitoire. Son dimensionnement est basé sur le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge qui est généralement, estimé à un quart d'heure (15min).

Le volume de la bache de reprise est déterminé selon la formule suivante :

$$V_{bache} = \frac{Q_{max,j} * t}{20}$$

Avec :

$Q_{max,j}$: Débit maximal journalier total.

T: Temps de fonctionnement de la station de pompage (T = 20h)

t : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge ($t=0,25h$)

$$\text{A.N : } V_{bache} = (4838.4 * 0,25/20) = 60 \text{ m}^3$$

Donc la capacité de la bache existante est suffisante.

Le diamètre de la conduite de refoulement par la relation est tel que :

$$\text{A.N : } \Rightarrow D = 1.5\sqrt{0.04} \Rightarrow D = 0,3\text{m} \quad \text{donc : } \mathbf{D = 300mm.}$$

VII.6.2 Calcul de la hauteur manométrique de la pompe du forage :

$$HMT = Hg + \sum_{ref}^{lin} hp + \sum_{ref}^{sin} hp$$

HMT : la hauteur manométrique totale

Hg : la hauteur géométrique

$\sum_{ref}^{lin} hp$: La somme des pertes de charge linière

$\sum_{ref}^{sin} hp$: La somme des pertes de charge singulier

Avec : $\sum_{ref}^{sin} hp = 15\% \sum_{ref}^{lin} hp$ donc : $\sum_{ref}^{sin} hp = 0.15 \sum_{ref}^{lin} hp$

$$HMT = Hg + 1.15 \sum_{ref}^{lin} hp$$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants:

Tableau VII.1: Calcul de la Hmt du tronçon (forage ver le réservoir de stockage).

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	λ	ΔH_{lin} (m)	ΔH_{totale} (m)	Hg (m)	HMT (m)
200	800	40	1,27	0,0115	38,05	41,85	38	79,85
275	800	40	0,67	0,0111	5,43	5,98	38	43,98
300	800	40	0,57	0,0106	3,08	3,39	38	41,39
400	800	40	0,32	0,0102	0,53	0,58	38	38,58

Tableau VII.2: Calcul des frais d'amortissement du tronçon.

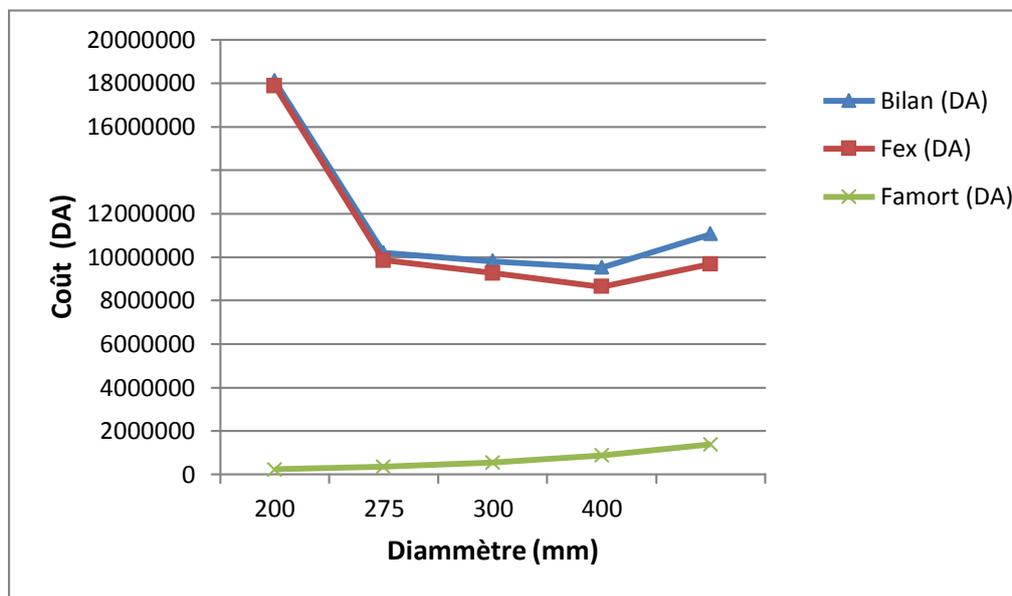
Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
200	3121,7	800	225961,133
275	4846,33	800	350796,751
300	7585,88	800	549096,338
400	12110,03	800	876572,412

Tableau VII.3: Calcul des frais d'exploitation du tronçon.

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh/an)	F _{explo} (DA)
200	587,51	4288810,17	17884338,4
275	323,56	2362021,69	9849630,44
315	304,50	2222867,61	9269357,94
400	283,85	2072122,63	8640751,35

Tableau VII.4: Bilan du tronçon.

Diamètre (mm)	F _{explo} (DA)	F _{amort} (DA)	Bilan (DA)
200	17884338,4	225961,133	18110299,5
275	9849630,44	350796,751	10200427,2
300	9269357,94	549096,338	9818454,28
400	8640751,35	876572,412	9517323,76

**Figure 1: Bilan des frais d'amortissement et d'exploitation.**

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 300 mm, avec une vitesse de 0,57m/s et sur une longueur de 800 m.

VII.7 Etude de pompage

L'étude de pompage nous permet de choisir la pompe idéale pour notre système d'adduction afin d'assurer le débit appelé et la hauteur manométrique demandée, par la station de pompage.

VII.7.1 Choix de l'emplacement de la station de pompage

- l'emplacement de la station et les ouvrages doit assurer les conditions de fonctionnement les plus adéquates avec le minimum possible de surface occupée.

- assurant l'accès des voitures, des engins, des pompiers, à tout le bâtiment et à tout ouvrage.
- les conditions d'exploitation de la station tiennent compte de la fluctuation du niveau d'eau dans la retenue.
- elle dépend du relief d'accès de l'alimentation en énergie électrique ; des conditions géologiques.

VII.7.2 Choix du type de pompe

Les critères de choix du type de pompe sont :

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

On opte pour les pompes ITALIE (pompes centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal) de marque **CAPRARI**.

En plus de ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelée avec une vitesse de rotation variant (1450-3500) tr/min

VII.7.3 Choix du nombre de pompes

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

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

Tableau VII.5: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre de la station de pompage.

n	Q appelé (L/s)	Hmt appelée (m)	Type de pompe	η (%)	Vitesse (tr/min)	P_{abs} (Kw)	$(NPSH)_r$ (m)	\varnothing roue (mm)
1	40.8	41.5	PM125/2B	76.1	1450	21.8	1.94	125
3	15.7	42.7	PM100/3C	75	1450	8.96	1.9	100
5	7.8	41.2	HMU50-2/5B	71.3	1450	4.48	1.55	50

A partir du tableau ci-dessus, on déduit que la variante de (03) pompes est la meilleure Du point de vue rendement, vitesse de rotation et puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle. (Axe horizontale)

VII.7.4 Courbes caractéristiques

Les courbes caractéristiques des pompes choisies sont montrées dans les fiches techniques dans les annexes.

- La pompe de type **PM100/3C** (courbe caractéristique, annexe VII.1).
- Les prix des conduits dans les tableaux (annexe VII.2).
- les pompes de secourt égale a 2.

VII.8 Conclusion

Dans cette partie nous avons dimensionné la conduite d'adduction de telle manière à assurer le débit nécessaire à l'irrigation pour le périmètre.

VIII.1.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 aussi conforme que possible tout en respectant les délais les plus brefs.

VIII.2.Exécution des travaux

VIII.2.1. 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.

VIII.2.2. Assise de la conduite

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

VIII.2.3. 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.

VIII.2.4. Epreuve d'essai de pression

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

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

VIII.2.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux

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

VIII.3. Exploitation du système d'irrigation

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

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

VIII.3.1. Objectif de l'exploitation

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

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon complète et rationnelle les ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.
- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

VIII.3.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées

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

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

a- Mesures d'amélioration technique

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

b- Mesures d'exploitation

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

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

c- Exploitation des ouvrages hydrauliques

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

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

d- Maintenance des ouvrages et équipement**1- Maintenance de premiers niveaux**

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

2- Maintenance spécialisée

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

Les spécialités les plus courantes sont les suivantes :

- Génie civil
- Appareillages mécaniques, électriques et électroniques

VIII.4. Conclusion

Le matériel utilisé pour les chantiers est le matériel classique des chantiers de travaux publics. L'utilisation de gros engins mécaniques a réduit considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée. Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique
- Un doser
- Un chargeur

Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

Conclusion générale

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage performante (goutte à goutte, aspersion) dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride; et l'analyse du sol nous donne un sol moyenne, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne ; et assez imperméable.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée n'est pas sale, faiblement alcaline avec peu de danger de toxicité au futur.

Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques et agro pédologiques.

Ces techniques d'arrosage utilisent des équipements qui présentent plusieurs avantages de point de vue exploitation d'une façon rationnelle de la source d'eau et permettront ainsi l'augmentation de production agricole et cela par :

- L'augmentation de la surface irriguée.
- L'augmentation du rendement des cultures.

D'autre part, on peut dire que ces deux techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre région d'après le contexte actuel de la sécheresse et le développement au niveau de l'économie nationale, l'encouragement à l'utilisation des méthodes d'irrigation performantes et permettant des économies en eau.

Le choix de type de réseau d'irrigation et le matériau constitutif des conduites se fait à partir des techniques d'arrosage utilisées.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] **ZELLA, L. (2010).** Micro-irrigation, office des publications universitaires place centrale- Ben Aknoun- Alger, P42-47
- [2] **RIEUL, LEOPOLD. RUELLE, PIERRE.(2003).** IRRIGATION, Jouve Paris, P1-20
- [3] **BAHBOUH, L, S. (2010).** Cours d'irrigation 3^{eme} année ENSH de BLIDA
- [4] **AZIEZ, O. (2011).** Cours d'irrigation 4^{eme} année, ENSH de BLIDA
- [5] **TOUAIBIA, B. (2004).** Manuel pratique d'hydrologie, Alger. P36-65
- [6] **TIERCELIN J, R VIDAL, ALAIN. (2006).** Traité d'irrigation, Lavoisier Paris, P48.P292.P231.P312
- [7] **OUARTIOU, SOUFIANE. (2012).** Dimensionnement d'un réseau d'irrigation de périmètre de (DHAISSA) a partir de la step de Bordj Bou Arreridj, mémoire de fin d'études ENSH. 90 pages
- [8] **KHELAIFA, BENDAOU. (2012).** Irrigation du périmètre de TAADMIT a partir des forages (W.DJELFA), mémoire de fin d'études, ENSH. 83pages

Annexe

Annexe III.1: Les valeurs de Kc

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Milieu	Arrivée saison	Récolte	
Bananeier tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	1,0-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
Bananeier subtropical	0,5-0,65	0,8-0,9	1,1-1,2	1,0-1,05	1,0-1,15	0,85-0,95
Haricot vert	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricot sec	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,75-0,8	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,6-0,65	0,7-0,8
Citrus	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,6-0,9	0,65-0,7	0,6-0,9
Raisin	0,35-0,35	0,6-0,6	0,7-0,8	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Arachide	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Mais doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,85
Mais dur	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
Œillets sec	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,6-0,9
Œillets vert	0,4-0,6	0,6-0,75	0,85-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Pois, frais	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,85
Poisons, frais	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,5-0,9	0,7-0,8
Pomme de terre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,1	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Carthame	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,3-0,35	0,65-0,7
Sorgho	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Samanea sacifère	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,4-0,7	0,8-0,9
Canne à sucre	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,2	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Tournefort	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tamarin	0,3-0,4	0,7-0,8	1,1-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Ternaire	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Pastèque	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Mûre	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,2-0,35	0,8-0,9
Lentille	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
Agave saccharin sans sarclage						0,65-0,75 0,85-0,9
Chêne						0,4-0,6

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

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

Annexe

Annexe III.2: Les valeurs de RFU

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DÉVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (f) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (g) S₀ POUR DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS (en fonction de profondeur) QUAND ET/OU = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (m)	Fraction (f) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (g) S ₀ (mm/m ³)		
			T. fa	T. moyenne	T. grande
Ascorbe	1,0-2,0	0,25	110	75	35
Banane	0,5-0,9	0,25	70	50	20
Orge ²	1,0-1,5	0,25	110	75	35
Maïs ²	0,5-0,7	0,45	50	35	20
Banane ²	0,4-1,0	0,5	100	70	30
Citrus	0,4-0,5	0,45	90	65	30
Carotte	0,5-1,0	0,25	70	50	20
Carotte	0,3-0,5	0,2	40	30	15
Agave ²	1,3-1,5	0,5	100	70	30
Urtic	0,8-0,9	0,25	70	50	20
Cacao		0,2	40	30	15
Citrus	1,0-1,7	0,25	110	75	35
Citrus ²	0,7-1,3	0,5	100	70	30
Daté	1,5-2,5	0,5	100	70	30
Fraisier cadu.	1,0-2,0	0,5	100	70	30
Lin ²	1,0-1,5	0,5	100	70	30
Citrus ²	0,9-1,5	0,6	120	80	40
Citrus d'hiver ²	1,5-2,0	0,6	120	80	40
Vigne	1,0-2,0	0,35	70	50	20
Querc	0,5-1,5	0,5	100	70	30
Amoré	0,5-1,0	0,4	80	55	25
Lépis	0,5-0,9	0,3	60	40	20
Mûre ²	1,0-1,7	0,6	120	80	40
Mûre-verticille		0,5	100	70	30
Néon	1,0-1,5	0,35	70	50	20
Ortie	1,3-1,7	0,25	110	75	35
Opuntia	0,5-0,9	0,25	70	50	20
Pomme	0,7-1,1	0,55	110	75	35
Pois	0,6-1,0	0,35	70	50	20
Porreau	0,5-1,0	0,25	70	50	20
Asperge	0,5-0,6	0,5	100	65	30
Pomme de terre	0,4-0,6	0,25	50	30	15
Carotte ²	1,0-2,0	0,6	120	80	40
Sisal	0,5-1,0	0,8	155	110	50
Sorgho ²	1,0-2,0	0,55	110	75	35
Soja	0,6-1,2	0,5	100	70	30
Epinard	0,5-0,9	0,2	40	30	15
Fraisier	0,5-0,9	0,15	30	20	10
Banane, non ²	0,7-1,3	0,5	100	70	30
Cacao katang ²	1,2-2,0	0,25	110	75	35
Tournefort ²	0,5-1,5	0,45	90	60	30
Pomme d'été	1,0-1,5	0,55	110	75	35
Tuber. int. (tub)	0,5-1,0	0,25	70	50	20
Tuber. (tub)		0,25	110	75	35
Tomate	0,7-1,3	0,4	100	70	30
Légume	0,5-0,9	0,2	40	30	15
RM	1,0-1,5	0,55	110	75	35
non défini		0,5	110	75	35

Volume total d'eau facilement utilisable (S₀) (mm/m³)

200 140 60

¹ Quand ET_{max} < 2 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET_{max} > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 20 %. Ceci suppose des conditions moyennes (TK < 2,80°C).

² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées dans la pratique.

Source: Taylor (1963), Saun et Hagan (1972), Saun et Gode (1967), Ripstein (1955), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

Annexe

Annexe IV.1 : calcul des besoins des cultures

1- Calcul des besoins pour le blé

ble	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
et0	21	38,7	61,2	90,3	114,9	144,6	151,5	129,6	98,4	57,6	27,9	15,9
kc	0,7	0,7	1,15	1,15	1	0,3	0	0	0	0	0,3	0,45
etm	14,7	27,09	70,38	103,845	114,9	43,38	0	0	0	0	8,37	7,155
peff	16	12,8	16,4	23,2	22,32	9,12	4,16	5,84	20,08	14,32	15,68	17,04
rfu	28,2	29,5	15,21	0	0	0	0	0	0	0	11	18,31
b	29,5	15,21	0	0	0	0	4,16	5,84	20,08	14,32	18,31	28,20

2- Calcul des besoins pour l'olivier

olivier	j	F	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
eto	29,5	15,21	0	0	0	0	4,16	5,84	20,08	14,32	18,31	28,2
kc	0	0	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65	0
etr	0	0	39,78	58,695	80,43	101,22	106,05	90,72	68,88	37,44	18,135	0
peff	16	12,8	16,4	23,2	22,32	9,12	4,16	5,84	20,08	14,32	15,68	17,04
rfu	148	144,8	31,62	0	0	0	0	0	0	0	0	17,04
b	177,5	160,01	31,62	0	0	0	4,16	5,84	20,08	14,32	18,31	45,24

Annexe

Annexe V.1 : GIDE D'ESTIMATION DE P

GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

Ecartement entre rampes S _r en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0	
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

Annexe

Annexe V.1 : Caractéristique de La pompe de type **PM100/3C**

Annexe

Annexe V.2 : Caractéristique de l'asperseur



**Caractéristiques de
l'asperseur circulaire
PERROT ZF 30**

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m ³ /h	espacement m		surface irriguée m ²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,78
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,28
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,18	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,78
7,0	2,5	17,5	2,98	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

Annexe

Annexe VII.2: La fiche des prix de conduits PEHD:



UNITE TUBE

GAMME DE PRIX

TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL, 2010)
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	PE
-	Ø20	-			
11300	Ø25	-	38,20	42,48	PE80
11305	Ø32	-	46,35	50,67	PE80
11307	Ø40	2,0	64,4	70,58	PE80
11312	Ø50	2,4	98,25	106,95	PE80
11301	Ø63	3,0	150,28	162,49	PE80
12411	Ø75	3,6	225,21	243,49	PE80
1302	Ø90	4,5	295,03	319,35	PE80
1402	Ø110	4,0	387,88	418,70	PE80
1305	Ø125	-	473,03	508,50	PE80
1303	Ø150	5,8	770,86	831,89	PE80
1344	Ø200	7,2	1 183,38	1 281,17	PE80
1308	Ø250	9,1	1 850,00	2 001,5	PE80
1405	Ø315	11,4	3 000,00	3 203,8	PE80
1404	Ø400	14,5	5 134,24	5 507,06	PE80
1401	Ø500	19,1	8 935,13	9 617,81	PE80
1403	Ø630	24,1	12 882,60	14 038,63	PE80

TUBES PEHD : PN 10					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	PE
1511000	Ø20	-	29,07	31,01	PE80
1511004	Ø25	2,5	38,78	41,78	PE80
1511007	Ø32	2,5	55,48	59,81	PE80
1511010	Ø40	3,0	84,10	90,40	PE80
1511011	Ø50	3,7	136,26	145,25	PE80
1511006	Ø63	4,7	208,89	225,34	PE80
1511015	Ø75	5,6	305,60	325,88	PE80
1511021	Ø90	6,4	399,09	424,14	PE80
1511026	Ø110	6,6	540,50	572,83	PE80
1511028	Ø125	7,4	800,18	852,36	PE80
1511031	Ø160	9,5	1 142,28	1 226,43	PE80
1511033	Ø200	11,9	1 850,84	1 981,48	PE80
1511035	Ø250	14,8	2 595,50	2 760,15	PE80
1511041	Ø315	18,7	4 093,67	4 388,47	PE80
1511038	Ø400	23,7	6 488,74	7 007,53	PE80
1511049	Ø500	29,7	10 152,61	11 078,44	PE80
1511048	Ø630	37,4	16 738,79	18 014,38	PE80

TUBES PEHD : PN 16					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	PE
16	Ø20	2,3	32,18	34,68	PE80
16	Ø25	2,8	40,85	43,99	PE80
16	Ø32	3,6	58,61	62,81	PE80
16	Ø40	4,5	82,85	88,51	PE80
16	Ø50	5,6	120,85	128,51	PE80
16	Ø63	7,1	181,28	192,29	PE80
16	Ø75	8,4	257,25	273,60	PE80
16	Ø90	10,2	310,71	329,53	PE80
16	Ø110	12,6	457,18	486,91	PE80
16	Ø125	15,4	657,20	700,44	PE80
16	Ø150	19,6	1 080,00	1 152,00	PE80
16	Ø200	25,2	2 472,00	2 632,32	PE80
16	Ø250	31,5	3 816,00	4 036,80	PE80
16	Ø315	39,6	5 850,00	6 244,80	PE80
16	Ø400	49,5	8 320,00	8 804,80	PE80
16	Ø500	61,5	14 910,00	15 855,60	PE80
16	Ø630	76,2	23 125,00	24 425,60	PE80

TUBES PEHD : PN 20					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	PE
1511013	Ø20	2,3	38,01	40,47	PE80
1511016	Ø25	3,0	53,29	56,36	PE80
1511017	Ø32	3,6	82,23	87,30	PE80
1511014	Ø40	4,5	128,15	136,84	PE80
1511016	Ø50	5,6	200,7	212,82	PE80
1511017	Ø63	7,1	338,73	358,31	PE80
1511017	Ø75	8,4	447,25	473,40	PE80
1511018	Ø90	10,1	627,59	667,70	PE80
1511019	Ø110	12,3	946,05	1 001,17	PE80
1511019	Ø125	14,9	1 202,75	1 270,22	PE80
1511011	Ø160	17,9	1 847,59	1 958,68	PE80
1511012	Ø200	22,4	3 121,70	3 292,89	PE80
1511011	Ø250	27,9	4 346,38	4 585,21	PE80
1511014	Ø315	35,2	7 685,68	8 175,40	PE80
1511015	Ø400	44,7	12 110,03	12 818,74	PE80
1511014	Ø500	55,8	19 363,81	20 504,56	PE80
-	Ø630	-			PE80

* Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Crochets (Roulés) de 500 ML.
 * Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
 * Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML

SARL K-PLAST
 Transformation de Plastique
 Cité du 1^{er} Novembre 1954
 Boulevard SETIF 6

Industriel setif TEL: 036 92 41 12 / 03 01 80 FAX: 036 93 58 60

Un "K" à rétroviser...

HICHEM FELKAOUI : 05.61.60.00.27