

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

Etude de l'adduction du réseau d'irrigation du périmètre de bas chelif à partir du barrage de djediouia.

PRESENTE PAR :

ZEGHBIB Abde Rraouf

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms			Grade	Qualité
M ^r	MEDDI	Mohamed	Professeur	Président
M ^{me}	MEDJDOUB	Sonia	MAA	Examineur
M ^{me}	SAADOUNE	Samra	MAA	Examineur
M ^r	KOLAI	Djafer	Assistant	Examineur
M ^r	BOUFEKANE	Abdel Madjid	MAA	Promoteur

Session - 2014

∞ REMERCIEMENTS ∞

Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force et de sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de mon promoteur M^f A.BOUFEKANE, pour l'aide qu'il m'a offert durant la période de réalisation de ce travail et encore plus sa confiance et ses encouragements.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Je remercie le personnel d'O.N.I.D pour leurs conseils et orientations et spécialement M^{me} DRIF et M^f R.DAHMANI.

Mon derniers remerciements, mais non les moindres s'adressent à tous mes amies de la promotion 2014, pour avoir beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin, à savoir : A.BAKRIA , M.BOUDANI , R.BENKINIOIAR , R.BENAAZIZ , L. CHOUAIB , N.BENCHOUK , A.BENSALEM , F.BELAININ , M.SALMI , N.AZOUG , H.ZEDAM et les autres...

Grands mercis à vous tous.

∞ DÉDICACE ∞

À chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pensée pour se rappeler de ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans qu'on leur demande, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes qui en cru en nous et que grâce à qui notre bonheur et joie reviennent de droit, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur. Que le tout puissant nous garde ces personnes très chères à nos cœurs.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

À mon père ABDE ELKARIM qui m'a soutenu et à su me donner courage au moment venu.

À ma très chère mère DJAHIDA BOUZRIBA à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien.

À mes frères ABDE LATIF et LOUNIS

À mes sœurs RAZIKA et SAIDA

À tous les membres de la famille : à ma nièce Nebras et à mon beau frère mahdid Omar et M.chaima.

À tous (tes) mes collègues

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes magnifiques qui m'ont donné le meilleur d'eux même sans rien attendre en retour. Je crois qu'aujourd'hui il est le temps de leur dédiés du fond du cœur ce modeste travail pour les remercier à tous mes amies La liste est assez longue, je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.

A tous et à toutes, je dédie ce travail

RAOUF 2014

ملخص:

إنّ الهدف من إنجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة بن زيان المتواجدة بولاية غليزان. هذه الدراسة تهدف إلى تحقيق مردود مُعتبر من ناحية الاستثمار مُعبرًا عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة و تسيير امثل و مُحافظ على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى.

و هذا لا يكون إلا باستعمال أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعاليتها كالسقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطورًا في الأونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. وما تتميز به هذه الأنظمة من مَحاسن وخاصة تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé

L'objectif de ce travail d'un mémoire consiste dans la projection actuelle concernant la gestion des superficies à irriguée de la wilaya de Relizane, et qui cherche bien sur à atteindre une rentabilité conséquente du point de vu investissement. Ainsi, en se basant sur les meilleures techniques d'irrigation d'une part et en prenant en considération les ressources en eau et la qualité du sol d'autre part. Pour ce faire l'adaptation d'un système d'irrigation performant et efficace se pose avec acuité pour atteindre les objectifs souhaités. Nous citons comme exemple :

- l'irrigation par gouttes à gouttes.
- l'arrosage par aspersion.

Ces deux techniques sont les plus performantes en raison du progrès scientifiques et technologiques enregistrée dans ce domaine, et qui sont caractérisées par leur exploitation rationnelle de ces ressources en eau.

Abstract

The goal of achieving a graduation thesis is part of the current policy regarding the management of irrigated areas of Relizane and for sure seeks to achieve consistent profitability in terms of investment ,Thus it relies on the best irrigation techniques on the one hand and taking consideration of water resource and soil quality on the other hand ,To reach this result the adaptation of an irrigation system performance and efficient is acute to get at the desired . for arrival there may be mentioned as an exemple:

- irrigation drips
- irrigation watering

Thise two techniques are the most effective because of scientific and technological progress recorded in this area the something that carecterise these two techniques is the rationel exploitation of these water resource, and its valuation remains scare and expensive .

SOMMAIRE

CHAPITRE .I *présentation du périmètre et analyse des conditions naturelles*

INTRODUCTION GENERAL	1
I. Présentation de la zone d'étude	2
II. Climat.....	4
Les vents	6
Le régime thermique.....	6
III. Caractérisation des ressources en sol.....	8
IV. Les ressources en eau	10
V. Le développement agricole dans le bas chéiff et la zone de Benziane	11
V. 1. L'agriculture irriguée de grande hydraulique du bas chéiff	11
Sup .prévue (Ha).....	12
Sup. Souscrite (Ha).....	12
Volume d'eau alloué HM3	12
Volume d'eau Lâché HM3	12
Volume d'eau reçu HM3	12
Volume d'eau distribue HM3	12
Source : Bilan d'exploitation De l'unité ONID bas Cheliff	12
Conclusion :	13

CHAPITRE .II *choix des besoins en eau des cultures*

I. Généralités sur les techniques d'irrigation	14
I.1. Choix de technique d'irrigation.....	14
I.2. Les différentes techniques d'irrigation à la parcelle	15
I.2.1. Les techniques d'irrigation de surface.....	15
I.2.2.3. L'irrigation localisée	20
I.2.3. Technique d'irrigation de sub-surface.....	21
I.3. Le réseau d'irrigation	22
I.3.1. Définition.....	22
I.3.2. Classification des réseaux d'irrigation	22
I.3.3. Choix du type de réseau	23
Conclusion :	25

CHAPITRE .III *calcul hydrologique*

Introduction.....	26
I. Etude statistique des précipitations	26
I.1. Etudes de la précipitation annuelle.....	26
1.1.1. Ajustement a la loi de Gauss	26
1.1.1. Ajustement a la loi de Galton	30
II. Homogénéité des séries pluviométriques.....	32
II.1. Test de Wilcoxon	33
III. Détermination l'année de calcul	35
Conclusion :	36

CHAPITRE .IV *calcul des besoins en eau des cultures*

I. Introduction	37
II. Besoin en eau du périmètre.....	37
a) Les besoins unitaires.....	38
b) Les besoins globaux du périmètre d'irrigation.....	38
III. Détermination de l'évapotranspiration	38
III.1. Définition.....	38
III.2 L'évapotranspiration réelle ou de culture ETR	39
III.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence ET_0	39
IV. Calcul de la pluie efficace	42
V. Besoins nets mensuels en eau d'irrigation des cultures	43
VI. Calcul du débit maximum journalier	48
VII. Conclusion.....	49

CHAPITRE .V

I. Introduction	50
II. Composition du système goutte a goutte	50
II.1. Borne d'irrigation.....	50
II.2. Le vannage	50
II.3. La stabilisation des pressions.....	50
II.4. Limiteur de débit.....	50

II.5. La conduite principale.....	50
II.6. Les portes rampes.....	51
II.7. Les rampes	51
II.8. Les distributeurs	51
II.9. La pompe.....	52
III. Réseau de distribution.....	52
III.1. Ilots d'irrigation	52
III.2. Trace de distribution	52
a- Implantation des bornes d'irrigation.....	52
b- Débit de la borne d'irrigation	53
III.3. Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation	53
IV. Choix d'un distributeur.....	54
IV.1. La qualité de l'eau	54
a- Les eaux de bonne qualité	54
b- Les eaux de mauvaise qualité	54
IV.2. La nature du sol	55
IV.3. La nature des cultures	55
V. Différents types de distributeurs	55
V.2. Gaines	55
V.3. Tubes poreux.....	55
V.4. Mini diffuser	56
V.5. Ajustages calibrés (procédé Bas-Rhône).....	56
VI. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte	56
VI.1. Calcul des besoins Pour la tomate	56
1)- Les besoins journaliers	56
2)- Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	56
3)- La dose d'irrigation nette pratique	57
4)- La dose d'irrigation brute.....	58
6)- La durée d'arrosage.....	59
7)- Vérification de la durée d'arrosage journalière.....	59
8)- Calcul du nombre de postes	60
9)- Surface d'un poste	60
10)- Surface correspondant à une rampe	60
VI.2. Calculs paramètres.....	61
a)Nombre de rampes par postes.....	61
b)-Nombre de goutteurs par rampe.....	61
c)- Calcul débit d'une rampe	62
d)- Débit de la porte rampe	62
e)- Calcul des diamètres des portes rampes	62
f)- Conduite d'approche.....	64

VI. 3. Dimensionnement de l'adduction	65
VI.3.1. Méthode de calcul.....	65
VI.3.2.Calcul de diamètre	66
VI.3.3. La perte de charge	66
VI.3.4. La Vitesse	66
VII. Conclusion.....	67

CHAPITRE. VI

I. Exécution des travaux	68
A- Exécution de la tranchée.....	68
B- Assise de la conduite	68
C- Pose de la canalisation dans la tranchée	68
D- Epreuve d'essai de pression.....	68
II. Exploitation du système d'irrigation.....	69
A- Objectif de l'exploitation.....	69
B- Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées.....	70
a)- Mesures d'amélioration technique	70
b)- Mesures d'exploitation.....	70
C- Exploitation des ouvrages hydrauliques	70
D- Maintenance des ouvrages et équipement	71
a)- Maintenance des premiers niveaux	71
b)-Maintenance spécialisé :	71
Conclusion	71

CHAPITRE .VII

I. Introduction	72
II. Factures pro-forma des conduites et du réservoir	72
II.1. Calcul du volume de terrassement	72
II.1.1. La Largeur du fond de la tranchée	72
II.1.2. Profondeur de la tranchée	73
II.2. Les conduites.....	73
II.2.1 Calcul du volume de déblai.....	73
II.2.2. Calcul du volume de lit de sable	74
II.2.3 Calcul du volume de remblai	74
III. Devis estimatif pour les terrassements, la station de pompage et le réservoir :	74
Conclusion	75

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1

Tableau 01. Les précipitations journalières maximum durant 21ans	5
Tableau 02. Vitesses des vents	6
Tableau 03. Variation de L'humidité	6
Tableau 04. Variation de l'évaporation	7
Tableau 05. Variation de l'insolation.....	7

Chapitre 3

Tableau 01. L'ajustement a la loi de Gauss	27
Tableau 02. L'ajustement a la loi de Galton.....	30
Tableau 03. Test de Wilcoxon pour la station d'oued Kheir (013606)	34
Tableau 04. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm	35
Tableau 05. Année de calcul.....	35

Chapitre4

Tableau 01. Caractéristique de périmètre.....	37
Tableau 01. Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith.....	41
Tableau 02. Les précipitations efficaces de la zone d'étude.....	42
Tableau 03. Représentation des valeurs du coefficient (KC).....	44
Tableau 05. Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre.....	44
Tableau 06. Calcul du bilan hydrique pour le blé tendre.....	45
Tableau 08. Calcul du bilan hydrique pour la tomate.....	46

Chapitre 5

Tableau 01. Données générales.....	61
Tableau 02. Calculs des paramètres pour les cultures.....	62
Tableau 03. Caractéristiques des rampes.....	63
Tableau 04. Caractéristiques des portes rampes.....	64
Tableau 06. Les caractéristiques de la conduite d'approche.....	65

Chapitre 7

Tableau 1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	72
Tableau 02. Les volumes des travaux pour les conduites.....	74
Tableau 03. Factures pro-forma terrassement.....	75

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure 1. La plaine du Bas Cheliff (d'après : Guerina, 2006)	2
Figure 2. Les principales zones d'irrigation de la plaine du Bas-Chéliff	3
Figure 3. Diagramme Ombrothermique de la station climatique de Hmadna	8
Figure 4. Groupes de sol du Bas - Cheliff 9	9
Figure 5. Carte de la salinité estimée par Krigeage à variogramme local.....	10

CHAPITRE II

Figure 1. Irrigation par planche de ruissellement.....	16
Figure 2. Partie essentielle d'une installation en aspersion	18
Figure 3. Partie essentielle d'une installation localisée	20
Figure 4. Différent types de goutteurs	25

CHAPITRE III

Figure 1. Irrigation par planche de ruissellement.....	26
Figure 2. Partie essentielle d'une installation en aspersion.....	31

CHAPITRE V

Figure 1. Porte rampe et un goutteur	51
Figure 2. Un goutteur	52

LISTE DES PLANCHES

1° _ Plane de masse de périmètre de secteur B3 dans la zone de benziane (W .RELIZANE).

2° _ Plane d'occupation de sol de périmètre de secteur B3 dans la zone de benziane (W.RELIZANE).

3° _ Plan d'occupation de sol de perimètre de secteur B3 dans la zone de benziane (W.RELIZANE).

4° _ profil en long de la conduite principale (W.RELIZANE).

INTRODUCTION

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

L'Algérie est confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau et le lessivage des principes éléments nutritifs du sol ; et de réduire de ce fait la productivité du sol. De même un apport destiné à l'irrigation ou à d'autres usages est un élément de plus en plus précieux en raison du coût croissant des travaux d'irrigation, et du volume limité des ressources hydriques de bonne qualité. Il importe par conséquent de savoir utiliser rationnellement les eaux d'irrigation de manière à éviter qu'un excès d'arrosage ne dégrade les sols et améliore ces derniers pour leur faire rendre le maximum.

Donc pour satisfaire un ensemble d'impératifs, tel que l'utilisation légale des ressources hydrique, l'efficacité économique et la conservation de la fertilité du sol ; ce pendant elle doit être bien maîtrisée, et raisonnée. Ainsi c'est dans ce sens que s'insère la présente étude. Elle consiste à projeter un réseau d'irrigation localisé (goutte à goutte) sur un périmètre secteur B2 dans la zone de Benziane (W.RELIZANE).

CHAPITRE I :

Présentation du périmètre et
analyse des conditions
naturelles

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La plaine du Bas Chélif est composée de plusieurs zones d'irrigation : Oued R'hiau, Ouarizane, Djidiouia, Hmadna et Guerouaou. On y trouve aussi deux zones très connues localement, en l'occurrence, la zone de Benziane où se trouvent le plateau et la sebkha de Benziane ainsi que la zone de Gaa qui forme une dépression salée.

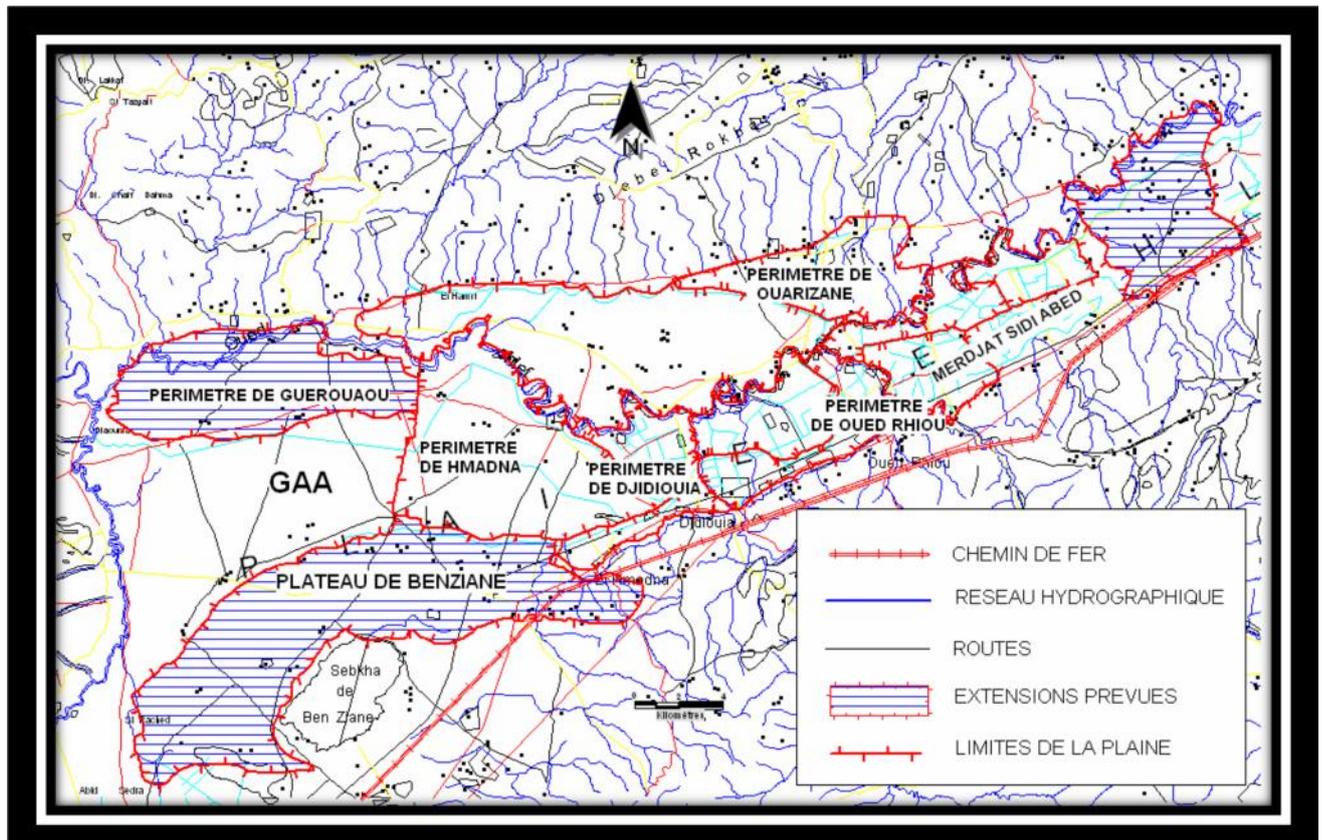


Figure 1. La plaine du Bas Cheliff (d'après : Guerina, 2006)

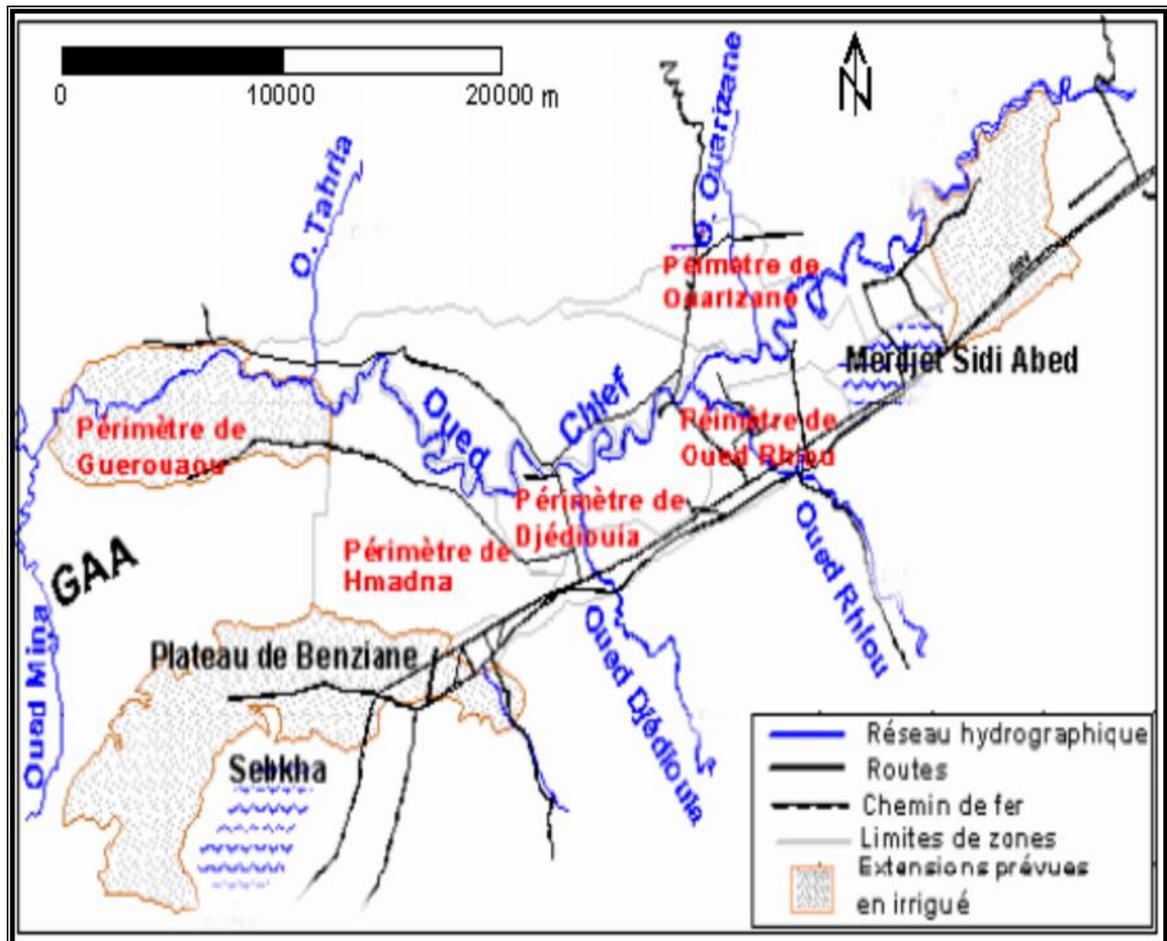


Figure 2. Les principales zones d'irrigation de la plaine du Bas-Chélif

Le périmètre d'irrigation concerné par ce projet est situé, géographiquement, à 25 km au Nord Est du chef lieu de la wilaya de Relizane.

La zone de Benziane consiste en une chaîne de basses collines qui s'étend sur une distance de 20 km à l'ouest du village de Hamadna. Au nord et à l'ouest, les collines se prolongent en décline jusqu'à la plaine du Chélif et celle de l'ouest Mina. Au sud la zone est délimitée par la sebkha de Benziane. La somme des collines s'élève à une altitude de quelque 30 à 50 m au dessus du niveau de la plaine. Les pentes sont assez raides, entre 0.5 et 3 %.

La majorité de la zone est composée de sols calci-magnésiques, modérément profonds, de texture moyenne a fine et bien drainés il n'y a ni problème de nappe phréatique peu profonde. Il né pas prévue un drainage souterraine pour cette zone.

La zone est traversée par la RN 90 qui part de Hamadna Bouroukba vers l'ouest, le long de la crête. Le CW 2 relie la RN 90 à la RN 4 au sud de la sebkha de Benziane, en passant par le village de salines de ferry.

La zone est divisée en six secteurs (B1 à B6), dont seuls les premiers cinq secteurs seront inclus dans cet aménagement. Les secteurs seront tous alimentés par la conduite issue du barrage de Djdiouia.

Dans notre étude, on va prendre pour le calcul, juste un seul secteur, c'est le secteur B3.

II. CLIMAT

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître production. Pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour le couvert végétal. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation,...Tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important donc de connaître chacune de ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production.

A cet effet, nous aborderons dans ce chapitre l'étude des paramètres intervenant dans le bilan hydrique afin de déterminer les besoins en eaux des cultures.

Les données climatiques de la zone d'étude sont celle des observations effectuées sur les principales stations hydro pluviométriques de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH).

Tableau 01. Les précipitations journalières maximum durant 21ans (Oued kheir).

	sept	oct	nov	dec	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout
1990	5,2	11,5	10,2	7,2	10,6	8,8	16,4	2,3	4,4	0	0	0
1991	0	22	0	0	18,5	26	20	15	8	7	0	0
1992	0	3	18,5	24	0	30	9	22	11,9	0	0	0
1993	0	16	22	3	16	24	0	10,5	2,2	0	0	0
1994	3,2	26	9	4,6	21,2	10,9	13,2	4,8	0	0	0	0
1995	9,5	6,8	15,5	5,9	16,3	15,4	10,1	12,6	4,8	0	0	0
1996	18	18	16,2	12,5	34,5	11,5	0	29	5,2	0	0	6,5
1997	8,3	24	26,6	20,7	7,8	6,5	3,6	11,5	6,1	0	0	0
1998	0,9	4,8	5,1	37,3	15	10,6	17	0	7,4	0	0	7,1
1999	24,4	6,2	9,3	15,3	3,4	0	5,7	8,6	10,8	0	0	0
2000	28	57,3	36,1	12,1	14,2	13,3	4,3	20,1	6,4	0	0	0
2001	10,7	9,9	94,4	15,3	2,6	0	12,1	12,4	30,3	0	0	8,2
2002	0		10,2	6,2	16,5	9,8	2,3		16,2	0	0	0
2003	0	7,2	18,6	36,3	14,5	7,2	6,6	5,2	28,6	4,2	0	0
2004	1,2	16,9	29,7	27,1	6,1	14,5	8,4	3,4	0		0	0
2005	4,2	13,4	38,1	7,3	17,4	10,5	4,7	8,4	46,8	2,5	0	0
2006	8,4	0	0	20,1	12,6	12,4	23,5	16,2	0,6	0	0	0
2007	18,5	16,3	22,9	6,1	9	1,4		8,2	7,4	0	2,1	0
2008	17,2	8,4	24,7	19,5	16,5	6,4	7,5	15,9	1,4	0	0	0
2009	12,2	2,2	10,5	12,7	14,8	15,4	20,6	14,7	0	0	0	17,4
2010	0,3	20,5	17,1	12,7	30,9	16,6	4,5	21,9	14,7	1,8	0	0
V moy annuel	8,10	14,5	20,7	14,5	14,21	11,9	9,47	12,1	10,1	0,77	0,1	1,866

Les conditions climatiques dans cette région ne sont pas favorables pour la pratique agricole sans un apport d'eau d'irrigation conséquent et cela en raison d'un faible niveau de précipitations. Les isohyètes sont de l'ordre de 340mm à 400mm par an ce qui est la limite inférieure pour la culture pluviale des céréales.

CHAPITRE1 : Présentation du périmètre et analyse des conditions naturelles

C'est une région qui se situe dans l'étage bioclimatique semi – aride d'où la nécessité d'une irrigation pour l'ensemble des cultures pratiquées.

Les autres éléments climatiques à savoir :

LES VENTS

Les vents ne sont pas contraignants pour l'agriculture dans la région. Les vents ont, en général, une vitesse inférieure à 10 km/h ce qui limite, largement, le risque de dégâts sur les cultures.

Tableau 02. Vitesses des vents

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Août
V (m/s)	2.9	2.7	2.5	2.7	2.4	3.1	3.3	3.2	3.4	3.2	3	3.1

Le régime thermique

Le régime climatique de la région est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver. Les températures les plus élevées atteignent un maximum de 38 °C en moyenne, ce qui provoque une forte évaporation et une remontée capillaire des eaux de la nappe qui se trouve parfois à un mètre de profondeur. Les basses températures se manifestent au mois de janvier avec une température moyenne de 12 °C et une minimale moyenne de 5 °C. Les variations importantes de températures observées ont un impact défavorable sur les cultures.

Tableau 03. Variation de L'humidité

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Août
Humidité (%)	45	58	58	47	59	47	41	46	42	38	41	32

Tableau 04. Variation de l'évaporation

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Août
E(mm)	194	112	66	45	41	45	74	103	148	210	283	266

Tableau 05. Variation de l'insolation

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Jui	Juil	Août
Insolation(h)	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11	11.9	13.1	14	14.5	14.3	13.5

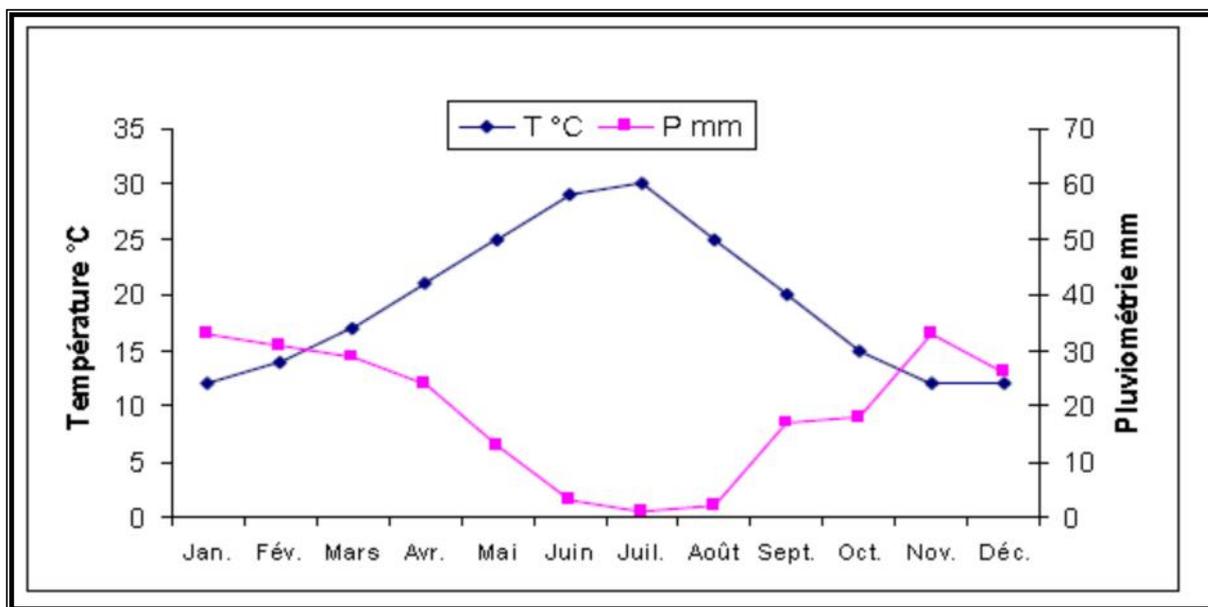


Figure 3. Diagramme Ombrothermique de la station climatique de Hmadna (Période : 1980-2010)

Le diagramme ombrothermique montre que la période sèche s'étale sur une période de sept (07) mois allant d'avril à octobre. C'est une période où le niveau des précipitations cumulées est faible. Le risque de stress hydrique des cultures est important. L'apport en eau d'irrigation est une nécessité absolue pour éviter des pertes en rendements importants.

Quant à la période humide, elle s'étale sur une période de cinq mois (05) allant de novembre à mars. Le niveau des précipitations durant cette période permet de pratiquer une agriculture pluviale.

III. CARACTERISATION DES RESSOURCES EN SOL

Les différentes études des sols montrent que le périmètre du Bas-Cheliff est caractérisé par deux types de sols dominants qui sont : les sols alluviaux et les sols calcaires.

Ceux sont des sols lourds composé jusqu'à 60 % d'argile. Les problèmes qui sont récurrent pour ce type de sol sont le drainage et la salinité ; ce qui nécessite souvent un entretien des drains et un lessivage pour éliminer les sels.

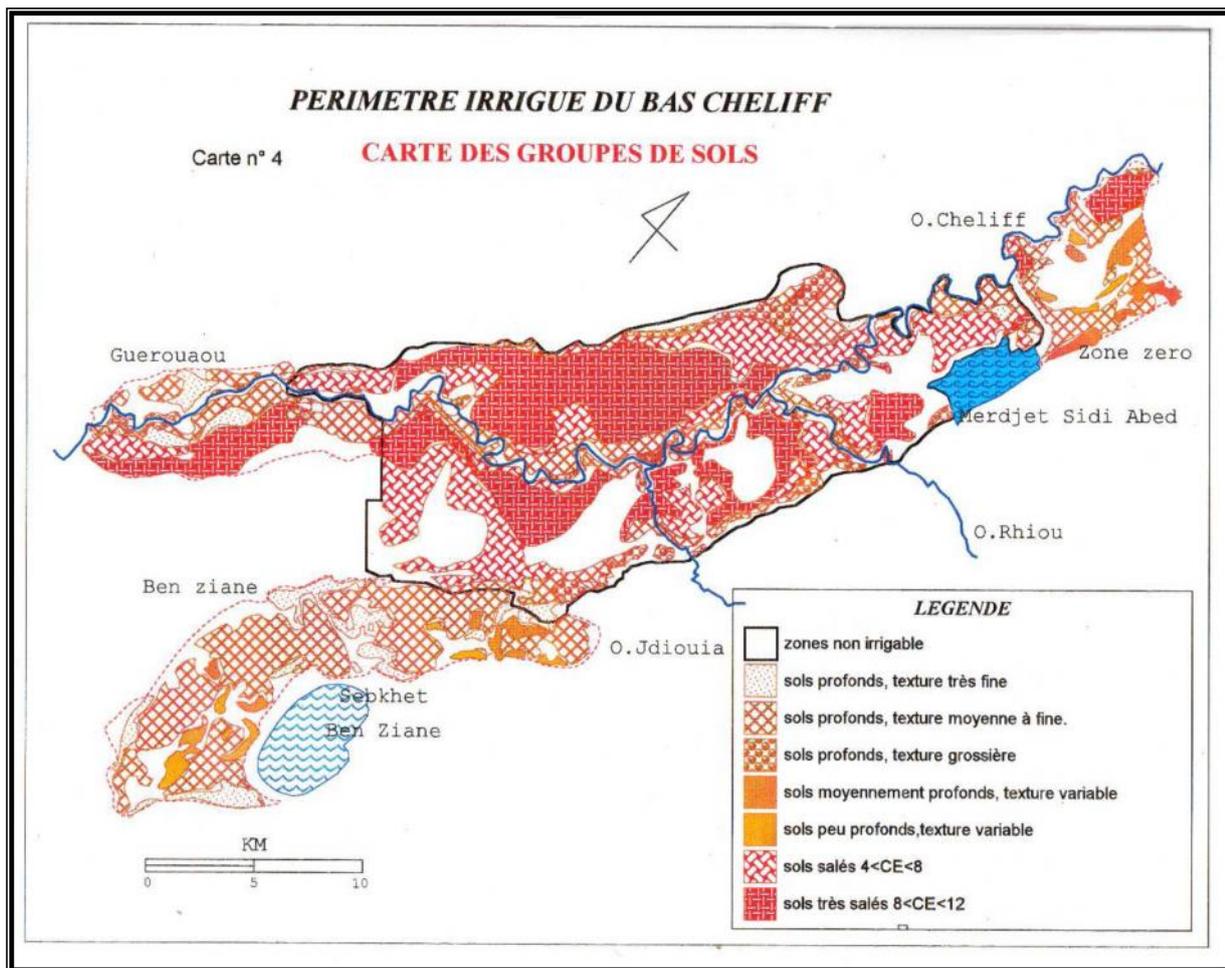


Figure 4. Groupes de sol du Bas - Cheliff

En effet, la plaine du Bas Cheliff est particulièrement touchée par le problème de la salinisation. Cette salinisation est d'abord primaire, comme pour beaucoup de sols d'Afrique du Nord, les sols sont des alluvions dont le matériau originel était lui-même plus ou moins salé. Les formations salifères (Trias, Miocène, Helvétien, Sahélien) qui affleurent dans l'Ouarsenis sont les principales pourvoyeuses (Gaucher et Burdin, 1974). La salinisation secondaire due principalement à l'irrigation a contribué à aggraver ce phénomène, par une augmentation spatiale et une accumulation temporelle de la salinité.

C'est ainsi que les superficies touchées par la salinité dans la plaine du Bas Chélif sont passées de 35 % dans les années cinquante à 80 % à la fin des années quatre vingt dix (Douaoui et al, 2006).

La salinisation des sols, qui est à la fois un problème agricole et environnemental, a des conséquences sur les propriétés physico-chimiques des sols qui se traduit par la présence de sols salés à structure non dégradée ,mais aussi de sols salés à structure dégradée (Qadir et Oster, 2004). Dans la plaine du Bas Cheliff, les sols peuvent être sodiques ou magnésiens ou les deux à la fois (Daoud et al,

1993). Le taux du sodium échangeable peut être élevé à très élevé et atteindre 30 % à 40 % (Douaoui, 2005).

La carte établie par Douaoui (2005) a montré que les superficies dont la salinité est supérieure à 25 dS/m, sont localisées essentiellement dans la partie ouest de la plaine. D'un autre côté, les superficies ayant une salinité inférieure à 4 dS/m n'apparaissent pratiquement qu'au niveau du plateau de Benziane et de la colline de partage. Par ailleurs, les sols qui se trouvent de part et d'autre de l'oued Cheliff sont dominés par la classe de la salinité comprise entre 4 et 8 dS/m suivie par la classe 8-16 dS/m.

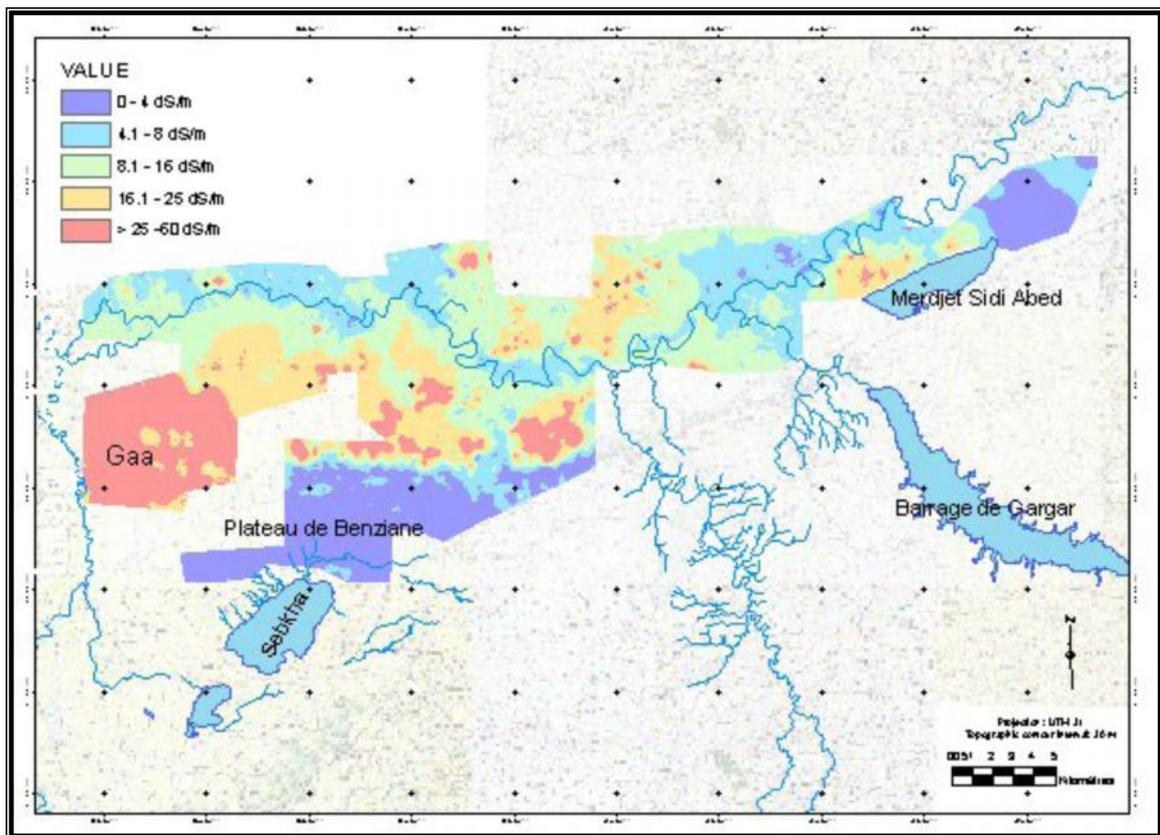


Figure 5. Carte de la salinité estimée par Krigeage à variogramme local
(D'après : Douaoui, 2005)

Enfin, il est à signaler que les meilleurs sols rencontrés dans la région sont situés tout au long des berges de l'oued et sur les piémonts.

IV. LES RESSOURCES EN EAU

La mobilisation des ressources en eau pour le développement de l'agriculture irriguée et l'AEP pour les populations a été, toujours, soutenue par les pouvoirs publics.

L'irrigation du Bas-Cheliff d'une superficie équipée de 14 577 ha est assurée, actuellement, par un ensemble d'infrastructures hydrauliques de mobilisation de l'eau.

Tableau 06. Ouvrages hydrauliques de mobilisation utilisés pour l'irrigation du Bas- Cheliff

Ouvrages hydrauliques	Volume régularisable (Mm ³)
Retenue de la Merdja Sidi Abed	40
Le barrage de Gargar sur l'oued Rhiou	80
Total du volume d'eau mobilisé	120

Source : DRE Relizane

On remarque que les ressources régularisables prévues en année moyenne sont suffisantes pour assurer l'irrigation de la totalité du périmètre. Le calcul du ratio superficie du périmètre sur le niveau des ressources régularisables nous donne une dotation à l'hectare de 8 232 m³/ha. Même avec une efficacité du réseau de 70 % la dotation serait de 5762 m³/ ha.

Cependant, dans la pratique quotidienne, l'allocation de ces ressources en eau au périmètre n'a pas connu, à nos jours, une application effective pour différentes raisons d'où un manque d'eau, face à la demande des irrigants.

V. LE DEVELOPPEMENT AGRICOLE DANS LE BAS CHELIFF ET LA ZONE DE BENZIANE

La pratique d'une agriculture irriguée dans la région est ancienne. Cependant, les disponibilités en eau sont insuffisantes pour satisfaire la demande. L'apport d'une quantité supplémentaire d'eau grâce à la mobilisation de cette ressource par le futur barrage de Djdiouia permettra une meilleure intensification agricole et l'éventualité d'une extension des zones irrigables.

V. 1. L'AGRICULTURE IRRIGUEE DE GRANDE HYDRAULIQUE DU BAS CHELIFF

➔ Disponibilités en eau et superficies irriguées

CHAPITRE1 : Présentation du périmètre et analyse des conditions naturelles

La superficie équipée du bas Chéloff est de 14 577 ha. Cependant, la superficie moyenne annuelle souscrite ou irriguée calculée sur une série chronologique (2000 à 2011) est de 2 566 ha, ce qui semble dérisoire par rapport à la superficie équipée. Le taux moyen annuel d'irrigation par rapport à la superficie n'est que de 18 %. Cela s'explique, en général, par la faiblesse des quotas d'eau délivrés pour le périmètre.

La moyenne annuelle du volume d'eau distribué par hectare est de 5 220 m³ sur la période considérée. Si on considère que l'efficience à la parcelle est de 65 % le volume d'eau consommée en moyenne par hectare est de 3 400 m³.

Tableau 7. Bilans d'exploitations (superficies et volumes distribués) de 2000 à 2011

Période	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sup .prévue (Ha)	3 123	3 484	3 831	3 860	4 550	1 800	2 000	2 000	2 000	2 000	2 500	4000
Sup. Souscrite (Ha)	3 051	3 561	3 231	4 080	4 457	627	1 578	1 990	1 771	2 074	3 259	4163
Volume d'eau alloué HM3	50,00	38,00	39,00	40,00	40,00	0,67	13,00	13,00	13,00	10,00	20,00	34
Volume d'eau Lâché HM3	32	39,5	36,30	36	40	0,67	4,82	7,89	6,95	11,59	20,69	34
Volume d'eau reçu HM3	24	30,1	29,70	36	40	0,67	4,82	7,89	6,95	11,59	18,12	30
Volume d'eau distribue HM3	19,7	27,10	24,50	32	32,5	0,58	4,08	5,65	5,74	9,83	16,06	27,5

Source : Bilan d'exploitation De l'unité ONID bas Cheliff

CONCLUSION

D'après les analyses des conditions naturelles, nous pouvons conclure que :

l'irrigation est indispensable à partir du mois de mars jusqu'au mois d'octobre, la période pluvieuse se commence du mois de novembre pour se terminer le mois de février, les mois les plus secs sont juin, juillet et août.

L'eau de barrage de Djediouia est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre parcelle.

CHAPITRE II :

Choix des techniques d'irrigation

I. GENERALITES SUR LES TECHNIQUES D'IRRIGATION

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Mais quelque soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage et compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

I.1. CHOIX DE TECHNIQUE D'IRRIGATION

Pour le choix d'une technique d'irrigation on ne doit pas considérer chacun des critères de manier isolée, mais plutôt avoir une vision globale afin de mieux évalué les potentialités d'irrigation de notre site, cette évaluation s'opères on ayant bien vue les caractéristiques clefs des différentes techniques d'irrigation, l'ensemble de critères et de contrainte, qui ont été étudiés par Halvek (1992) :

Topographie (pente du terrain, relief, géométrie de la parcelle) ;

Nature des cultures ;

Nature du sol (perméabilité) ;

Facteur sociologiques et culturels ;

Facteur économique ;

Rentabilité de l'opération.

Pour mieux aidé à conduire le choix, il est proposé ci après un examen, qui se veut exhaustif, des avantages et des inconvénients de chacun des grandes types de technique d'irrigation.

I.2. LES DIFFERENTES TECHNIQUES D'IRRIGATION A LA PARCELLE

- Irrigation gravitaire (irrigation de surface) ;
- Irrigation sous pression (par aspersion ou par micro-irrigation) ;
- Irrigation de sub-surface.

I.2.1. Les techniques d'irrigation de surface

C'est une technique traditionnelle du fait qu'elle sont utilisées par l'homme depuis l'antiquité ; elle se fait entièrement à l'aire libre, l'écoulement est assuré par la pente du terrain, la répartition de l'eau est faite par la topographie et aux propriétés hydrique du sol.

De nos jours, ces techniques ont beaucoup évolué grâce aux progrès scientifique et technologique, par l'introduction de nouveau matériel industriel.

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte.

I.2.1.1. Irrigation par ruissellement

Deux possibilités se présentent :

➤ 1^{er} possibilité : l'eau, distribuée par rigoles, ruisselle sur le sol et s'y infiltre verticalement. Il s'agit d'un ruissellement en nappe ou déversement. On recense dans cette catégorie toute une panoplie de technique telle que :

- l'arrosage à la planche ;
- l'arrosage par rigole de niveaux ;
- l'arrosage par rigole en pente ou rases ;
- l'arrosage par plans inclinés ;
- l'arrosage par ados.

2^{ème} possibilité : l'eau ne ruisselle pas sur l'ensemble de la surface du sol mais coule dans des fossés, rigoles ou raies et pénètre par infiltration latérale et verticale jusqu'aux racines des plantes.

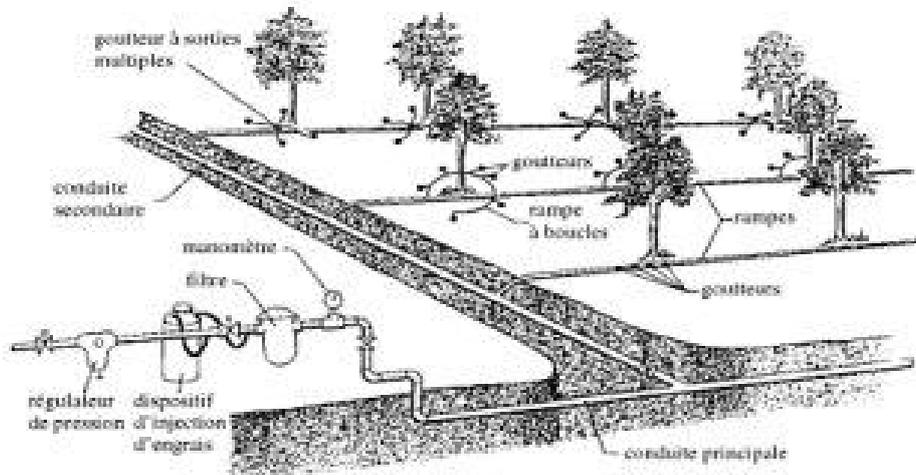


Figure 1. Irrigation par planche de ruissellement

I.2.1.2. Avantages de l'irrigation par gravité

- coût d'investissement relativement faible ;
- besoin en énergie faible ou nuls ;
- technique éprouvées ;
- insensibilité au vent ;
- bonne adaptation à l'épandage d'eau usée ;
- possibilité d'utilisation d'eau salées (en pratique le lessivage du sol) ;
- les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui favorise les plans phytosanitaires.

I.2.1.3. Inconvénients de l'irrigation par gravité

- besoin important en main d'œuvre (sauf systèmes modernes) ;
- efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible ;
- inadéquation aux sols très filtrants ;
- planage nécessaire des parcelles
- surface consommée par les canaux et rigoles.

I.2.2.1. Les technique d'irrigation sous pression

Ce sont des techniques qui requièrent obligatoirement une mise en pression préalable de l'eau.

I.2.2.1.1. Avantages des techniques d'irrigation sous pression

- besoin en main d'œuvre faible ;
- absence de nivellement préalable ;
- bonne adaptation à tous les types de sols ;
- possibilité de contrôle précis des doses appliquées, ce qui permet une bonne efficacité des arrosages ;
- excellente efficacité du réseau de canalisation qui, avec une bonne efficacité d'arrosage à la parcelle, réduit les consommations en eau par rapport à l'irrigation de surface ;
- automatisation très poussée permise par le réseau sous pression ;
- facilité de mesure des consommations d'eau, permettant la facturation au volume ;
- possibilité de mélange facilement des engrais et pesticides a l'eau d'irrigation ;
- suppression des infrastructures aérienne venant cloisonner et figer le parcellaire ;
- suppression de surfaces perdues en canaux et rigoles ;
- le matériel gêne rarement les façons culturales et est constitué de structures souples, mobile, adaptable à tous les cas particuliers.

I.2.2.1.2. Inconvénients des techniques d'irrigation sous pression

- couts d'investissement élevés ;
- exige un certain niveau de compétence de la part de l'irrigant ;
- exige un environnement technique permettant de garantir la maintenance des équipements.

I.2.2.2. Irrigation par aspersion

Le principe est très simple, c'est de reproduire artificiellement la chute naturelle de la pluie grâce a l'utilisation de divers appareils de projection alimenté sous pression, choisis et disposés de façon à obtenir la répartition la plus uniforme possible de la pluviométrie.

CHAPITRE 2 : Choix des techniques d'irrigation

Cette technique a vu le jour vers les années 1900, puis elle s'est répandue véritablement en grandes cultures après les années 1930. De nos jours, l'irrigation par aspersion a atteint le stade des machines d'irrigation à déplacement entièrement automatique.

L'aspersion a une excellente efficacité, les chiffres observés dans la pratique se situent entre 55% et 80% en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

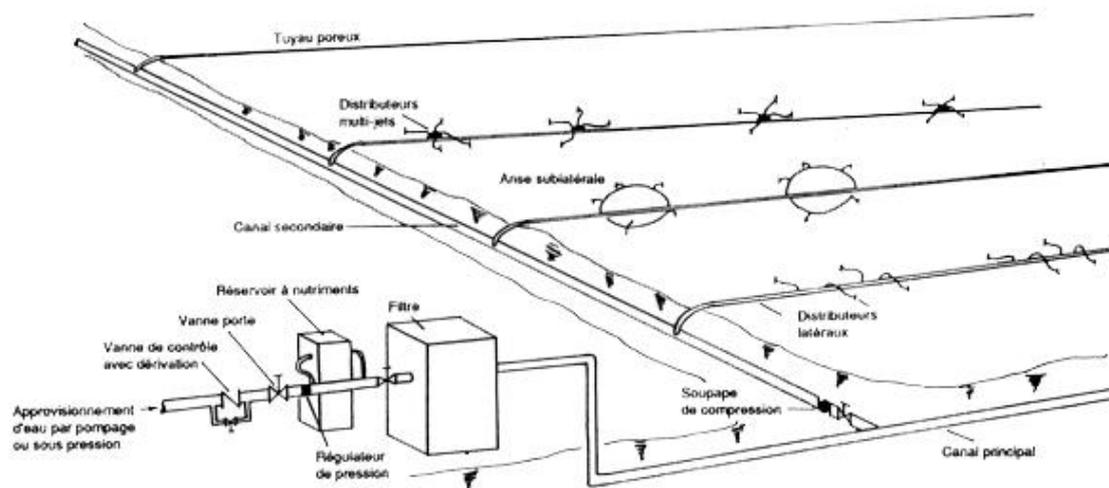


Figure 2. Partie essentielle d'une installation en aspersion

Les techniques d'arrosages appliquées en irrigation par aspersion découlent directement du matériel utilisé. On distingue :

Rampes perforées fixe ou oscillante

Les rampes perforées sont constituées de tuyaux en acier galvanisé, en aluminium, ou en PVC munis de petites perforations de 1 mm de diamètre ou de gicleurs répartis sur la génératrice supérieure. Sur les rampes oscillantes, un mouvement d'oscillation est imprimé à la rampe par un vérin hydraulique, si bien que l'on arrose un rectangle dont l'axe est le tuyau. La largeur de la bande varie de 4 à 15 m. Le fonctionnement se fait à basse pression 30 à 150 kPa, et la pluviométrie est de l'ordre 15 à 50 mm/h.

Arroseurs rotatifs

Les arroseurs rotatifs sont largement utilisés en aspersion simple. Ils arrosent des cercles dont le rayon correspond à la portée du jet. Pour que la surface arrosée reçoive une pluviométrie relativement uniforme, les appareils sont positionnés suivant une trame géométrique régulière de façon à ne pas laisser une partie de la surface sans arrosage.

Les arroseurs rotatifs sont caractérisés par leur vitesse de rotation et le couple buse-pression qui déterminent la pluviométrie, la portée du jet, et la grosseur des gouttes. La qualité de l'arroseur dépend de la disposition des appareils sur le terrain.

1.2.2.2.1. Avantage de l'irrigation par aspersion

- possibilité d'arroser tous les types de sol, des plus sableux aux plus argileux ;
- possibilité de réaliser des installations mobiles, susceptibles d'être déplacées suivant la nature de la culture, ce qui facilite la rotation culturale ; cette mobilité permet aussi une mise en place rapide en temps et lieu voulus sur une aire de culture menacée par la sécheresse ;
- possibilité de réaliser des arrosages à faible dose et à cadence rapide ;
- possibilité de réaliser des installations de protection contre les gelées radiatives de printemps ;
- oxygénation de l'eau projetée en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires réductrices.

1.2.2.2.2. Inconvénients de l'irrigation par aspersion

- dépense énergétique élevée ;
- difficultés d'utilisation et efficacité réduite en région ventées ;
- obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison du lavage des appareils foliaires ;
- mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales ;
- mauvaise adaptation aux sols battants, susceptible de tassement superficiel sous l'impact des gouttes d'eau ;
- possibilité réduite pour l'arrosage avec des eaux résiduaires ;
- déplacement du matériel difficile dans les zones à culture hautes.

I.2.2.3. L'irrigation localisée

C'est une méthode qui consiste à ramener la dose d'eau directement au voisinage de la plante, sa mise en place nécessite un réseau dense de canalisation couvrant totalement la surface à irriguer.

L'efficacité de l'irrigation localisée est théoriquement excellente. En pratique les valeurs observées se situent entre 70 % à 95 %.

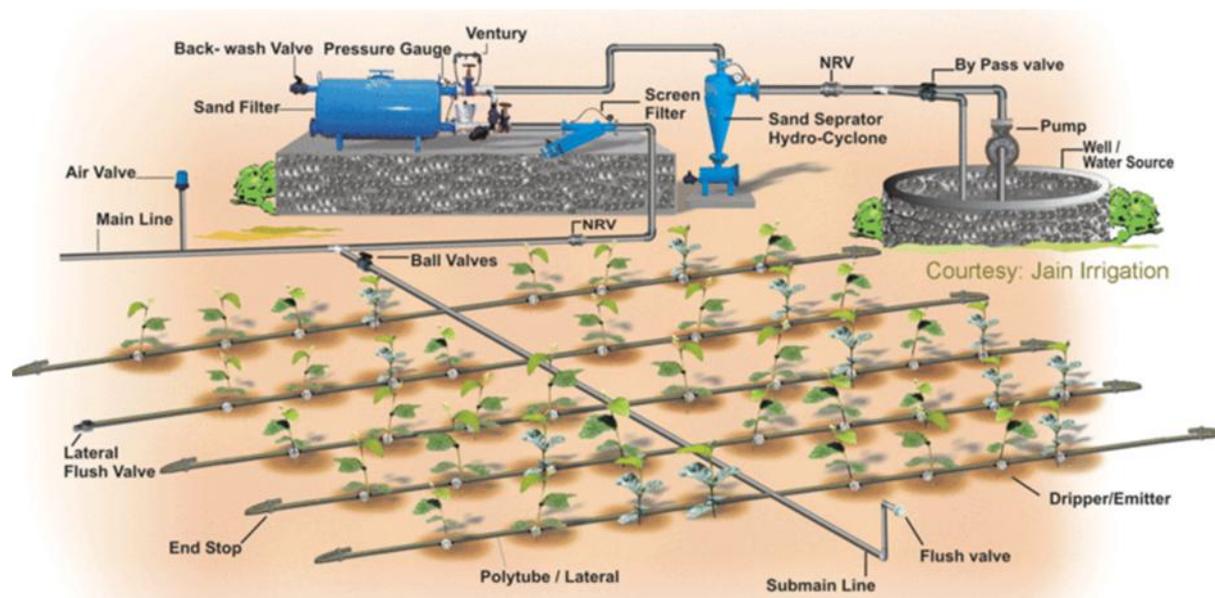


Figure 3. Partie essentielle d'une installation localisée

I.2.2.3.1. Avantage de l'irrigation localisé

- excellente efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- excellent rendement des cultures ;
- bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées ;
- très faibles besoins de main d'œuvre ;
- coûts d'entretien réduits ;
- insensibilité au vent ;
- ne mouille pas le feuillage ;
- ne mouille le sol que très partiellement ce qui est favorable aux façons culturales ;
- raccourcit le cycle végétatif de la culture.

I.2.2.3.2. Inconvénient de l'irrigation localisée

- coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à fort valeur ajoutée ;
- exige un haut degré de compétence de la part de l'irrigant ;
- nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages ;
- nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;
- fonctionne avec du matériel délicat a durée de vie relativement faible.

I.2.3. Technique d'irrigation de sub-surface

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

- un contrôle de la nappe au moyen d'un réseau d'assainissement qui peut fonctionner à l'envers par l'admission d'eau d'irrigation ; ce réseau peut être constitué par des fossés profonds ou des drains enterrés ; cette technique qui intéresse des terrains humides.
- la mise en place de dispositif permettant l'humectation souterraine d'un volume de sol proche des racines des plantes ; le matériel destiné a opérer la diffusion de l'eau est constitué par des diffuseurs, récipients poreux dont une forme traditionnelle est constituée par le canari en terre cuite.

I.2.3.1. Avantage d'irrigation de sub-surface

- très faible couts d'investissement et de fonctionnement, sur des parcelles préalablement équipées en drainage souterrain ;
- besoin en main-d'œuvre insignifiants ;
- absence de matériel en surface, d'ou aucune gêne pour l'exploitant ;
- ne mouille pas le feuillage, ce qui est favorable du point de vue phytosanitaire ;
- ne mouille pas le sol, ce qui est favorable aux façons culturales.

I.2.3.2. Inconvénient d'irrigation de sub-surface

- maîtrise incomplète et aléatoire de l'alimentation hydrique des cultures, qui fait réserver cette technique aux productions à faible valeur ajoutés ;
- technique utilisable seulement dans certaine condition pédologique, sur des parcelles justiciables d'un drainage souterrain.

I.3. LE RESEAU D'IRRIGATION

I.3.1. Définition

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

I.3.2. Classification des réseaux d'irrigation

I.3.2.1. Selon la construction

Réseau classique

Dans ce type de réseau, le transport de l'eau est assuré gravitairement dans des canaux à ciel ouvert.

Réseau fermé

Dans ce réseau, l'eau est transportée dans des conduites en charge.

Réseau mixte

Dans ce réseau l'eau est transportée dans des canaux à ciel ouvert jusqu'aux parcelles alors que la distribution de cette eau se fait par des conduites sous pression.

I.3.2.2. Selon la réalisation

- Réseau permanent : à longue durée.
- Réseau temporaire : comme les réseaux à ciel ouvert ou en terre.
- Réseau stationnaire.
- Réseau mobile : le matériel est déplaçable d'une exploitation à une autre.
- Réseau semi-mobile : une partie du matériel est déplaçable.

I.3.2.3. Selon la distribution de l'eau sur le périmètre

- Soit par gravité (gravitaire).
- Soit par élévation mécanique (aspersion).

I.3.2.4. Selon le fonctionnement durant la période d'irrigation

- Réseau à service continu.
- Réseau à service discontinu.

I.3.3. Choix du type de réseau

Le choix du type de réseau d'irrigation est conditionné par le relief et la technique d'arrosage adoptée le réseau actuel est de type classique, alors que notre choix se porte sur le réseau fermé sous pression, car celui-ci représente les avantages suivants :

- Une utilisation rationnelle et économique de l'eau d'irrigation.
- Il peut être adapté pour n'importe quel relief.
- Possibilité d'automatisation.
- Diminution notable des pertes du réseau.

I.3.3.1. Choix du type de matériaux des conduites

Le choix des matériaux est conditionné par :

- Le diamètre : pour les canalisations de très gros diamètres (1 à 3) m on utilise le béton armé, pour les canalisations de petit diamètre, on utilise la matière plastique.
- La pression de service.
- Le critère économique.
- La disponibilité dans le marché.
- La technique d'arrosage.

I.3.3.1.1. Canalisations en acier

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

I.3.3.1.2. Canalisations en fonte

Elles sont utilisées le plus souvent malgré leur coût élevé, caractérisées par :

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

I.3.3.1.3. Canalisations en amiante ciment

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

I.3.3.1.4. Canalisations 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.

I.3.3.2. Assemblage de tuyaux

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

Les tuyaux en amiante ciment peuvent être assemblés à l'aide des manchons de tuyaux.

I.3.3.3. Raccord

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

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

I.3.3.4. Matériels de contrôle des débits

- Les compteurs ;
- Les vannes de sectionnement et de vidange ;
- Les bornes d'irrigation ;
- Les ventouses ;
- Purgeurs.

I.1.3.5. Matériels de contrôle de pression

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

Parmi ces modes d'irrigation et d'après nos données on choisit l'irrigation localisée (goutte à goutte).

C'est une figure qui représente des différents goutteurs dans le réseau d'irrigation goutte à goutte.



Goutteur en ligne

Goutteur réglable

Goutteur simple

Figure 4. Différent types de goutteurs

CONCLUSION

D'après les données climatiques de la wilaya de Relizane et plus exactement la région de Benziane, on remarque que les apports d'eau sont faibles. Néanmoins, dans cette région, il y a beaucoup de périmètres à irriguer et pour satisfaire tous les besoins de la région, on choisit le mode d'irrigation localisée (goutte à goutte).

CHAPITRE III :

Calcul hydrologique

INTRODUCTION

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, 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.

I. ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS

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

- * Loi Gauss ou loi Normale.
- * Loi De Gibart-Galton ou loi log-Normale.

I.1. ETUDES DE LA PRECIPITATION ANNUELLE

1.1.1. Ajustement a la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste a :

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

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots\dots\dots (2.1)$$

Avec : n : Numéro d'ordre.

N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique : $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots\dots\dots (2.2)$

CHAPITRE3 : Calcul hydrologique

L'écart type :
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ Pour } n \geq 30 \dots\dots\dots (2.3)$$

La variable réduite de Gauss :
$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots\dots\dots (2.4)$$
 Le coefficient de

variation :
$$C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel HYDROLAB

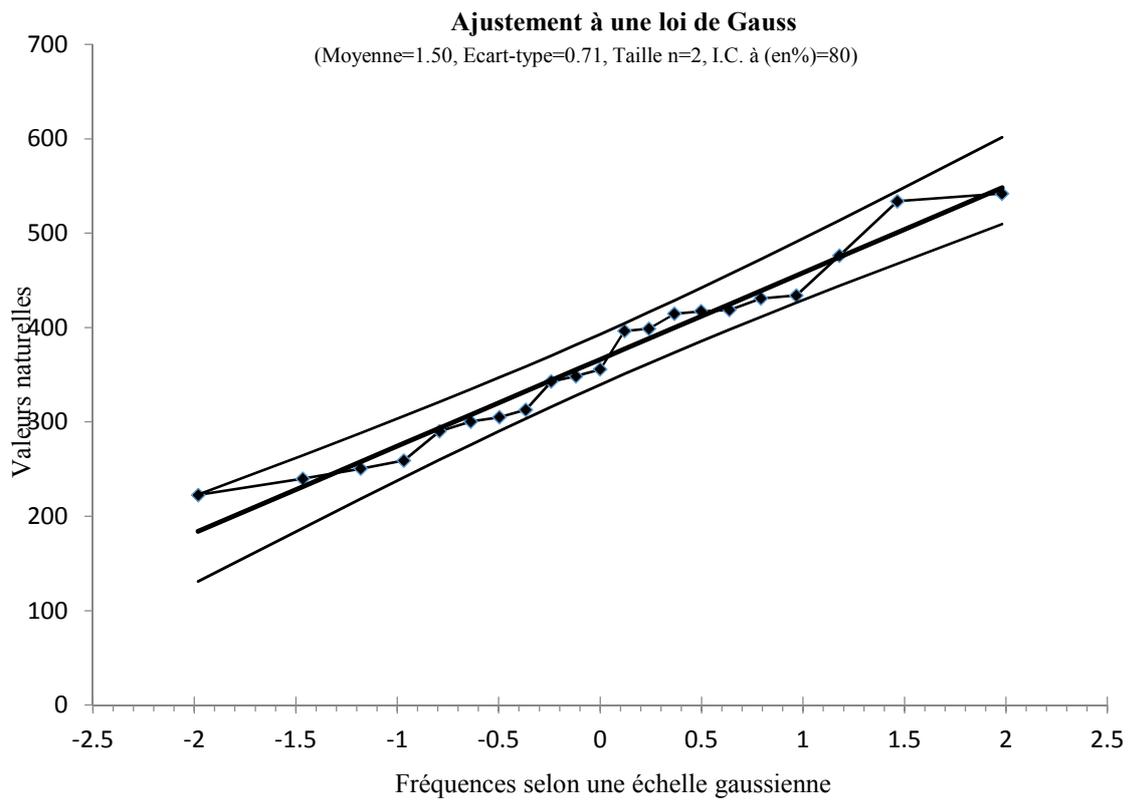
Tableau 01. L'ajustement à la loi de Gauss

Ajustement à une loi de Gauss								
Moyenne= 366,2142857				Taille n= 21		% U Anderson = 0,388		
Ecart-type= 91,83766268				Nb au départ (21)		I.C. à (en%)= 80		
						U Gauss= 1,282		
Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
Obs.12	222,6	1	0,0238	-1,981	222,6	184,3066153	130,9055984	222,9019789
Obs.5	239,8	2	0,0714	-1,465	239,8	231,6506389	187,6871301	264,6618735
Obs.2	250,5	3	0,1190	-1,180	250,5	257,8677822	218,6510207	288,2661098
Obs.6	259,2	4	0,1667	-0,967	259,2	277,3685503	241,3691944	306,13666
Obs.7	290,1	5	0,2143	-0,792	290,1	293,5120463	259,9224391	321,1843432
Obs.1	300,4	6	0,2619	-0,637	300,4	307,6692304	275,9684218	334,6049965
Obs.11	305	7	0,3095	-0,497	305	320,5525474	290,3622941	347,0263447
Obs.14	313	8	0,3571	-0,366	313	332,5919336	303,6142781	358,8330311
Obs.4	342,8	9	0,4048	-0,241	342,8	344,0776993	316,0631117	370,2905673
Obs.20	348,5	10	0,4524	-0,120	348,5	355,2260827	327,9551486	381,6026756
Obs.15	355,8	11	0,5000	0,000	355,8	366,2142857	339,4860099	392,9425615
Obs.16	396,4	12	0,5476	0,120	396,4	377,2024888	350,8258958	404,4734229
Obs.13	398,8	13	0,5952	0,241	398,8	388,3508721	362,1380041	416,3654597
Obs.9	414,6	14	0,6429	0,366	414,6	399,8366378	373,5955403	428,8142933
Obs.19	417,3	15	0,6905	0,497	417,3	411,876024	385,4022267	442,0662774
Obs.17	418,7	16	0,7381	0,637	418,7	424,759341	397,823575	456,4601497
Obs.10	430,8	17	0,7857	0,792	430,8	438,9165251	411,2442283	472,5061324
Obs.3	434,1	18	0,8333	0,967	434,1	455,0600212	426,2919115	491,059377
Obs.21	476,3	19	0,8810	1,180	476,3	474,5607893	444,1624617	513,7775507
Obs.8	533,9	20	0,9286	1,465	533,9	500,7779325	467,7666979	544,7414413
Obs.18	541,9	21	0,9762	1,981	541,9	548,1219562	509,5265925	601,522973

CHAPITRE3 : Calcul hydrologique

Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
0,2	-0,842	288,9217588	254,6730016	316,8795973
0,8	0,842	443,5068127	415,5489741	477,7555698
0,5	0,000	366,2142857	339,4860099	392,9425615

Valeur	Fréquence	Période de retour
366,2142857	0,500	2,0
366,2142857	0,500	2,0
366,2142857	0,500	2,0



II. HOMOGENEITE DES SERIES PLUVIOMETRIQUES

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, préalablement à toute exploitation hydrologique de ces dernières, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant difficile son utilisation

Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueux. Dans une première étape on décèlera les anomalies flagrantes des séries pluviométriques en les comparant aux données homogènes d'une autre station avoisinante. La deuxième étape consistera à vérifier la constance de la relation liant les données de la station étudiée à celle prise comme référence. La méthode des doubles masses est la plus utilisée. Les erreurs sont détectées en comparant la série de données avec une autre station pluviométrique voisine homogène. Cette méthode présente l'avantage d'établissement de coefficients correcteurs au cas où la distorsion est trop importante.

L'homogénéisation des séries données pluviométriques sur une période d'observation unique, n'aura pas lieu, dans la plupart des cas. C'est le cas des séries pluviométriques de notre projet. Pour cela, deux méthodes peuvent porter sur des données prélevées sur des intervalles de temps divers, tels que : l'année, le mois et le jour, proposés ci- après:

II.1. TEST DE WILCOXON

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique d'enregistrement complet, par le test de Wilcoxon, repose sur le procédé ci-dessous :

* On divise la série complète des pluies moyennes annuelles de référence en deux sous-séries : x et y tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous-séries, considérant généralement N_2 supérieure à N_1 .

CHAPITRE3 : Calcul hydrologique

* On constitue par la suite, la série "X" union "Y" après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quelles sous-séries appartient-elle

* Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95 %, si la relation ci-dessous est vérifiée ;

Avec :

$$W_{MIN} < W_X < W_{MAX} \text{-----} [4.1]$$

$$W_X = |Rang|_X \text{-----} [4.2]$$

W_X : Somme des rangs de sous-série x.

Et :

$$W_{MIN} = \left[\left(\frac{N_1 + N_2 + 1}{2} * N_1 - 1 \right) - 1.96 * \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right] - [4.3]$$

$$W_{Max} = \left[(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{MIN} \right] \text{-----} [4.4]$$

➔ Test de Wilcoxon pour la station d'oued Kheir, code (013606)

Le tableau n° 03, détaille le procédé de test d'homogénéité proposé par de Wilcoxon pour la station d'oued Kheir, code (013606).

On a donc :

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

$$\Leftrightarrow 60,94 < 67 < 115,06$$

⇒ La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station d'oued Kheir, code (013606) est homogène.

Tableau 03. Test de Wilcoxon pour la station d'oued Kheir (013606)

<u>RANG</u>	<u>SERIE ORIGINE</u>	<u>SERIE X</u>	<u>SERIE Y</u>	<u>TRI</u>	<u>XUNIONY</u>
1	300,40	300,4	414,6	222,6	y
2	250,50	250,5	430,8	239,8	x
3	434,10	434,1	305	250,5	x
4	342,80	342,8	222,6	259,2	x
5	239,80	239,8	398,8	290,1	x
6	259,20	259,2	313	300,4	x
7	290,10	290,1	355,8	305	y
8	533,90	533,9	396,4	313	y
9	414,60		418,7	342,8	x
10	430,80		541,9	348,5	y
11	305,00		417,3	355,8	y
12	222,60		348,5	396,4	y
13	398,8		476,3	398,8	y
14	313,00			414,6	y
15	355,80			417,3	y
16	396,40			418,7	y
17	418,70			430,8	y
18	541,90			434,1	x
19	417,30			476,3	y
20	348,50			533,9	x
21	476,3			541,9	y

III. DETERMINATION L'ANNEE DE CALCUL

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

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

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 288.92 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 366.21 \text{ mm}$$

CHAPITRE3 : Calcul hydrologique

P_{moy} De chaque mois sont données par le tableau suivant:

Tableau 04. Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
P (mm)	46,71	40,65	39,58	41,90	28,14	6,20	3,20	3,68	18,42	35,29	51,44	51,92	367,15

Nous avons :

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

$$P_{moy\ 80\%} = \frac{288,92}{366,21} \cdot P_{moy\ mensuelle} = 0.8 P_{moy\ mensuelle}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau 05. Année de calcul

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
P (mm)	37,37	32,52	31,66	33,52	22,51	4,96	2,56	2,94	14,74	28,23	41,15	41,54	293,7

CONCLUSION

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80 % pratiquement, on est sûr l'avoir ces données de pluies 8 années /10.

CHAPITRE IV :

Calcul des besoins en
eau des cultures

I. 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.

Le périmètre d'étude est composé de quatre (04) parcelles alimentées par un forage, leurs caractéristiques sont présentées sur le tableau suivant :

Tableau 01. Caractéristique de périmètre

Parcelle	Cultures	Surface (ha)
1	Pomme de terre	70
2	Blé tendre	180
3	Oignon	60
4	Tomate	8

II. 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 PERIMETRE D'IRRIGATION

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

Avec :

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

ETP : évapotranspiration 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.

III. DETERMINATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION

III.1. DEFINITION

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

III.2 L'EVAPOTRANSPIRATION REELLE 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.

III.3. CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE OU DE REFERENCE 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 qu'elle 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 Penman et Monteith modifiée.

CHAPITRE4 : Calcul des besoins en eau des cultures

- Méthode de Penman et Monteith modifiée

La formule de Penman et Motheit modifiée se présentant comme suit :

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

Tel que :

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

W : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.

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

$F(u)$: Fonction liée au vent.

Ea : tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.

ed : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

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

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

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, 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.

CHAPITRE4 : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau 01. Evapotranspiration de référence selon la méthode Penman&Monteith

<i>Mois</i>	<i>T min C</i>	<i>T max C</i>	<i>Humide %</i>	<i>Vent m/s</i>	<i>Insolation heures</i>	<i>Radiation MJ/m/jour</i>	<i>Et0 mm/jour</i>	<i>Et0 mm/mois</i>
<i>J</i>	5.1	15.7	59	207	10.1	13.9	2.06	61.8
<i>F</i>	6.4	17	47	268	11.0	17.6	3.24	97.2
<i>M</i>	7.1	19.6	41	285	11.9	22.4	4.47	134.1
<i>A</i>	9.6	22.2	46	276	13.1	27.2	5.32	159.6
<i>M</i>	12.7	25.7	42	294	14.0	30.2	6.63	198.9
<i>J</i>	17.3	32.2	38	276	14.5	31.4	8.08	242.4
<i>J</i>	20.5	37.2	41	259	14.3	30.8	8.70	261
<i>A</i>	20	38.0	32	268	13.5	28.2	8.87	266.1
<i>S</i>	17.9	32.4	45	250	12.4	24.0	6.54	196.2
<i>O</i>	13.9	26.2	58	233	11.3	18.9	4.19	125.7
<i>N</i>	9.1	20.1	58	216	10.3	14.6	2.71	81.3
<i>D</i>	7.0	16.5	47	233	9.8	12.7	2.49	74.7

IV. 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.

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

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 02. Les précipitations efficaces de la zone d'étude

<i>Pays : ALGERIE Station climatique : Oued Kheiri (21ans)</i>			
<i>Mois</i>	<i>ET₀ mm/jour</i>	<i>P_{P%} (mm/mois)</i>	<i>Pluie eff (mm/mois)</i>
<i>J</i>	2.06	37,37	29,89
<i>F</i>	3.24	32,52	26,01
<i>M</i>	4.47	31,66	25,33
<i>A</i>	5.32	33,52	26,82
<i>M</i>	6.63	22,51	18
<i>J</i>	8.08	4,96	3,96
<i>Juil</i>	8.70	2,56	2,05
<i>A</i>	8.87	2,94	2,35
<i>S</i>	6.54	14,74	11,79
<i>O</i>	4.19	28,23	22,58
<i>N</i>	2.71	41,15	32,92
<i>D</i>	2.49	41,54	33,23
<i>Totaux</i>	2.06	293,7	234,96
<i>Précipitation efficaces : 80 % de la précipitation totale</i>			

V. 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 $B > 0$.

CHAPITRE4 : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau 03. Représentation des valeurs du coefficient (K_C)

Culture	j	f	m	a	M	j	j	a	s	o	n	d
Blé tendre	0.5	0.51	1.15	1	1	0	0	0.7	0	0	0.3	0.3
L'oignon	0	0	0.4	0.6	0.95	1.1	0.85	0	0	0	0	0
tomate	0	0	0.6	0.7	1.1	1.2	1.07	0	0	0	0	0
Pomme de terre	0	0.5	0.75	1.15	1.15	0.9	0	0	0	0	0	0

Tableau 05. Calcul du bilan hydrique pour la pomme de terre

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

Mois	K _C	ET ₀	ET ₀	ETM	P _{eff}	RFU	B _{net}	B _{net}
		(mm/jour)	(mm/mois)	(mm/mois)				
J	0	2,02	62,62	0	29,89	108,88	-138,77	0,00
F	0,5	3,24	90,72	45	26,01	93,77	18,99	18,99
M	0,75	4,47	138,57	104	25,33	15,78	78,67	78,67
A	1,15	5,32	159,6	184	26,82	0,00	157,18	157,18
M	1,15	6,63	205,53	236	18	0,00	218	218
J	0,9	8,08	242,4	218	3,96	0,00	214,04	214,04
J	0	8,7	269,7	0	2,05	3,96	-6,01	0,00
A	0	8,87	274,97	0,00	2,35	6,01	-8,36	0,00
S	0	6,54	196,2	0,00	11,79	8,36	-20,15	0,00
O	0	4,19	129,89	0,00	22,58	20,15	-42,73	0,00
N	0	2,71	81,3	0,00	32,92	42,73	-75,65	0,00
D	0	2,49	77,19	0,00	33,23	75,65	-108,88	0,00

CHAPITRE4 : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau 06. Calcul du bilan hydrique pour le blé tendre

Mois	K_C	ET_0 (mm/jour)	ET_0 (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P_{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)
J	0,5	2,06	63,86	31,93	29,89	47,4	-45,36	0,00
F	0,51	3,24	90,72	46,27	26,01	31,02	-10,76	0,00
M	1,15	4,47	138,57	159,36	25,33	0,00	134,03	134,03
A	1	5,32	159,6	159,60	26,82	0,00	132,78	132,78
M	1	6,63	205,53	205,53	18	0,00	187,53	187,53
J	0	8,08	242,4	0,00	3,96	18	-21,96	0,00
J	0	8,7	269,7	0,00	2,05	21,96	-24,01	0,00
A	0	8,87	274,97	0,00	2,35	24,01	-26,36	0,00
S	0	6,54	196,2	0,00	11,79	26,36	-38,15	0,00
O	0	4,19	129,89	0,00	22,58	38,15	-60,73	0,00
N	0,3	2,71	81,3	24,39	32,92	36,34	-44,87	0,00
D	0,3	2,49	77,19	23,16	33,23	46,1	-56,17	0,00

Tableau 07. Calcul du bilan hydrique pour l'oignon

Mois	K _C	ET ₀ (mm/jour)	ET ₀ (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P _{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)	B _{net} (mm/mois)
J	0	2,06	63,86	0,00	29,89	104,92	-134,81	0,00
F	0	3,24	90,72	0,00	26,01	134,81	-160,82	0,00
M	0,4	4,47	138,57	55,43	25,33	105,39	-75,29	0,00
A	0,6	5,32	159,6	95,76	26,82	34,96	33,98	33,98
M	0,95	6,63	205,53	195,25	18	0,00	177,25	177,25
J	1,1	8,08	242,4	266,64	3,96	0,00	262,68	262,68
J	0,85	8,7	269,7	229,25	2,05	0,00	227,2	227,2
A	0	8,87	274,97	0,00	2,35	2,05	-4,4	0,00
S	0	6,54	196,2	0,00	11,79	4,4	-16,19	0,00
O	0	4,19	129,89	0,00	22,58	16,19	-38,77	0,00
N	0	2,71	81,3	0,00	32,92	38,77	-71,69	0,00
D	0	2,49	77,19	0,00	33,23	71,69	-104,92	0,00

CHAPITRE4 : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau 08. Calcul du bilan hydrique pour la tomate

Mois	K_C	ET_0 (mm/jour)	ET_0 (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P_{eff} (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)	B_{net} (mm/mois)
J	0,00	2,06	63,86	0,00	29,89	104,92	-134,81	0,00
F	0,00	3,24	90,72	0,00	26,01	134,81	-160,82	0,00
M	0,6	4,47	138,57	83,14	25,33	77,68	-19,87	0,00
A	0,7	5,32	159,6	111,72	26,82	0,00	84,9	84,9
M	1,1	6,63	205,53	226,08	18	0,00	208,08	208,08
J	1,2	8,08	242,4	290,88	3,96	0,00	287,92	287,92
J	1,07	8,7	269,7	288,58	2,05	0,00	286,53	286,53
A	0,00	8,87	274,97	0,00	2,35	2,05	-4,4	0,00
S	0,00	6,54	196,2	0,00	11,79	4,4	-16,19	0,00
O	0,00	4,19	129,89	0,00	22,58	16,19	-38,77	0,00
N	0,00	2,71	81,3	0,00	32,92	38,77	-71,69	0,00
D	0,00	2,49	77,19	0,00	33,23	71,69	-104,92	0,00

Tableau 09. Tableau de la répartition des besoins des cultures nets

Cultures	Besoins nette mensuels (mm)											
	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Pomme de terre	-	18,99	78,67	157,18	218	214,04	-	-	-	-	-	-
Blé tendre	-	-	134,03	132,78	187,53	-	-	-	-	-	-	-
Oignon	-	-	-	33,98	177,25	262,68	227,2	-	-	-	-	-
Tomate	-	-	-	84,9	208,08	287,92	286,53	-	-	-	-	-

VI. CALCUL DU DEBIT MAXIMUM JOURNALIER

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

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

Avec :

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 318 ha.

La culture la plus exigeante c'est celle **de la tomate**. ($B_{net} = 287,92$ 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 :

$$q_{spécifique} = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_h \cdot n_j \cdot 3600 \cdot E_i}$$

, en l/s/h

D'où :

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

Nh: nombre des heures d'irrigation = 24 h.

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

Ei: efficience d'irrigation = 75 %.

Le mois de pointe est le mois de juin et les besoins de pointe sont de **287,92 mm**.

Le débit spécifique : $q_s = 1.43 \text{ l/s/ha} < \text{à } 1,5 \text{ l/s/ha}$, donc le choix est valable.

Le débit caractéristique : $Q_{\text{Car}} = q_s \times S = 1.43 \times 318 = 454,74 \text{ l/s}$

Alors notre débit de consommation journalier est $Q_{\text{jour}} = 454,74 \text{ l/s}$

VII. CONCLUSION

A partir de Cette partie de l'étude on a déterminer les besoins des cultures du mois de pointe pour pouvoirs déterminer le débit spécifique sur lequel on se base pour dimensionné notre réseau d'irrigation ; est ainsi le volume nécessaire pour le mois de pointe apporter pour les différentes cultures calculer à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 et on a calculé les besoins nets car ils peuvent nous indique si la quantité d'eau est suffisante ou pas .

Donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre. Se qu'est le cas avec le barrage de Djdiouia qui a un volume total 83 Mm^3 , volume utile de 43 Mm^3 et un volume mort de 40 Mm^3 , alors que le volume régularisé est de l'ordre de 19 Mm^3 ainsi que sa hauteur est de 58 m.

CHAPITRE V :

Calcul hydraulique

I. INTRODUCTION

Dans ce chapitre on dimensionne le système d'irrigation qui constitue des ouvrages et des appareils qui assurent le transport des eaux au périmètre ainsi que le système et le type d'arrosage.

Le choix de type d'irrigation dépend de plusieurs facteurs tels que le type des cultures, la pente, type de sol, le débit...etc.

II. COMPOSITION DU SYSTEME GOUTTE A GOUTTE

II.1. 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.

II.2. LE VANNAGE

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

II.3. 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.

II.4. LIMITEUR DE DEBIT

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.

II.5. 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 PEHD rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

II.6. LES PORTES RAMPES

Porte-rampes en polyéthylène à haute densité. Ils peuvent être soit enterrés, soit placés à la surface du sol.

II.7. LES RAMPES

Les rampes en PEHD basse densité de petit diamètre sur lesquelles sont branchés les distributeurs, soit directement, soit en dérivation. Il existe d'autres types de rampes telles que les rampes (ou gaines) poreuses ou les gaines perforées (à simple ou double section) qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau.

II.8. LES DISTRIBUTEURS

Les distributeurs constituent des organes d'arrosage à débit faible et régulier. Il existe de nombreux types de distributeurs. On distingue les goutteurs à circuit long (capillaires, goutteurs à circuit hélicoïdal, goutteurs à turbulence, goutteurs à circuit long autorégulant, etc.), les goutteurs à circuit court (ajutages, goutteurs à simple orifice, goutteurs à double orifice et effet de turbulence ou goutteurs cyclones ou vortex, goutteurs à circuit court autorégulant), les mini-diffuseurs.

Sous l'aspect technique de la fixation sur la rampe, on distingue les distributeurs latéraux et les distributeurs en ligne.



Figure 1. Porte rampe et un goutteur



Figure 2. Un goutteur

II.9. 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.

III. RESEAU DE DISTRIBUTION

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

III.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.

III.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- Débit de la borne d'irrigation

Le calcul des besoins en eau (Chapitre IV) 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'abricotier.

Ce débit est donc de $q_s = 1.44$ l/s/ha (déjà calculé).

III.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 coûts 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.

IV. 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.

IV.1. LA QUALITE 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.

a- 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.

b- Les 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.

IV.2. 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.

IV.3. 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. DIFFERENTS TYPES DE DISTRIBUTEURS

V.1. 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.

V.2. GAINES

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

V.3. TUBES POREUX

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

V.4. 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.

V.5. AJUTAGES CALIBRES (PROCEDE BAS-RHONE)

Les systèmes d'arrosage par ajutage calibrés sont constitués par une canalisation en PEHD,

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

VI. DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU GOUTTE A GOUTTE

VI.1. CALCUL DES BESOINS POUR LA TOMATE

D'après le tableau IV.9. Le mois de pointe est le mois de juin avec **B = 290,26 mm**.

1)- Les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour La tomate sont calculés par les formules suivantes:
B_j=Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{287,92}{31} = 9,29 \text{ mm/j}$$

2)- Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s), \quad (\text{Freeman et Garzoli}) .$$

C_s : Couverture du sol; pour l'abricotier C_s=80%

$$K_r = 0.8 + 0.5 (1 - 0.8) = 0.9$$

D'où :

$$BJL = B_j \times K_r \qquad BJL = 0.9 \times 9.29 = 8,36 \text{ mm/j}$$

$$b_{brut} = \frac{b_{net.r}}{E} = D_{brut} = \frac{8.36}{0.81} = 10,32 \text{ mm}$$

3)- La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation, 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).

$$D_{nette} = RFU \times P = \left(\frac{H_{cc} - H_{pf}}{100} \right) \times y \times z \times \frac{P}{100} = RU \times Y \times P$$

Tel que:

P% : pourcentage du sol humidifié.

AN :

D'après la texture du sol, on a : Argile- Limons

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont :

$$HCC = 0,26$$

HCC : humidité à la capacité au champ.

$$HPF = 0,15$$

HPF: humidité au point de flétrissement.

$$Y = 2/3$$

Y : degré de tarissement admis.

$$Z = 1200 \text{ mm}$$

Z : profondeur d'enracinement.

La réserve utile est égale a : $RU = (H_{cc} - H_{pf}) \times Z$

$$RU = (0.26 - 0.15) \times 1200 = 132 \text{ mm/m.}$$

$$RU = 132 \times 1 \text{ donc on obtient : } RU = 132 \text{ mm/m.}$$

Pour un sol limono-argileux la réserve utile : $RU = 132 \text{ mm/m.}$

$RFU = 2/3 RU$: degré de tarissement admis pour ce type de sol et culture.

$$RFU = \left(\frac{2 \times 132}{3} \right) = 88 \text{ mm}$$

En prend : $P = 40 \%$ (d'après l'annexe n° 4)

AN :

$$D_{nette} = RFU \times P = 88 \times 0.6 = 26,4 \text{ mm}$$

$$D_{nette} = 26,4 \text{ mm/mois}$$

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 et le type de système d'irrigation (irrigation localise pas beaucoup des pertes).

Donc :

$$D_{brut} = \frac{26,4}{0.81} = 32,6 \text{ mm/mois.}$$

5)- Fréquence des arrosages

La valeur de la fréquence d'arrosage sera:

$$f = \frac{D_{nette}}{B_{net}} = \frac{26,4}{8,42} = 3.13 \approx 4 \text{ jours}$$

Alors, on a 4 jours d'irrigation par mois.

6)- La durée d'arrosage

$$d = \frac{D_{brut} * E_g * S_r}{q_g} = \frac{32,6 * 1 * 4}{4} = 32,6h. = 33h$$

Avec :

Eg: L'espacement des distributeurs sur la rampe.

Sr : L'écartement entre les rampes.

qg: Débit du distributeur en l/h.

7)- Vérification de la durée d'arrosage journalière

$$dj = \frac{d}{F} = \frac{33}{4} \approx 8,25 \text{ heurs / jours .}$$

8)- Calcul du nombre de postes

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{d_j} = \frac{21}{8,25} = 3 \text{ postes}$$

Avec:

T_{\max} : temps maximum de travail, en prend : $T_{\max} = 21 \text{ h}/24\text{h}$.

d_r : Durée d'arrosage en h/jour.

9)- Surface d'un poste

- Surface de sous poste

On divise la surface de poste en sous poste

$S(t)$: surface totale en ha.

$N(p)$: nombre de poste.

$$S(p) = S(t) / N(p) = 26500 \text{ m}^2$$

10)- Surface correspondant à une rampe

- A_l = longueur moyenne de la rampe \times Espacement entre les rampes.

- Longueur moyenne de la rampe = 110m.

- Espacement entre les rampes = 4m

$$A_l = 110 \times 4 = 440 \text{ m}^2$$

$$\text{Donc : } A_l = 440 \text{ m}^2$$

Tableau 01. Données générales

Culture	Tomate
Espacement entre la culture de la tomate	1m
Espacement entre rampes	4m
Caractéristique de goutteur	4 l/h
Pression nominal	10 mce
Espacement des goutteurs	1 m

VI.2. CALCULES PARAMETRES

a)- Nombre de rampes par postes

$$N_{rampe} = \frac{S(p)}{Al} = \frac{26500}{440} = 60.02 = 61 \text{ rampes.}$$

Avec:

S(p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m².

b)- Nombre de goutteurs par rampe

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit:

$$N = \frac{L_r}{E_r} = \frac{110}{4} = 28 \text{ goutteurs}$$

Nombre des goutteurs égale : 28 x 4 = **112 goutteurs.**

Telque :

Lr : longueur de la rampe Lr =110 m

Er : espacement entre les cultures.

Tableau 02. Calculs des paramètres pour les cultures

Paramètres calculées	dj h/jour	N (p)	S(p) ha	Al m ²	N(r)	Ng
Tomate	8.25	3	2.65	440	61	112

c)- Calcul débit d'une rampe

Position de porte rampe :

L'alimentation des rampes se fait au milieu de la parcelle d'une rampe.

Longueur de la rampe = 100 m.

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 112 * 4 = 448 \text{ l/h} = 0.124 \text{ l/s}$$

N_g : Nombre de goutteur dans la rampe = 112 goutteurs

q_g : Débit d'un goutteur

d)- Débit de la porte rampe

Le débit demande pour le fonctionnement simultané des 61 rampes et de :

Débit de porte rampe : $Q_{port} = Q_r \cdot N$

$$Q_{port} = 0.124 \cdot 61 = 7.6 \text{ l/s}$$

e)- Calcul des diamètres des portes rampes

1. Le diamètre de la rampe

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$D = \left[\frac{P^r_{dc} \times 2,75}{0,478 \times Q_r^{1,75} \times L_r} \right]^{(-1/4,75)}$$

$$D = \left(\frac{1.6 \times 2.75}{0.478 \times 110 \times 448^{1.75}} \right)^{-1/4.75} \quad D = 15.98 \text{ mm}$$

CHAPITRE 5 : Calcul hydraulique

Sur le marché on trouve des rampes de 16 mm.

- Recalcule des pertes de charge de la rampe :

$$P'_{dc} = \frac{0.478 \times L \times D^{-4.75} \times Q^{1.75}}{2.75}$$

$$P'_{dc} = \frac{0.478 \times 110 \times 16^{-4.75} \times 448^{1.75}}{2.75}$$

$P'_{dc} = 1.14 \text{ m} < 1.16 \text{ m} \Rightarrow$ la condition est vérifiée

Tableau 03. Caractéristiques des rampes

Culture	L_r (m)	N_g	Q_r (l/h)	$p'_{dc_{donne}}$ (m)	D_{calcu} (mm)	D_n (mm)	$p'_{dc_{calcu}}$ (m)
Tomate	110	112	448	1.16	15.98	20	1.14

2. Le diamètre de la porte rampe

$$D = \left[\frac{P'_{dc} \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_r} \right]^{(-1/4.75)}$$

$$D = \left(\frac{1.16 \times 2.75}{0.478 \times 228 \times 27360^{1.75}} \right)^{-1/4.75} \quad D = 89 \text{ mm.}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 90mm.

Recalcule les pertes de charge de la porte rampe :

$$P_{dc} = \frac{0.478 \times 228 \times 110^{-4.75} \times 27360^{1.75}}{2.75}$$

$$P'_{dc} = 0.46 \text{ m}$$

$P'_{dc} = 0.46 \text{ m} < 0.6 \text{ m} \Rightarrow$ la condition est vérifiée

Tableau 04. Caractéristiques des portes rampes

Culture	L_{pr} (m)	N_r	Q_{pr} (l/h)	$p'dc_{donne}$ (m)	D_{calcul} (mm)	D_n (mm)	$p'dc_{calcul}$ (m)
Abricotier	228	61	27360	0.6	89	90	0.46

f)- Conduite d'approche

1- Composition de la conduite d'approche

La conduite secondaire est composée de :

- 8 vannes.
- Filtre à sable.
- Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du volume de la bêche.
- Régulateur de pression.
- Fertiliseur.

2- Les caractéristiques de la conduite

- Le débit

$$Q_{app} = Q_{pr} \times N_{pr} = 82080 \text{ l/h} = 22,8 \text{ l/s}$$

Avec :

Q_{app} : débit de la conduite d'approche.

Q_{pr} : débit de la porte rampe.

N_{pr} : nombre des portes-rampes.

- Le diamètre

$$D_{app} = \sqrt{\frac{4Q_{app}}{\pi V}}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite d'approche.

V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V = 1.5 \text{ m/s}$.

$$D_{app} = 139,15 \text{ mm.}$$

$$D_{app} n=160\text{mm.}$$

- **La perte de charge**

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

Avec :

J : la perte de charge.

D : le diamètre de la conduite d'approche.

Q : le débit d'eau dans la conduite d'approche.

L : la longueur de la conduite d'approche

Tableau 06. Les caractéristiques de la conduite d'approche

Culture	Longueur (m)	Pdh	Diameter (mm)
Tomate	632	0,88	160

VI. 3. DIMENSIONNEMENT DE L'ADDUCTION

VI.3.1. 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

$$D = \sqrt{Q} < 1\text{Km}$$

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.

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de tous le périmètre qui a une superficie de 318 ha .

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 105.48$ m

VI.3.2.Calcul de diamètre

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt{Q} \quad \text{Pour les longueurs} < 1000 \text{ m}$$

$$Q ; \text{ débit en m}^3/\text{s} \quad , \quad \phi = \sqrt{0.455} = 674 \text{ mm. Dn} = 680 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de mm.

VI.3.3. La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule suivante :

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 1500^{-4,75} \cdot 8325000^{1,75} \cdot 600 = 1.07 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20 % des pertes de charges linières.

$$J(\text{sin}) = 0.214 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **1.284**m.c.e.

VI.3.4. La Vitesse

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

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

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

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

On opte pour une seule conduite de refoulement qui assure un débit de 0.097 m³/s.
donc on a:

$$V_r = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_r^2} \quad V_r = \frac{4 \times 0.45792}{\pi \times 0.68^2} = 1.26 \text{ m/s}$$

Tel que : V_r 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. CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a choisi le type du réseau d'arrosage qui adapte avec les données du sol et des cultures et le dimensionner, ainsi que le dimensionnement du réseau d'adduction.

CHAPITRE VI :

Organisation du chantier

I. EXECUTION DES TRAVAUX

A- EXECUTION DE LA TRANCHEE

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 0.5 m dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.

B- ASSISE DE LA CONDUITE

Lorsque l'exécution des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de 10-20 cm 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.

C- POSE DE LA CANALISATION DANS LA TRANCHEE

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.

D- EPREUVE D'ESSAI DE PRESSION

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

II. EXPLOITATION DU SYSTEME 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 :

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

A- OBJECTIF DE L'EXPLOITATION

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

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

B- ESTIMATION DE L'ETAT HYDRO AGRICOLE DES TERRES IRRIGUEES

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

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

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

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

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

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 EQUIPEMENT

a)- Maintenance des premiers niveaux

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

b)-Maintenance spécialisé :

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

Les spécialités les plus courantes sont les suivantes :

- Génie civil.
- Appareillages :
 - o Mécaniques.
 - o Electriques.
 - o Electroniques.

CONCLUSION

Le matériel utilisé pour les chantiers est un matériel classique des travaux publics. L'utilisation de ce matériel a réduit considérablement le prix et le temps des travaux sur terrain ainsi de voir une bonne qualité du réseau d'irrigation après sa réalisation et au cours de ma mise en service.

CHAPITRE VII :

Calcul technico- économique

I. INTRODUCTION

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

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

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø16 PEHD	m/l	20130	29,61	596 049,3
Tube Ø110 PEHD	m/l	684	160,25	10 9611
Tube Ø160 PEHD	m/l	632	302,44	191 142,08
Tube Ø680 PEHD	m/l	105.48	5 881,51	620 381,67
Vanne Ø110	Un	8	7430	59 440
Goutteur réglable	Un	20130	6.13	123 396.9
Total 1				6 525 126,07

II. FACTURES PRO-FORMA DES CONDUITES ET DU RESERVOIR

II.1. CALCUL DU VOLUME DE TERRASSEMENT

II.1.1. La Largeur du fond de la tranchée

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

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

Avec : B : largeur de tranché (m)

D : diamètre de la conduite (m)

II.1.2. Profondeur de la tranchée

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

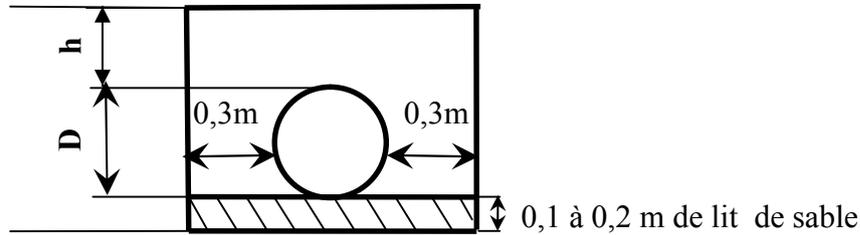


Figure 1. Schéma d'une tranchée

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

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m).

e : hauteur de lit de pose (m).

d : diamètre de la conduite (m).

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

II.2. LES CONDUITES

II.2.1 Calcul du volume de déblai

La section de tranchée est la section de rectangle.

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

Donc : $B = 2 * 0.3 + \emptyset$ (VI.2)

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

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

II.2.2. Calcul du volume de lit de sable

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

$$V = e \times B \times L$$

II.2.3. Calcul du volume de remblai

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

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

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

V_d : Volume du déblai (m^3).

V_s : Volume du sable.

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

L : Longueur de la conduite.

D : Diamètre de la conduite.

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

Tableau 02. Les volumes des travaux pour les conduites

tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m^3)	Volume de lit (m^3)	Volume de remblai (m^3)
R-NA1	680	259,2	491,03	66,35	330,6

III. DEVIS ESTIMATIF POUR LES TERRASSEMENTS :

Tableau 03. Factures pro-forma terrassement

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m ³	491,03	300	147 309
2) lit de sable	m ³	66,35	800	53 080
3) remblaiement de tranchée	m ³	330,6	200	66 120

Total de projet = 6 525 126,07 DA

CONCLUSION

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenu qui est de l'ordre de **6 525 126,07 DA**, on remarque que l'estimation du projet du réseau d'irrigation du secteur **B3** du périmètre de Benziane (w. Relizane) est acceptable.

CONCLUSION GENERALE

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

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat saharien; et l'analyse du sol nous donne un sol limono-argileu, salé avec une quantité de matière organique moyenne et perméable.

L'étude hydrologique nous permet 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 à une faible salinité, faiblement alcaline.

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

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

La meilleure technique pour l'irrigation des tomates de point de vue économique en eau est l'irrigation localisée. D'autre part, on peut dire que cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie nationale.

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

Références bibliographique

- ❖ BENLAOUKLI.B : cours organisation de chantier 5ème année ; ENSH Blida .Algérie.
- ❖ MEDJDOUB.S : cours irrigation et drainage 5ème année ; ENSH Blida
- ❖ TOUAIBIA.B, 2004 : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie.
- ❖ Messahel, M, Chabaca, M.N, 2003. Cours d'irrigation 5ème année (e.n.s.h), Blida
- ❖ Ollier, Ch, Poirée, M, 1983. Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. [5]
- ❖ Tiercelin, J.R, 1998. Traité d'irrigation, France. [4]
- ❖ Gaucher et Burdin,1974.
- ❖ Douaoui et al,2006.
- ❖ Qadir et Oster,2004.
- ❖ Les experts de la **FAO** tenue à Rome en mai 1990.
- ❖ Bilan d'exploitation de l'unité **ONID**bas cheliff.

ANNEXE

ANNEXE 1

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

ANNEXE 2

Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Bananiér tropical	0,4-0,5	0,7-0,85	1,0-1,1	0,9-1,0	0,75-0,85	0,7-0,8
Bananiér subtropical	0,5-0,65	0,8-0,9	1,0-1,2	1,0-1,15	1,0-1,15	0,85-0,95
Haricot vert	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricot sec	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,75	0,25-0,3	0,7-0,8
Chou	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,9-1,0	0,8-0,95	0,7-0,8
Coton	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,9	0,65-0,7	0,8-0,9
Raisin	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Arachide	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,1	0,75-0,85	0,55-0,6	0,75-0,8
Maïs doux	0,3-0,5	0,7-0,9	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Maïs grain	0,3-0,5*	0,7-0,85*	1,05-1,2*	0,8-0,95	0,55-0,6*	0,75-0,9*
Oignon sec	0,4-0,6	0,7-0,8	0,95-1,1	0,85-0,9	0,75-0,85	0,8-0,9
Oignon vert	0,4-0,6	0,6-0,75	0,95-1,05	0,95-1,05	0,95-1,05	0,65-0,8
Pois, frais	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Poivron, frais	0,3-0,4	0,6-0,75	0,95-1,1	0,85-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8
Pomme de terre	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,2	0,85-0,95	0,7-0,75	0,75-0,9
Riz	1,1-1,15	1,1-1,5	1,1-1,3	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Carthame	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,65-0,7	0,2-0,25	0,65-0,7
Sorgho	0,3-0,4	0,7-0,75	1,0-1,15	0,75-0,8	0,5-0,55	0,75-0,85
Soja	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,15	0,7-0,8	0,4-0,5	0,75-0,9
Betterave sucrière	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Canne à sucre	0,4-0,5	0,7-1,0	1,0-1,3	0,75-0,8	0,5-0,6	0,85-1,05
Tournesol	0,3-0,4	0,7-0,8	1,05-1,2	0,7-0,8	0,35-0,45	0,75-0,85
Tabac	0,3-0,4	0,7-0,8	1,0-1,2	0,9-1,0	0,75-0,85	0,85-0,95
Tomate	0,4-0,5	0,7-0,8	1,05-1,25	0,8-0,95	0,6-0,65	0,75-0,9
Pastèque	0,4-0,5	0,7-0,8	0,95-1,05	0,8-0,9	0,65-0,75	0,75-0,85
Blé	0,3-0,4	0,7-0,8	0,95-1,2	0,65-0,75	0,2-0,25	0,8-0,9
Luzerne	0,3-0,4				1,05-1,2	0,85-1,05
Agrumes sarclés sans sarclage						0,65-0,75 0,85-0,9
Olivier						0,4-0,6

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

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

ANNEXE 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 4

Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifiée (P)

GUIDE D'ESTIMATION DE P															
(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)															
Ecartement entre rampes S _i en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE 5

Gamme de prix

UNITE TUBE

GAMME DE PRIX
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

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

TUBES PEHD : PN 06

Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
	Ø20	-			PE80
13003	Ø25	-	36,28	42,45	PE80
13006	Ø32	-	48,38	56,57	PE80
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58	PE80
13012	Ø50	2.4	98,25	114,95	PE80
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49	PE80
13018	Ø75	3.6	225,21	263,40	PE80
13022	Ø90	4.3	296,03	346,35	PE100
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70	PE100
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
13030	Ø160	5.8	770,85	891,89	PE100
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
13050	Ø250	9.1	1 850,00	2 201,5	PE100
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 593,6	PE100
13037	Ø400	14.5	5 134,24	5 997,08	PE100
13051	Ø500	19.1	8 938,13	10 477,61	PE100
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 839,53	PE100

TUBES PEHD : PN 10

Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,81	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,89	245,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,58	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,67	4 789,47	PE100
P3513038	Ø400	23.7	6 886,74	7 937,83	PE100
P3513043	Ø500	29.7	10 152,51	11 876,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	16 738,78	19 414,38	PE100

TUBES PEHD : PN 16

Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
03	Ø20	2.3	32,18	37,66	PE80
01	Ø25	2.8	50,89	59,48	PE80
06	Ø32	3.6	78,51	91,88	PE80
11	Ø40	4.5	120,85	141,51	PE80
14	Ø50	5.6	188,28	220,29	PE80
17	Ø63	7.1	297,95	348,80	PE80
19	Ø75	8.4	407,8	477,13	PE80
14	Ø90	8.2	510,71	597,53	PE100
7	Ø110	10.0	767,19	885,91	PE100
9	Ø125	11.4	967,80	1 132,44	PE100
2	Ø160	14.6	1 850,00	1 828,20	PE100
4	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24	PE100
5	Ø250	22.7	3 818,00	4 463,66	PE100
3	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50	PE100
1	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40	PE100
1	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87	PE100
1	Ø630	57.2	23 123,50	27 064,50	PE100

TUBES PEHD : PN 20

Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47	PE100
P3513102	Ø25	3.0	53,29	62,35	PE100
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20	PE100
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94	PE100
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82	PE100
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31	PE100
P3513107	Ø75	8.4	447,95	523,40	PE100
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70	PE100
P3513109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17	PE100
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22	PE100
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68	PE100
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39	PE100
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 679,21	PE100
P3513114	Ø315	35.2	7 588,86	8 875,48	PE100
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74	PE100
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66	PE100
	Ø630	-	-	-	PE100

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Rouleaux) de 100 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 66 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques