

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception des Systèmes d'Irrigation et Drainage

THEME :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'AMENAGEMENT
HYDROAGRICOLE DE LA ZONE STEPPIQUE DE
BENAHAR WILAYA DE DJELFA**

Présenté par :

M^{elle} LABOUKH EMBARKA

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M^r T. KHETTAL	M C.A	Président
M^{me} O.AZIEZ	M A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M A.A	Examinatrice
M^r D.KOLIAI	Ingénieur en Chef	Examineur
M^{me} S.LEULMI	M A.A	Examinatrice
M^{me} L.BAHBOUH	M A.A	Promotrice

Septembre 2013

DÉDICACES

À travers ce modeste travail, je rends un grand hommage, en signe de respect et de reconnaissance à :

- ❖ Mes très chers parents, qui ont cru en moi et pour tous les sacrifices et le soutien moral qu'ils m'ont apporté durant mes études, que Dieu les protèges.
- ❖ Ma très chers grand mère *KHADIDJA*
- ❖ Mon très cher grand père *BELKASEM*
- ❖ Mes très chers frères *HABIB ISMAIL, FATHI ABED ELAZIZ.*
- ❖ Mes très chères sœurs *SOUSOU, AFAF, KHEIRA, KHADIDJA*
Qu'ont toujours été là quand j'avais besoin.
- ❖ Mon très cher fiancé *MAHMOUD* pour tout son aide et son soutien
- ❖ Mon très cher neveu *MED RIDA.*
- ❖ A toute la famille *LABOUKH, OUMRAN, NOUARI, AZZEDINE, KAAB.*
- ❖ Mes meilleurs amis : *DAOUIA, SIHEM, ESMAA, SABRINA, HASSIBA, ZOHRA, HADJER, KHAOULA, GHANIA, Dr .CHAHRAZAD*
- ❖ Sans oublier tous mes amis : *HAMZA, NADJI, KHEIRO, MOUHAMED, SAMIR, DJALAL, TARIK, ZAKI, RAWA, YASSEMIN, NAWAL, EMELKHIR, NOURA, AMINA, FATMA ...* et la liste est longue.
- ❖ À tous mes camarades de classe, promotion 2012/2013.
- ❖ A toute ma famille et mes amis qui ont contribué de près ou de loin à ma réussite.

EMBARKA.L.A

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

J'aimerais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu m'apporter ma promotrice Mme:L.S.BAHBOUH J'exprime mes vifs remerciements aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail.

Je tiens à remercier vivement :

- ✓ Mme W.AZIEZ enseignante à l'E.N.S.H, pour son aide et son Orientation;
- ✓ Mme W. S.LEULMI enseignante à l'E.N.S.H, pour son aide et son orientation;
- ✓ Mr KOLIAID, enseignant à l'E.N.S.H, pour son aide et ses précieux conseils ;
- ✓ Mr MESELMi HAMZA, Ingénieur d'état en Hydraulique pour sa générosité et son aide ;
- ✓ Les membres de la bibliothèque de l'E.N.S.H, pour leurs précieuses aides ;

Mes remerciements vont à tous les enseignants de l'École Nationale Supérieure de l'Hydraulique et particulièrement à ceux et celles qui ont contribué à ma formation.

EMBARKA.L.A

التغيرات المناخية الملاحظة على الصعيد الوطني تجعل من توفر المصادر المائية جد عشوائية و غير كافية، ومن اجل اقتصاد الحجم المائي المستعمل في السقي، نقترح استعمال نظام السقي الامثل كالسقي بالتقطير. وفي هذا النطاق، قمنا بانجاز هذه المذكرة و عملنا هو عبارة عن تحديد أبعاد شبكة السقي بالتقطير في المنطقة شبه الجافة ببنهار ولاية الجلفة، في زراعة الزيتون و المشمش المدخلة حديثا على هذا القطاع.

RESUME

Les changements climatiques observés à l'échelle mondiale font que la disponibilité de la ressource en eau est très aléatoire et insuffisante.

Ainsi, afin d'économiser les volumes d'eau utilisés en irrigation, nous préconisons l'utilisation d'un system d'irrigation performant comme l'irrigation localisée.

Notre travail consiste à dimensionner un réseau d'irrigation localisée dans la zone semi aride de Benahar w. Djelfa sur les cultures d'oliviers et abricotiers introduits récemment dans ce secteur.

ABSTRACT

The observed climate change on a global scale reveals that the resource availability in water is very uncertain and insufficient. Thereby to save the amount of water used for irrigation, it is recommended to use appropriate irrigation system as localized irrigation. In this context, our work tries to design an irrigation network located in the semi-arid zone Benahar w. Djelfa on olive and apricot crops recently introduced in this sector.

SOMMAIRE

Introduction générale

CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles et agricoles

I.1. Situation géographique	1
I.2 Géologie	3
I.3Pédologie.....	3
I.3.1La pédologie du sol.....	3
I.4 Caractéristiques physiques du sol.....	4
I.4.1Latexture	4
I.4.2 La structure.....	4
I.5 La perméabilité	5
I.6 Ressource En Eau	6
I.7 Etude climatologique.....	7
I.7.1.pluviométrie	7
I.7.2.Températures	8
I.7.3.Evaporation	7
I-7.4 La vitesse de vents	9
I.7.5. L'Humidité relative	10
I.7.6. L'insolation	10
I.8. Indices climatiques	10
I.8.1. Indice d'aridité de Martonne	10
I.8.2 .Quotient pluviométrique d'Emberger	11
I.8.3. Climogramme de Gaussen	14
I.9.Conclusion.....	15

CHAPITRE II : hydrologie de la source d'eau

II.1 INTRODUCTION.....	15
II. 2 Etude des précipitations de l'année sèche.....	15
II.3. Analyse des données pluviométriques.....	15
II.3.1. L'homogénéité de la série pluviométrique	17
II.3.2. Etude de l'échantillon	18
II.4. Choix du type de loi	18
II.5. Ajustement de la série pluviométrique	18
II.5.1. Ajustement a la loi normale (gauss)	18
II .5.2. Ajustement à la loi log Normale	21
II .6. Détermination de l'année de calcul.....	23
II.7. CONCLUSION	24

CHAPITRE III : Régime d'irrigation

III-1. INTRODUCTION	25
III- 2 Besoins en eau des cultures.....	25
III.2.1 Evapotranspiration réelle ETR.....	26
III.2.2 Evapotranspiration maximale ETM.	26
III.2.3 Evapotranspiration de référence.....	26
III.3 Pluies efficaces.....	27
III.4 Calcul de l'ET0.....	27
III.4.1 Définition du logiciel utilisé (CROPWAT).....	27
III.4.2 La réserve facilement utilisable RFU.	28
III.5. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif.....	29
III.5 .1 Calcul de débit spécifique Qsp.	29
III.5.2 Débits caractéristiques	30

III.6 Conclusion.....	31
-----------------------	----

Chapitre IV : Choix Du Système D'irrigation

IV.1 Introduction	32
IV.2 Technique d'arrosage.....	32
IV.3 Choix de la technique d'irrigation convenable	32
IV.4 Mode d'arrosage.....	33
IV.4.1.Historique.....	33
IV.4.2.Définition	33
IV.4.2.1. Les distributeurs	34
IV.4.2.2 Les rampes	36
IV.4.2.3 Filtration	36
IV.4.3 Avantages	39
IV.4.4 Inconvénients.....	39
IV.6 Conclusion	40

Chapitre V : Calcul Hydraulique

V.1. Introduction	41
V.2 Données générales.....	41
V.3 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée de Périmètre 1.....	42
V.3.1 Influence du taux de couverture du sol	42
V.3.2 Besoins d'irrigation brute Bbrut	43
V.3.3 Pourcentage de sol humidifié.....	43
V.3.4 Dosse d'arrosage nette.....	43
V.3.5 Fréquence d'arrosage	44
V.3.6 Durée d'arrosage	44

V.3.7. Nombre de postes.....	44
V.3.8. Nombre de rampes par poste	44
V.4. Le débit d'installation	45
V.5. Calcul hydraulique du réseau	45
V.5.1 Conditions hydrauliques	45
V.5.2. Calcul de la rampe	46
V.5.2.1 Débit de la rampe.....	46
V.5.2.2 Le diamètre	46
V.5.2.3 La perte de charge	47
V.5.3. Calcul du porte-rampe	47
V.5.3.2 Le diamètre	47
V.5.3.1 Débit du porte-rampe.....	47
V.5.3.3 La perte de charge	47
V.5.4 La conduite principale	48
V.5.4.1 Le débit.....	48
V.5.4.2 La longueur	48
V.5.4.3 Le diamètre	48
V.5.4.4 La perte de charge.....	48
V.5.4.5 La Vitesse	49
V.5.5 La conduite d'amenée d'eau.....	49
V.5.6 La pression en tête de l'installation	49
V.6 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée de Périmètre 2.....	51
V.6.1 Besoins d'irrigation brute Bbrut	51
V.6.2 Pourcentage de sol humidifié.....	51
V.6.3 Dosse d'arrosage nette	51
V.6.4. Fréquence d'arrosage	52
V.6.5. Durée d'arrosage.....	52
V.6. 6 Nombre de postes	53

V.6.7. Nombre de rampes par poste.....	53
V.7. Le débit d'installation.....	53
V.8. Calcul hydraulique du réseau	54
V.8.1. Conditions hydrauliques	54
V.8.2. Calcul de la rampe	54
V.8.2.1 Débit de la rampe.....	54
V.8.2.2 Le diamètre	54
V.8.2.3 La perte de charge	54
V.9.3. Calcul du porte-rampe	54
V.9.3.1 Débit du porte-rampe.....	54
V.9.3.2 Le diamètre	54
V.9.3.3 La perte de charge	55
V.9.4 La conduite principale	55
V.9.4.1 Le débit	55
V.9.4.2 La longueur	55
V.9.4.3 Le diamètre	55
V.9.4.4 La perte de charge	56
V.9.4.5 La Vitesse	56
V.9.5. La conduite d'amenée d'eau.....	56
V.9.6 La pression en tête de l'installation	56
V.10. Choix de la pompe.....	58
V.10.1. Débit de la pompe	58
V.10.2. Hauteur d'élévation	58
V.11. Capacité du bassin d'irrigation.....	58
V.12. Conclusion.....	59

Conclusion générale

Liste des tableaux

Tableau I-1: Pédologie du sol	4
Tableau I-2 : résultat analytique	6
Tableau I-3 : Les coordonnées des forages	6
Tableau I-4 : Moyennes mensuelles des précipitations en mm (Période 1982 – 2012)	8
Tableau I-5 : 5 Moyennes mensuelles des températures en (C°): Période (1982-2012).....	8
Tableau I-6 : Moyennes mensuelles de l'évaporation (Période : 1982– 2012)	9
Tableau I-7 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (Période : 1982 – 2012)	9
Tableau I-8 : Humidité relative pour chaque mois.....	10
Tableau I-9 : L'insolation	10
Tableau I-10: Les limites de climat d'après l'indice de Martonne	11
Tableau II-1 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.....	16
Tableau II-2 : Ajustement à la loi normal.....	20
Tableau II-3 : Ajustement à la loi log normal.....	22
Tableau II-4: Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul.....	24
Tableau III-1 : caractéristiques des parcelles et débits de forages d'alimentation	25
Tableau III-2 : pluie efficace	27
Tableau III-3 : résultats de calcul de l'ET0 par le logiciel CROPWAT.....	28
Tableau III-4 : Besoin en eau d'irrigation pour l'olivier.....	29
Tableau III-5 : Besoin en eau d'irrigation pour l'abricotier.....	29
Tableau V- 1 : Caractéristiques générales du réseau localisé	45
Tableau V-2 : Résultats du calcul théorique du réseau localisé:	48
Tableau V-3 : Résultats du calcul de la conduite d'amenée d'eau.....	49
Tableau V-4: Caractéristiques générales du réseau localisé	53
Tableau V-5 : Résultats de calcul théorique du réseau localisé.....	55
Tableau V-6 : Résultats du calcul de la conduite d'amenée d'eau	56

Liste des figures

Figure I-1 : Situation géographique générale du périmètre benhar.....	2
Figure I-2 : Localisation du périmètre benhar.....	3
Figure I-3 : Le cycle de l'eau	7
Figure I-4 : le diagramme bioclimatique d'Emberger	13
Figure I-5 : le diagramme ombrothèrmique de la région de benhar.....	14
Figure II-1 : Ajustement à une loi normale.....	21
Figure II-2 : Ajustement à une loi Log- normale.....	23
Figure VI.1 : Goutteur incorporé dans une gaine souple.....	34
Figure VI.2 : Goutteur.....	35
Figure VI.3 : Dilueur d'engrais.....	36
Figure VI.4 : Filtre à gravier.....	37
Figure VI.5 : Filtre à tamis.....	37
Figure VI.6 : Filtre hydro- cyclone.....	38
Figure VI.7 : Installation hydraulique.....	38

Liste des planches

Planche n° 1 : plan topographique de périmètre de benahar w. djelfa

Planche n° 2 : profil en long de la conduite de refoulement de périmètre N01 benhar w.djelfa

Planche n° 3: profil en long de la conduite de refoulement de périmètre N02 benhar w.djelfa

Planche n° 4 : projection du réseau d'irrigation localisée du périmètre 01 de benahar w. djelfa

Planche n° 5 : projection du réseau d'irrigation localisée du périmètre 02 de benahar w. djelfa

Introduction

La question de l'eau en Méditerranée devient de plus en plus importante étant donné l'accroissement des besoins qui ont entraîné en cette fin de siècle une pression accrue sur les ressources en eau et ont modifié irrémédiablement l'utilisation qui est faite de la ressource. L'eau est ainsi devenue pour la plupart des pays méditerranéens, dont l'ALGERIE un facteur limitant de leur développement et, par conséquent, un enjeu majeur au plan économique, social et politique.

La rareté de l'eau conjuguée à un taux moyen des surfaces irriguées par rapport à la SAU totale) rend impérative la mobilisation et surtout la gestion efficace et l'allocation optimale de cette ressource économique.

Face aux limites de ses ressources hydriques, il convient de choisir des systèmes d'irrigation performant qui permettront l'accroissement des surfaces irriguées ainsi que le développement de nouvelles cultures.

Sur la base de ces recommandations nous avons donc projeté sur le périmètre de BENHAR situé dans la wilaya de DJELFA des réseaux de micro irrigation sur deux parcelles d'arboriculture l'une plantée en oliviers l'autre en abricotiers.ces variétés d'arbres étant adaptées au climat de la zone d'étude.

La projection et le dimensionnement des réseaux suivent les étapes suivantes à savoir premier lieu une étude des caractéristiques physiques de la zone et du périmètre, une évaluation des besoins en eau des cultures puis un calcul hydraulique déterminant les dimensions des différentes conduites, des débits et pressions nécessaires en tête du réseau.

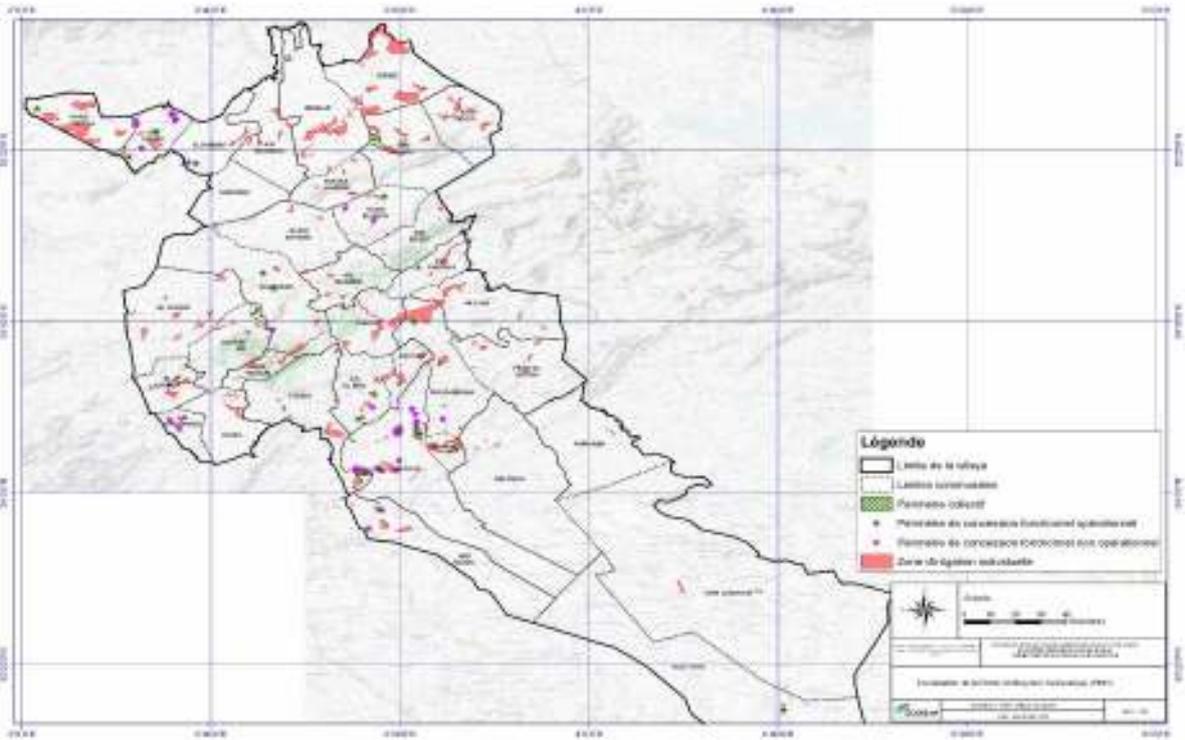
I.1. Situation géographique

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Djelfa, la commune de Benhar est située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides à topologie agropastorale. La commune est située à l'extrême nord-est de la wilaya de Djelfa, et à environ 64 kilomètres de la ville de Djelfa, la commune s'étend sur une superficie de 108.000 hectares.

Les limites administratives de benhar sont les suivantes :

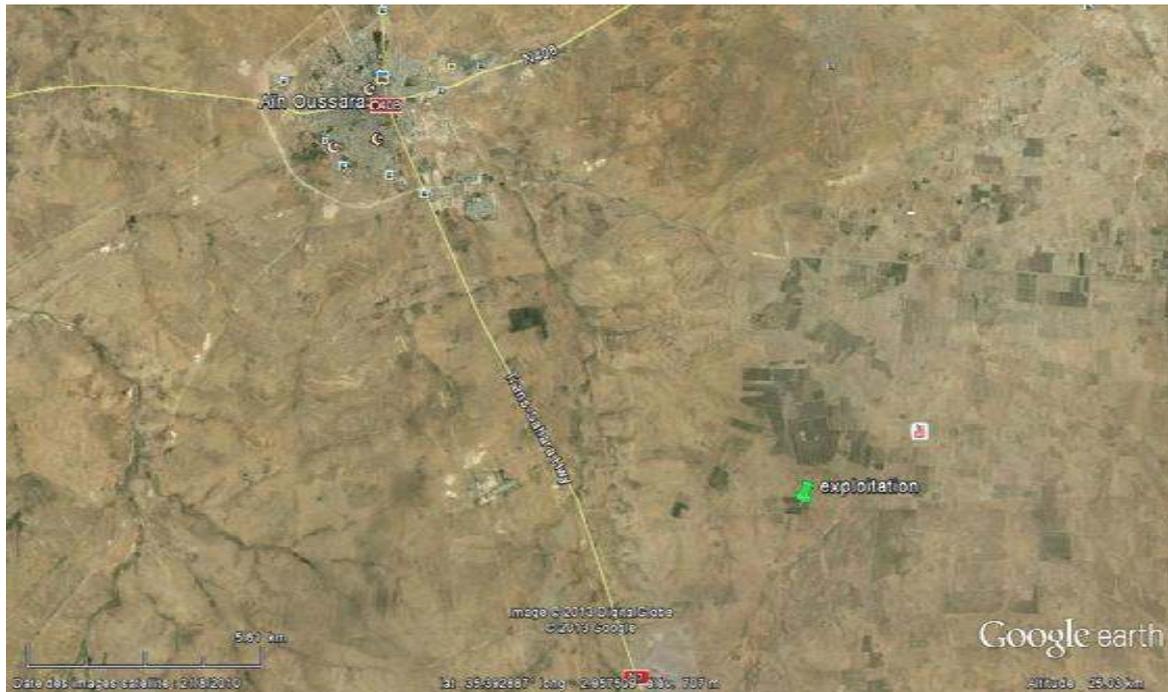
- Au Nord : commune de meftah(w.media)
- Au Nord Est :commune de wlad maaref(w.media)
- A Est :commune de birine(w.djelfa)
- A l'Ouest : commune de aine ouassara(w.djelfa)
- Au Sud : commune de boura lahdab(w.djelfa)
- Au Sud Est :commun de had sahary(w.djelfa)

(Voir les cartes ci-après)



Source : D.S.A

Figure I.1: Situation géographique du périmètre benhar.



Googl earth

Figure I.2: Localisation du périmètre benhar.

I.2 Géologie

La région étudiée fait partie des monts des Ouleds Naïl, qui forment la partie centrale de l'atlas saharien qui est d'orientation grossière Sud- Ouest et Nord- Est. Nous rencontrons ces monts justes après la traversée des chotts des Zahrez. Les formations rencontrées sont d'âge fin jurassique, crétacé, tertiaire et quaternaire. Ils sont limités au Nord par les hauts plateaux et au Sud par la plate forme saharienne.

I.3 Pédologie

En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir .Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement sont essentiel pour un périmètre d'irrigation

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

I.3.1 La pédologie du sol

La typologie des sols de notre parcelle d'après l'A.N.R.H est représentée dans le tableau suivant:

Tableau I.1: Pédologie du sol

Classe	Sous classe	Groupe	Sous groupe	Famille	Séries
Sesquioxydes de fer	Sols rouges formes sous climat de type méditerranéen	Sols rouges peu lessives	vertique	Alluvions anciennes ou alluvions colluvions	sur encroûtement calcaire
Calcimagnésiques	Sols carbonatés	Brun calcaire	modal	Alluvions colluvions	sur sol noircis enterré
Sols peu évolués	Non climatique	D'apport alluvial	modal	Alluvions calcaires	profond

Source l'A.N.R.H DJELFa

I.4 Caractéristiques physiques du sol

Le sol est caractérisé par un certain nombre de paramètres physiques mesurables. Les valeurs de ces paramètres sont généralement en fonction à la fois de la structure et de la texture du sol, sans toute fois leurs être rigoureusement liés.

I.4.1 La texture

La texture d'un sol caractérise la dimension et la distribution des différents éléments qui le constituent, elle est déterminée par l'analyse d'échantillon du sol sur la terre fine obtenue après élimination par tamisage des graviers ou cailloux de taille supérieure à 2 mm.

L'analyse granulométrique est faite au laboratoire, en utilisant la pipette de Robinson basée sur la loi de Stokes.

I.4.2 La structure

La structure d'un sol est définie par le taux de ses constituants les uns par rapport aux autres.

Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines.

I.5 La perméabilité

La perméabilité du sol est définie par sa vitesse d'infiltration qui est la vitesse apparente de l'eau s'écoulant à travers un sol saturé, sous une pente motrice égale à l'unité c'est le Coefficient K de la loi de Darcy. Selon les différentes valeurs de K, on peut classer les sols comme suit :

Sols imperméables $K < 10^{-6}$ m/s

Sols peu perméables $10^{-6} < K < 5.10^{-6}$ m/s.

Sols perméables $5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$. m/s

Sols très perméables $K > 5.10^{-5}$ m/s

La perméabilité est déterminée au laboratoire d'après la quantité d'eau s'écoulant par unité de temps, en travaillant sous charge constante.

Description du profil:

0-2 cm: sable grossier avec très fins graviers de quarts blanc et rose

2-35 cm : sec, humide brun , effervescence généralisée , graviers peu abondants

Texture équilibrée, **structure** fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne. a racines fines

35-70cm : sec, humide rouge, effervescence localisée, graviers peu abondants,

Texture sableuse, structure particulière, racines fines et moyennes.

➤ **70 cm:** horizon de **texture** limono sableuse , présence de pseudomycelium calcaire dans les pores

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

Tableau I.2 : résultat analytique

P (cm)	GRANULOMETRIE					MAT, ORG	CaCo3	PH	CE (mmhos/cm)	H % PF 4,2
	A%	L%	LG%	SF%	SG%					
2 - 35	17	13	18	23	27	0,77	9	7,6	1,8	3,6
35 - 70	7	6	6	38	43	0,5	5	7,8	1,8	1,4

a) La texture

Grossière à moyenne avec une hétérogénéité plus moins grande dans le profil.

b) La structure

Généralement lamellaire sur les premiers centimètres peut être parfois polyédrique

Subanguleuse moyenne à fine très nette (faciès de sol bruns)

I.6 Ressource En Eau

Le principe ressource en eau destinée à l'irrigation du périmètre de benahar provient exclusivement des eaux souterraines comme représenté sur tableau suivant :

Tableau I.3 Les coordonnées des forages

forages	X	Y	Z	NS (m)	ND (m)	Q (l/s)
forage1	563,882	408,687	859	68	74	20
forage2	563,145	407,974	849	54	60	20

Source : ANRH de DJELFA

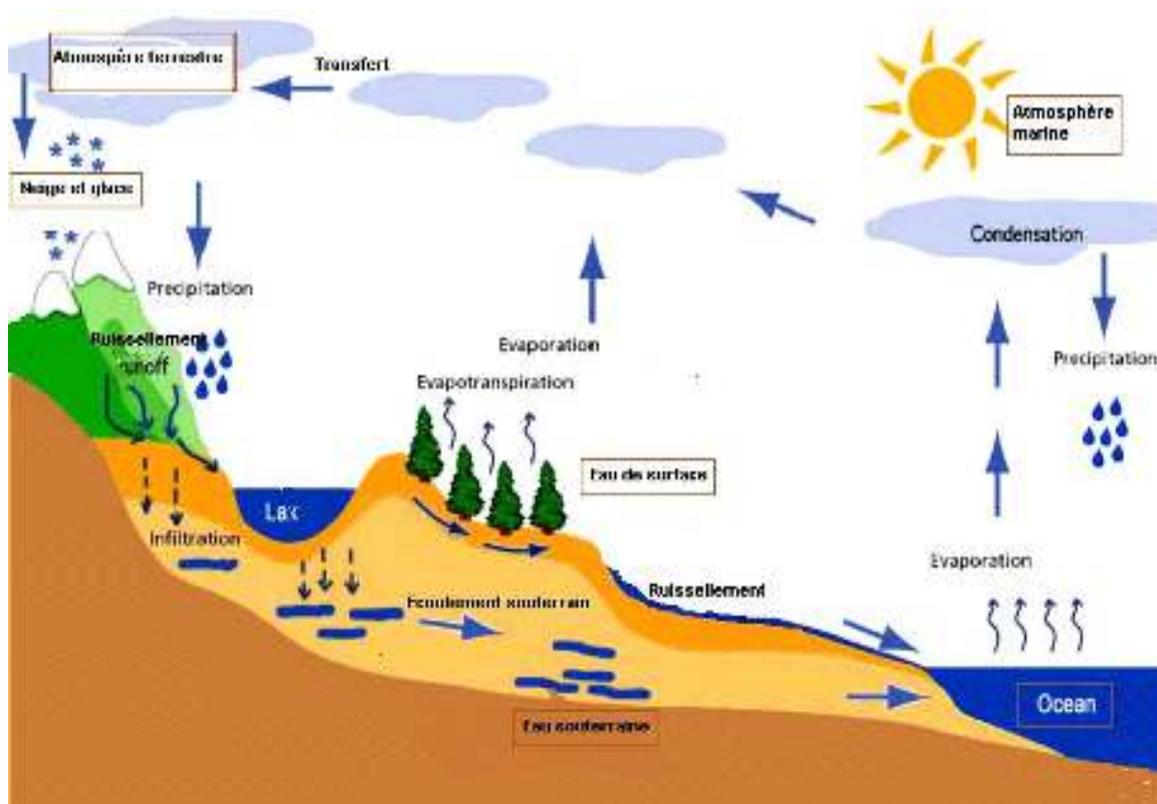
CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

I.7 Etude climatologique

Un climat est défini comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, humidité, vent, précipitations ...etc.) qui caractérise l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné.

Les précipitations et les températures ainsi que d'autres éléments climatiques tels que le vent, l'évaporation ont des actions diverses sur la biosphère.

Les mesures de ces paramètres atmosphériques s'effectuent au niveau du périmètre sur diverses stations.



I.7.1. pluviométrie

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une surface bien déterminée. Elles peuvent se présenter sous forme liquide (pluie, brouillard, rosée...) ou sous forme solide (neige, grêle, givre...). Les précipitations sont réparties dans le temps et dans l'espace

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 31 ans (1982 – 2012) mesurée au niveau de la station d'AIN OUESSARA.

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

Tableau I.4: Moyennes mensuelles des précipitations en mm (Période 1982 – 2012)

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy-An (mm/an)
P (mm)	24, 06	33,40	24,7 1	18, 99	19, 26	15, 31	20, 65	20,2 1	21, 14	10, 37	6,2 7	8,8 7	223,24

Source : station de ain oussera-1982-2012

La commune est située dans l'étage bioclimatique semi aride. La moyenne pluviométrique annuelle est de **223.24mm**. Les pluies se concentrent surtout en hiver et marquent une régression en été (juillet).

Au delà des moyennes enregistrées, leur distribution annuelle à travers les saisons est assez irrégulière, entraînant ainsi un impact défavorable sur le développement et la croissance des cultures.

I.7.2.Températures

La température est un facteur limitant, donc la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leurs incidences sur le choix de culture

Le tableau ci-dessous représente les températures mensuelles de la région d'étude.

Tableau I.5 Moyennes mensuelles des températures en (C°): Période (1982-2012)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne Annuelle
M	9,8 4	11,7 2	15,0 7	17,8 6	23,4	29,8 8	33,6 9	33,1 3	27,3 3	21,1 4	14,4 9	10,4 7	23.67
m	0,2	1,52	3,25	5,95	10,1 4	15,1 9	18,2 2	17,9 5	14,0 3	9,31	5,88	1,46	8.59
(M+m)/2	5.0 2	6.62	9.16	11.9 1	16.7 7	22.5 4	25.9 6	25.5 4	20.6 8	15.2 3	10.1 9	5.97	14.63

Source : ONM -1982-2012

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

La température minimale est enregistrée durant le mois de janvier avec 0.2 °C. La température maximale pointe au mois de juillet avec une moyenne de 33.69°C.

La moyenne annuelle est de 14.63 °C.

I.7.3.Evaporation

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau, elle dépend généralement de la température ambiante et des mouvements de l'air.

Tableau I.6: Moyennes mensuelles de l'évaporation (Période : 1982– 2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evap (mm)	5 1	68, 8	10 4	144,1 6	185,7 5	245,0 8	295,7 5	278,8 3	171,8 3	12 1	7 0	47, 5

Source : ONM

Elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 295,75mm et un minimum au mois de Décembre avec une valeur de 47,5 mm. La moyenne annuelle de l'évaporation est de 148.64 mm.

I-7.4. La vitesse de vents

le vent est un facteur important du climat, la connaissance de sa direction, son intensité et sa fréquence sont nécessaire pour la mise en valeur agricole d'une région notamment l'orientation des brises vents.

Tableau I.7 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (Période : 1982 – 2012)

Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne Annuelle
Vents (m/s)	3.1	3.3	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	4.2	3.9	3.3	3.2	2.8	3.53

Source : ONM

Les vents dominants sont de secteur Nord, ils sont importants. Leur vitesse moyenne est de 3.53 m/s. Les gelées sont fréquentes au niveau de la commune.

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

I.7.5. L'Humidité relative

Ce paramètre climatique est de première grandeur vu que la température et l'humidité relative déterminent les conditions générales de développement de végétation

Tableau I.8: Humidité relative pour chaque mois.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H (%)	77.2	67.5	63.3	58.5	53.4	39.8	33.2	37.2	51.9	61.9	72.4	79.6

Source : ONM

Les résultats obtenus montrent qu'un minimum est atteint au mois de juillet avec une valeur de 33,2%, il est à noter que l'humidité relative ne dépasse pas 40% durant la période estivale (juin-août), tandis que la période hivernale présente une humidité relative élevée avec un maximum de 79,6% au mois de Décembre.

I.7.6. L'insolation

Tableau I.9 : Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation (h/j)	8.3	8.0	8.4	9.2	9.3	10.6	11.5	10.6	9.2	8.8	7.7	7.7

Source : ONM

I.8 Indices climatiques

I.8.1. Indice d'aridité de Martonne

C'est le degré de sécheresse du climat de la région. Il est calculé par la formule suivante :

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

Avec : I_A : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Donc :

$$I_A = \frac{223 \cdot 24}{16,13 + 10} = 8.54 \qquad I_A = 8.54.$$

Tableau I.10 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

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

$I_A = 8.54$ donc $5 < I_A \leq 10$ ce qui correspond d'après les valeurs du tableau au climat « très sec » d'où l'irrigation est indispensable.

I.8.2 Quotient pluviométrique d'Emberger

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

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

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en Kelvin.

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en Kelvin.

$$M = 273 + 33.96 = 306.96\text{K}$$

$$m = 273 + 0.2 = 273.2\text{ K}$$

$$\text{D'où : } Q = 2000 \frac{223.24}{(306.96)^2 - (273.2)^2} = 22.79$$

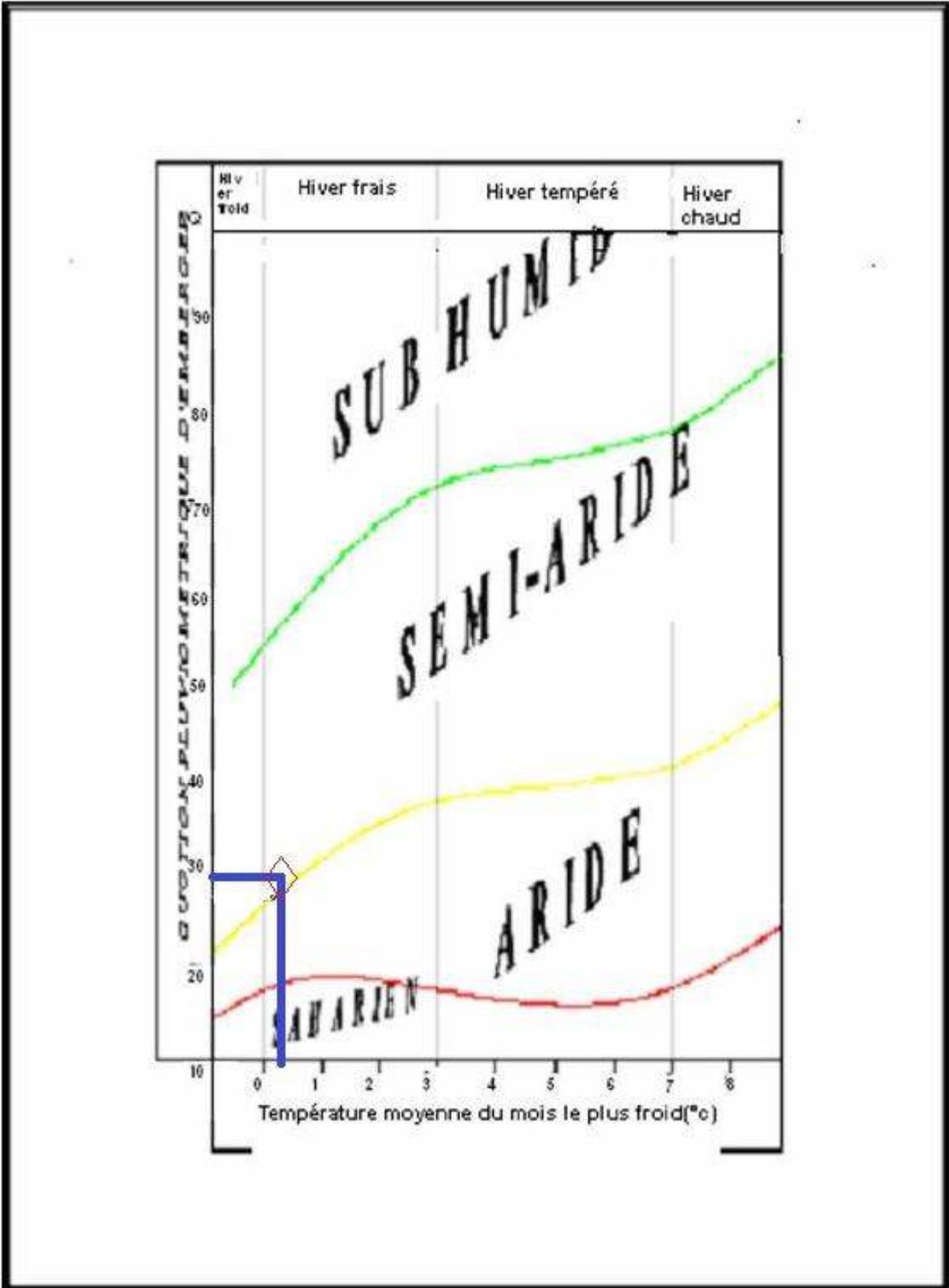


Figure. I.4: le diagramme bioclimatique d’Emberger

CHAPITRE I: Analyse des conditions naturelles et agricoles

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, les valeurs obtenues de Q correspondent à un climat semi aride.

I.8.3 Climogramme de Gausse .

Le climogramme de Gausse est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période où l'irrigation est indispensable (période sèche).

Dans notre cas, la période sèche commence du mois de mai jusqu'au mois d'aout (figure. I.5).

La figure. I.5 ci-dessous représente le diagramme ombrothermique de la région de benhar

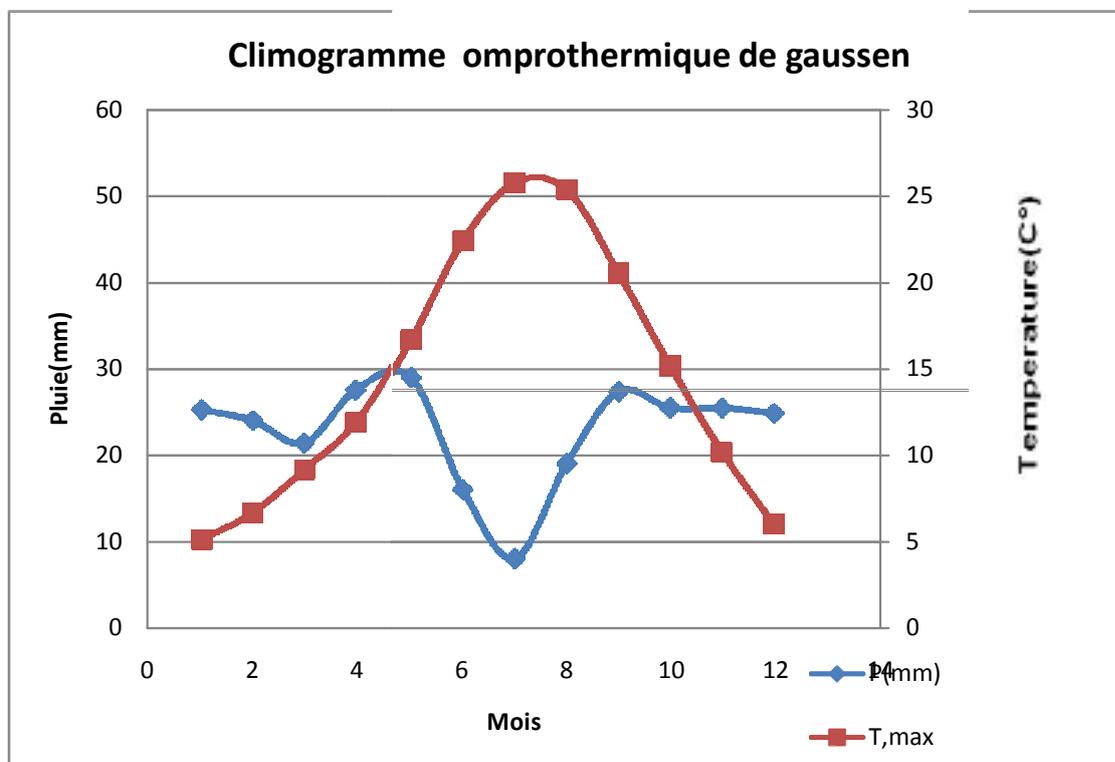


Figure. I.5 : le diagramme ombrothermique de la région de benhar

Conclusion

L'étude de la combinaison précipitation- température dans notre région, et leur classification permet de conclure :

La pluviométrie moyenne annuelle est de 223.24 mm/an, et la période pluvieuse débute normalement à partir du mois Mai de pour se terminer au mois d' Novembre. Par contre les mois les plus secs sont Juillet et Août.

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

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

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

II.1. Introduction

L'hydrologie est la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature, pour cela ce chapitre a pour but la détermination des caractéristiques pluviales d'une fréquence donnée qui nous aident à calculer les besoins des cultures implantées dans le périmètre, et à dimensionner le réseau de distribution.

II.2. Etude des précipitations de l'année sèche :

L'analyse des pluies est basée sur les relevés pluviométriques effectués dans un certain nombre de stations sur une surface topographique considérée. Elle est basée sur l'hypothèse que la pluie tombée à une station est représentative de celle tombée tout autour de cette station sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre.

L'année sèche est représentée par une probabilité de retour de 10ans c'est-à-dire une fréquence de 10%

II.3. Analyse des données pluviométriques

Avant toute étude, il convient de choisir les stations de mesure des données climatiques représentatives de la zone d'étude. Ces stations doivent avoir une longue série de données fiables, être homogènes et dépourvues de grandes lacunes dans les séries.

À cet effet nous avons opté pour nos calculs pour la série pluviométrique de la station d'Ain Oussera située dans la wilaya de Djelfa, sur une période de fonctionnement allant de 1982 à 2012 soit série d'observation de 31 années (Tableau II.1)

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

Tableau II.1 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles.

Année	Précipitation (mm)												Total
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	
1982	6,4	36,3	51	2,5	18,1	16,6	26,8	40,1	23	20	0	4,7	245,5
1983	2	10,9	19,5	1,8	0	13,4	4,1	17,8	0	6,3	0	9,7	85,5
1984	2,8	40	10	10,4	17,1	8,3	22,8	2,8	9,9	16,7	25	32	197,8
1985	14,9	4,6	28,4	19,3	20,8	2	15	4	10,6	1,2	3,5	0	124,3
1986	12,1	42,9	50,8	33,3	29,2	8,2	57,9	4,8	16,5	8	0	7,1	270,8
1987	1,1	27	38,5	32,5	14,8	16,2	3,2	2,9	3,7	26,8	13,4	8,7	188,8
1988	11,1	98,5	5,4	38,9	10,4	13,3	9,6	39,4	20,6	17,2	0	2,3	266,7
1989	37,4	4,3	28,3	6,1	9,8	4,9	3,1	46,4	16	18,3	4,4	59,2	238,2
1990	5,9	12,9	17,9	15,8	57,3	0	38	41,7	32	16,1	17,1	3,1	257,8
1991	48,3	80,5	7,5	7	7,9	25,3	65,9	2,8	8,8	5,1	9,4	1,8	270,3
1992	2	8,2	9,5	6,5	55,1	8,1	12,4	22,8	95	7	10	5,4	242
1993	45,1	2,3	11,5	20,8	0	18	10,6	19	28	6,5	0	4,4	166,2
1994	51	65	27,3	13,5	4,5	16,7	10,5	7,6	0	0	0,5	3,6	200,2
1995	35,8	9,7	3,9	19,3	16,5	21,2	34,5	4,9	3,2	24,1	0	11,8	184,9
1996	14,3	4,3	9,3	39,5	51	50	47,4	39	32,4	33,3	18,9	10,2	349,6
1997	40,6	22,3	18	6,4	37,7	16,3	0	36,4	49,2	13,4	0	5,2	245,5
1998	33,5	160	3,8	1	11,4	22,7	2,1	18,3	88,7	0	4,7	2,6	348,8
1999	40,3	51,6	5,4	50	48,8	10,4	25,7	0	12,2	12,2	3,4	10,3	270,3
2000	16,2	11	20,5	36,6	0	0	5	3,9	4,8	12,8	0	6,7	117,5
2001	5,6	56,2	15,7	5,7	3,5	45,6	34	30,3	18,5	19,2	1,6	17,4	253,3
2002	12,6	3,5	53	18	4,5	17,7	2,4	17,1	3,4	9,4	4	12,2	157,8
2003	22,9	50,1	14,6	47,9	53,5	2,6	1,7	13,4	1,1	12,8	5,6	6	232,2
2004	35,2	30,9	4,5	24,3	3,2	5,9	13,7	32,2	63,5	8,2	2,7	30,2	254,5
2005	21,1	21,5	22,7	13,5	0	16,2	11,8	6,6	0	3,8	9,5	0	126,7
2006	23,8	0	3,9	24	35,6	37,3	1,7	28,7	33,8	2	5,3	0	196,1
2007	52,7	40,9	21,4	2,5	11,5	8,9	46,7	39,2	19	8,1	7,7	0	258,6
2008	48,5	65,5	13,1	22,3	8,6	30,1	8,2	2,3	40,1	11	27,2	3	279,9
2009	75,1	13,2	19	30	24,4	13,8	39,4	49,3	12,3	0	1,4	8	285,9
2010	4,5	13,6	45,8	23,4	30,9	6,9	3,5	3,6	4	0	1	2,3	139,5
2011	10,1	16,7	59	15	11	18	17	10	2	1,9	4	0	164,7
2012	13	31	43	1	0	0	65,3	39,3	2,9	0	14	7	216,5
P moy	24,06	33,40	24,71	18,99	19,26	15,31	20,65	20,21	21,14	10,37	6,27	8,87	223,24

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

L'analyse du **Tableau II.1**, démontre une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle et annuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver.

II.3.1. L'homogénéité de la série pluviométrique

La vérification de l'homogénéité de la série est indispensable avant de passer à l'ajustement. L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à Une prise de décision conséquente. Elle consiste en :

- ✓ La détection des anomalies dans les série hydrologiques et d'en chercher la cause.
- ✓ La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées.

On vérifie l'homogénéité de notre série par la méthode du test de la médiane dont le principe est :

- Classer l'échantillon par ordre croissant.
- Déterminer la médiane Me .
- Remplacer la série des valeurs non classées par un signe (-) ou un signe (+)
(-) pour $X_i > Me$.
(+) pour $X_i < Me$.
- Calculer les quantités T_s : Taille de la plus grande série en (+) ou (-). et N_s : Nombre des valeurs supérieures ou inférieures à la médiane.

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande, on calcule la médiane.

Puisque la série est impaire, la médiane est observée au rang 16

$$\text{Médiane}(X_{50\%}) = 238.2 \text{ mm}$$

$$N_s = 15.$$

$$T_s = 4$$

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

$$N_s > \frac{1}{2} \left(N + 1 - u_{1 - \frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{N + 1} \right) = 10.46$$

$$T_s < 3.3 (\log_{10} (N) + 1) = 8.22$$

$$\text{Avec : } \alpha = 5\% \quad u_{1 - \frac{\alpha}{2}} = 1.96$$

Les deux conditions sont vérifiées donc **la série est homogène.**

II.3.2. Etude de l'échantillon

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

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

II.4. Choix du type de loi

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

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

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

II.5. Ajustement de la série pluviométrique

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

II.5.1. Ajustement a la loi normale (gauss)

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

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du$$

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

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

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

Avec : $X_{p\%}$: précipitation de probabilité P%.

$U_{p\%}$: variable réduit de Gauss.

\bar{X} : Moyenne arithmétique.

δ : Écart type.

L'étude de la série s'effectue par le logiciel de l'hydrologie **HYDROLAB**, donnant son diagramme de dispersion et son traitement.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies annuelles sont regroupés dans le tableau II.2 et la figure II.1

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

Tableau II.2 : Ajustement à la loi normal

Taille n= 31		Moyenne= 220.529032		I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1.9604		
Ecart-type= 64.5619248								
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
245.5	85.5	1	0.0161	-2.142	85.5	82.2605484	29.1443052	117.102547
85.5	117.5	2	0.0484	-1.661	117.5	113.287746	68.8176055	143.584348
197.8	124.3	3	0.0806	-1.401	124.3	130.078202	89.9883651	158.213611
124.3	126.7	4	0.1129	-1.211	126.7	142.321161	105.243724	169.062261
270.8	139.5	5	0.1452	-1.057	139.5	152.259374	117.488295	178.007599
188.8	157.8	6	0.1774	-0.925	157.8	160.799516	127.893226	185.811658
266.7	164.7	7	0.2097	-0.807	164.7	168.405105	137.055357	192.865897
238.2	166.2	8	0.2419	-0.700	166.2	175.347996	145.323274	199.401369
257.8	184.9	9	0.2742	-0.600	184.9	181.803166	152.920077	205.568054
270.3	188.8	10	0.3065	-0.506	188.8	187.891309	159.998481	211.470575
242	196.1	11	0.3387	-0.416	196.1	193.700433	166.668722	217.186345
166.2	197.8	12	0.3710	-0.329	197.8	199.297854	173.01401	222.77568
200.2	200.2	13	0.4032	-0.245	200.2	204.737348	179.099721	228.287868
184.9	216.5	14	0.4355	-0.162	216.5	210.063715	184.979196	233.765087
349.6	232.2	15	0.4677	-0.081	232.2	215.315861	190.697619	239.245105
245.5	238.2	16	0.5000	0.000	238.2	220.529039	196.294766	244.763312
348.8	242	17	0.5323	0.081	242	225.742203	201.81296	250.360445
270.3	245.5	18	0.5645	0.162	245.5	230.99435	207.292978	256.078869
117.5	245.5	19	0.5968	0.245	245.5	236.320717	212.770197	261.958344
253.3	253.3	20	0.6290	0.329	253.3	241.760211	218.282385	268.044054
157.8	254.5	21	0.6613	0.416	254.5	247.357631	223.871719	274.389343
232.2	257.8	22	0.6935	0.506	257.8	253.166755	229.58749	281.059583
254.5	258.6	23	0.7258	0.600	258.6	259.254898	235.490011	288.137987
126.7	266.7	24	0.7581	0.700	266.7	265.710069	241.656696	295.73479
196.1	270.3	25	0.7903	0.807	270.3	272.65296	248.192167	304.002708
258.6	270.3	26	0.8226	0.925	270.3	280.258549	255.246407	313.164838
279.9	270.8	27	0.8548	1.057	270.8	288.79869	263.050465	323.56977
285.9	279.9	28	0.8871	1.211	279.9	298.736903	271.995803	335.814341
139.5	285.9	29	0.9194	1.401	285.9	310.979863	282.844454	351.069699
164.7	348.8	30	0.9516	1.661	348.8	327.770319	297.473716	372.240459
216.5	349.6	31	0.9839	2.142	349.6	358.797516	323.955518	411.913759

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.8	0,001	274.855098	250.245476	306.64472	274.855098	0,001	0,5
0.5	0,000	220.529039	196.294766	244.763312	220.529039	0,001	0,2
0.2	-0,001	166.202967	134.413345	190.812588	166.202967	0,000	0.1

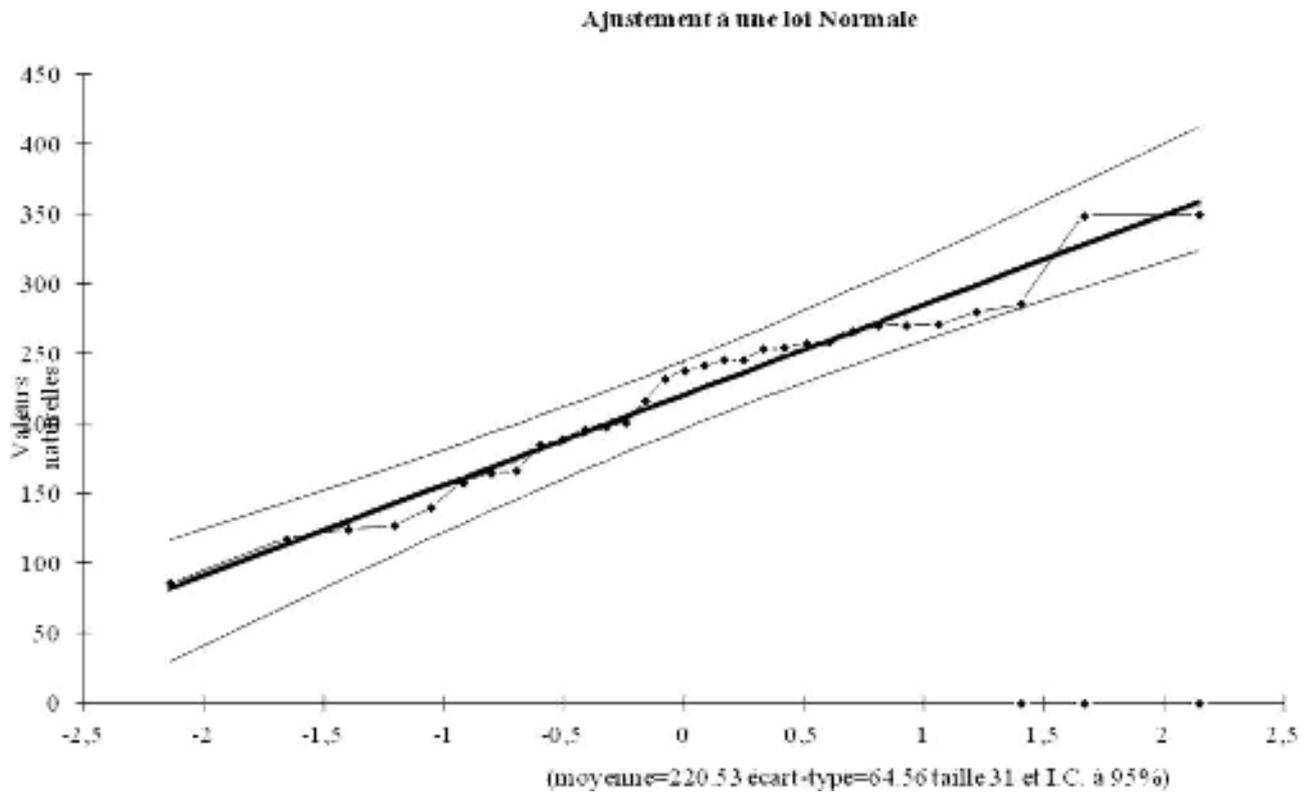


Figure II.1 : Ajustement à une loi normale

II .5.2. Ajustement à la loi log Normale

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies annuelles sont regroupés dans le tableau II.3 et la figure II.2 :

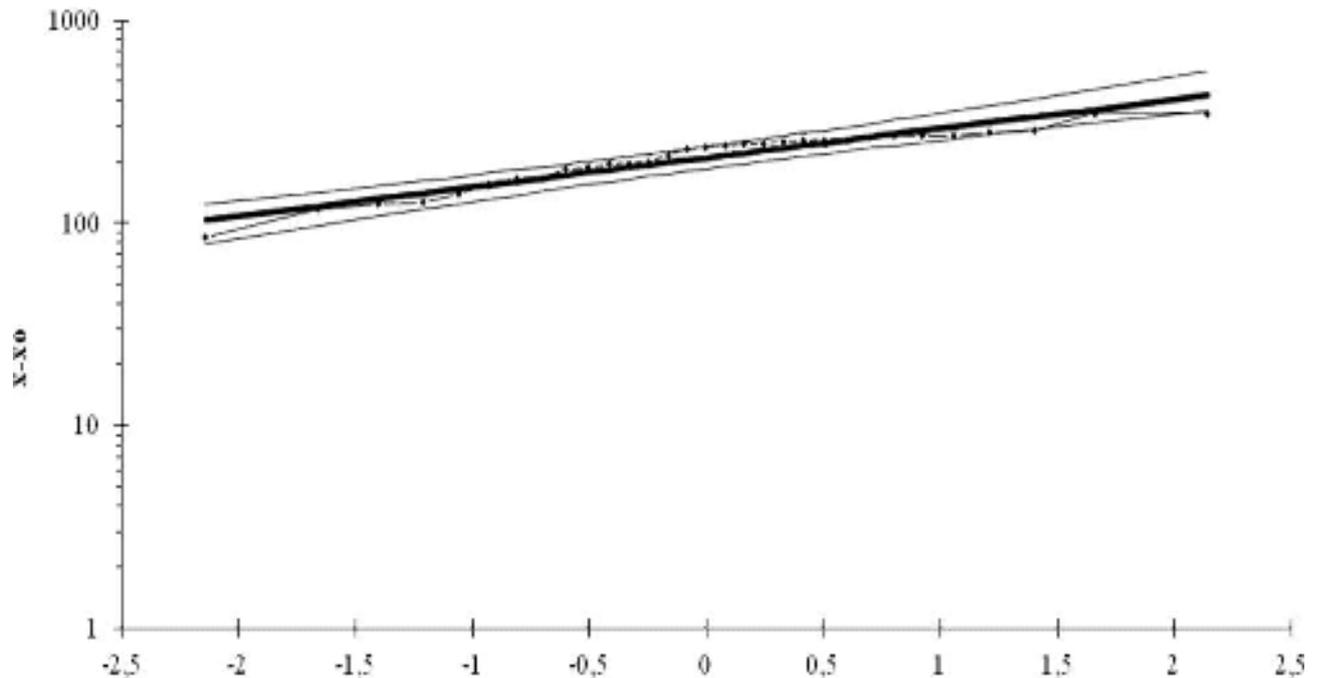
CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

Tableau II.3 : Ajustement à la loi log normal

Valeurs de départ		Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
245.5	85.5		1	0.016	-2.142	85.5	103.595	78.9433	123.80982
85.5	117.5		2	0.048	-1.661	117.5	121.417	96.7092	141.77401
197.8	124.3		3	0.081	-1.401	124.3	132.308	107.773	152.79259
124.3	126.7		4	0.113	-1.211	126.7	140.861	116.521	161.51304
270.8	139.5		5	0.145	-1.057	139.5	148.208	124.054	169.0767
188.8	157.8		6	0.177	-0.925	157.8	154.827	130.837	175.96411
266.7	164.7		7	0.210	-0.807	164.7	160.971	137.116	182.43088
238.2	166.2		8	0.242	-0.700	166.2	166.792	143.041	188.63397
257.8	184.9		9	0.274	-0.600	184.9	172.392	148.71	194.68032
270.3	188.8		10	0.306	-0.506	188.8	177.846	154.194	200.6491
242	196.1		11	0.339	-0.416	196.1	183.211	159.547	206.60339
166.2	197.8		12	0.371	-0.329	197.8	188.534	164.812	212.5968
200.2	200.2		13	0.403	-0.245	200.2	193.855	170.024	218.67775
184.9	216.5		14	0.435	-0.162	216.5	199.21	175.216	224.8924
349.6	232.2		15	0.468	-0.081	232.2	204.636	180.418	231.28697
245.5	238.2		16	0.500	0.000	238.2	210.167	185.659	237.90984
348.8	242		17	0.532	0.081	242	215.848	190.976	244.8212
270.3	245.5		18	0.565	0.162	245.5	221.727	196.406	252.08972
117.5	245.5		19	0.597	0.245	245.5	227.852	201.988	259.78801
253.3	253.3		20	0.629	0.329	253.3	234.282	207.765	268.00403
157.8	254.5		21	0.661	0.416	254.5	241.089	213.792	276.84731
232.2	257.8		22	0.694	0.506	257.8	248.362	220.137	286.45825
254.5	258.6		23	0.726	0.600	258.6	256.219	226.886	297.02244
126.7	266.7		24	0.758	0.700	266.7	264.823	234.158	308.79416
196.1	270.3		25	0.790	0.807	270.3	274.399	242.12	322.1366
258.6	270.3		26	0.823	0.925	270.3	285.287	251.018	337.59653
279.9	270.8		27	0.855	1.057	270.8	298.028	261.244	356.0552
285.9	279.9		28	0.887	1.211	279.9	313.574	273.478	379.07426
139.5	285.9		29	0.919	1.401	285.9	333.844	289.086	409.84639
164.7	348.8		30	0.952	1.661	348.8	363.79	311.554	456.73231
216.5	349.6		31	0.984	2.142	349.6	426.375	356.759	559.51828

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.8	0,001	277.507802	244.6772	326.5205487	277.508	0,001	0,5
0.5	0,000	210.167124	185.6595	237.9098404	210.167	0,001	0,2
0.2	-0,001	159.1674783	135.2755	180.5244247	159.167	0,000	0,1

Ajustement à une loi Log-normale



($x_0=0.00$ Moy $\log(x-x_0)=2.3226$ E.T. $\log(x-x_0)=0.1435$ $n=31$ et I.C. à 95%)

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

II .6. Détermination de l'année de calcul

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

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

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

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 166.20 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 220.53 \text{ mm}$$

CHAPITRE II: hydrologie de la source d'eau

Les pluies moyennes mensuelles de probabilité 80% sont récapitulées dans le tableau II.4 suivant :

Tableau II.4 : Précipitations moyennes mensuelles de l'année de calcul

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Pmoy mensuelles	24,06	33,40	24,71	18,99	19,26	15,31	20,65	20,21	21,14	10,37	6,27	8,87	223.24
Pmoy mensuelles de 80%	18,05	25,05	18,53	14,25	14,45	11,48	15,48	15,16	15,85	7,78	4,70	6,65	167.43

II.7. CONCLUSION

D'après l'analyse statistique des données hydrologiques, le périmètre est caractérisé par une pluie moyenne annuelle de **223.24 mm**, une pluie de probabilité de 80% de l'ordre de **166.20 mm** et une pluie de 50% de probabilité de l'ordre de **220.53 mm**.

D'après le Tableau II.4, on ne déduit que l'année de calcul fait ressortir des valeurs de précipitations assez faible dans l'ensemble, très souvent insuffisantes pour les cultures qui pourraient être implantées.

III .1 Introduction

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

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

Notre périmètre est composé de deux parcelles alimentées par deux forages, leurs caractéristiques sont représentées dans le **Tableau III.1** suivant :

Tableau III.1 : caractéristiques des parcelles et débits de forages d'alimentation

Culture	Parcelle 1 : Olivier	Parcelle 2 : Abricotier
Espacement entre arbres	5m	4m
Espacement entre rangs	5m	5m
Surface occupée	30ha	30ha
<u>Ressource en eau :</u>		
Débit de Forage	20l/s	20l/s

III .2 Besoins en eau des cultures

Les besoins nets d'irrigation sont déterminés par la relation suivante.

$$B = Peff + RFU - ETM \quad (\text{mm})$$

B : besoins nets en irrigation.

ETM : évapotranspiration maximale des cultures.

Peff : pluie efficace. Elle représente la fraction de pluie qui réellement contribue à l'alimentation de la plante.

L'évapotranspiration maximale des cultures est donnée par la formule suivante.

$$ETM = ET0 \times K_C$$

ET0: évapotranspiration de référence.

Kc : coefficient cultural.

L'évapotranspiration des cultures peut être définie en trois sortes :

III.2.1 Evapotranspiration réelle ETR.

C'est la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par une surface ou un couvert végétal, exprimée généralement en mm/jour.

L'ETR dépend :

- de la culture considérée,
- du stade phénologique de cette culture,
- du contenu en eau du sol,
- des conditions météorologiques observées.

III.2.2 Evapotranspiration maximale ETM.

C'est la valeur de l'ETR dans le cas d'une bonne alimentation en eau de la plante. Lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant au niveau de l'absorption racinaire, la régulation stomatique est minimale et l'évapotranspiration est maximale.

L'ETM dépend :

- de la culture considérée,
- du stade phénologique
- des conditions météorologiques observées.

III.2.3 Evapotranspiration de référence.

C'est une valeur pouvant représenter la demande climatique. On la définit comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal bas, contenu et homogène dont l'alimentation en eau n'est pas limitante et non soumise à limitation d'ordre nutritionnel, physiologique ou pathologique.

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure directe de l'Et0 (par un évapotranspiromètre ou lysmètre) de nombreux auteurs ont cherchés à établir des expressions reliant l'ET0 aux éléments du climat. Certaines formules résultent d'ajustement statistiques (Thornthwaite, Blaney Criddle, Turc, Espinar, Riou,...), d'autres résultent d'un raisonnement physique basé sur le bilan énergétique sous certaines hypothèses (Penman, Bouchet, Brochet-Gerbier, Penman-Monteith)

III.3 Pluies efficaces

Après avoir étudié les précipitations dans le chapitre I, les pluies efficaces sont prises à 80% des précipitations totales. On considère que les 20% sont perdus par évaporation et ruissèlement.

Tableau III.2 : pluie efficace

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
Pluie (mm/moi)	18,05	25,05	18,53	14,25	14,45	11,48	15,48	15,16	15,85	7,78	4,70	6,65	167.43
Pluie efficace(mm/moi)	14.44	20.04	14.82	11.4	11.56	9.18	12.38	12.13	12.68	6.22	3.76	5.32	133.93

III.4 Calcul de l'ET0

C'est l'évapotranspiration maximale, càd le sol est à sa capacité de rétention. On a introduit une valeur de référence comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du gazon vert.

Pour augurer cette évapotranspiration de référence, on utilise des méthodes basées sur les variables climatiques telles que :

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

Concernant notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ;CROPWAT version 8.

III.4.1 Définition du logiciel utilisé (CROPWAT)

C'est un logiciel d'aide à la gestion de l'irrigation. Il a été mis au point par la FAO. Ce logiciel permet le calcul des besoins en eau et des quantités d'eau d'irrigation nécessaires aux cultures. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation.

Dans le tableau N° III.3 nous représentons l'évapotranspiration de référence ET0 calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 8 selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith)

Tableau III.3 : résultats de calcul de l'ET₀ par le logiciel de CROPWAT.

Evapotranspiration de référence ET₀ de penman-Monteith						
Pays : Algérie		Station climatique : Djelfa			(31) ans	
Altitude : 1140 mètres		Coordonnées : 34.40 LN			3°.15LE	
Mois	Tom moy (°c)	Humidité (%)	Vent m/s	Insol. heures	Radiation MJ/m².Jour	ET₀.PenMon mm/jour
Janvier	5.02	77	3.8	8.3	12.4	1.28
Février	6.62	67	3.6	8	14.6	1.84
Mars	9.16	63	3.8	8.4	18.1	2.75
Avril	11.91	58	4.2	9.2	21.9	3.79
Mai	16.77	53	3.9	9.3	23.5	4.97
Juin	22.54	40	3.3	10.6	25.8	6.49
Juillet	25.96	33	3.2	11.5	26.9	7.41
Août	25.54	37	2.8	10.6	24.4	6.59
Septembre	20.68	52	3.1	9.2	20.1	4.52
Octobre	15.23	62	3.3	8.8	16.5	2.97
Novembre	10.19	72	3.6	7.7	12.5	1.86
Décembre	5.97	8	3.8	7.7	11.1	1.24
Moyenne	14.6	58	3.5	9.1	19	3.81

III.4.2 La réserve facilement utilisable RFU

C'est un paramètre du bilan hydrique servant à calculer les besoins en eau des cultures. Il dépend exclusivement de la texture du sol et de la profondeur d'enracinement de la culture.

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

H_{cc} étant le taux d'humidité du sol à la capacité au champ.

H_{pf} étant le taux d'humidité du sol au point de flétrissement.

Z : est l'enracinement de la culture

Y = coefficient variant de 2 / 3 pour l'arboriculture à 1/3 pour les maraichages.

La texture du sol est sablo limoneuse on prendra donc comme réserve utile la valeur moyenne de 120 mm/m et une profondeur d'enracinement de 1.2m.

Ainsi suivant le bilan hydrique **B = Peff+RFU- ETM**. Les besoins en eau mensuel de nos cultures auront les valeurs indiquées dans les tableaux qui suivent :

Tableau III.4 : Besoin en eau d'irrigation pour l'olivier

Mois	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
ETO (mm)	36	51.7	84.01	112.8	154.07	193.4	229.7	203.3	136.8	92.4	54.8	33
Kc	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65
ETM (mm)	23.4	33.61	54.61	73.32	100.15	135.4	160.8	142.3	95.79	64.7	35.6	21.45
Peff (mm)	11.56	9.18	12.38	12.13	12.68	6.22	3.76	5.32	14.44	20.04	14.82	11.4
RFU (mm)	64	64	64	21.77	0	0	0	0	0	0	0	0
B (mm)	52.16	39.57	21.77	-39.4	-87.5	-129.2	-157	-137	-81.35	-44.7	-20.8	-10

Tableau III.5: Besoin en eau d'irrigation pour l'abricotier

Mois	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
ETO (mm)	36	51.7	84.01	112.8	154.07	193.4	229.7	203.3	136.8	92.4	54.8	33
Kc	0.55	0.55	0.55	0.65	0.9	0.9	0.9	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
ETM (mm)	18	28.4	46.2	73.33	138.66	174.03	206.77	111.82	75.24	50.82	30.14	18.15
Peff (mm)	11.56	9.18	12.38	12.13	12.68	6.22	3.76	5.32	14.44	20.04	14.82	11.4
RFU (mm)	64	64	44.78	10.96	0	0	0	0	0	0	0	0
B (mm)	57.56	44.78	10.96	-50.24	-125.98	-167.81	-203.01	-106.5	-60.8	-30.78	-15.32	-6.75

D'après nos calculs, il ressort que les besoins du mois de pointe sont respectivement de 157mm pour l'olivier et de 203mm pour l'abricotier.

III.5. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif

III.5.1 Calcul de débit spécifique Qsp.

Débit spécifique continu Qsp calculé pour la période de pointe est basé généralement sur la satisfaction de la culture la plus exigeante en eau.

$$Q_{sp} = \frac{B \times 10 \times 1000}{NH \times NJ \times 0.75 \times 3600}$$

B : besoin en eau.

NH : nombre d'heures de travail.

NJ : nombre de jours de travail.

0.75: l'efficience.

$$Q_{sp} = \frac{157 \times 10 \times 1000}{20 \times 26 \times 0.75 \times 3600} = 1.11 \text{ l/s/ha. Pour l'olivier}$$

$$Q_{sp} = \frac{203.1 \times 10 \times 1000}{20 \times 26 \times 0.75 \times 3600} = 1.44 \text{ l/s/ha .pour l'abricotier}$$

III.5.2 Débits caractéristiques

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, il est déterminé en multipliant le débit spécifique de pointe par la surface agricole utile occupée par la culture concernée

$$Q = q * S$$

Q : Débit caractéristique en (l/s).

q : Débit spécifique de pointe d'îlots (l/s/ha).

S : Surface de l'îlot (ha).

Pour olivier : $Q = 1.11 * 30 = 33.3 (l/s)$

Pour abricotier : $Q = 1.44 * 30 = 43.2 (l/s)$

III.6 Conclusion

L'étude qui a été faite au niveau de notre région dans le but de déterminer la méthode de calcul de l'évapotranspiration la plus favorable (méthode de Penman qui prend en considération les principaux facteurs climatiques), la connaissance des apports, des pertes d'eau et les besoins en eau des plantes, nous ont permis de déterminer les besoins en eau d'irrigation pour les arboricultures.

IV.1 Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère par ce moyen réalisé 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 profil ?

IV.2 Technique d'arrosage

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

- a) irrigation de surface (par gravité), laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser se saturer jusqu' à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).
- b) irrigation par aspersion : pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol.
- c) irrigation souterraine : élever la nappe d'eau par en dessous (dans les endroits où la nappe d'eau souterraine est peu profonde et contrôlable) de façon à ce que la rhizosphère soit humidifiée par capillarité.
- d) irrigation goutte à goutte : qui nous intéresse dans notre étude.

IV.3 Choix de la technique d'irrigation convenable

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

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

IV.4 Mode d'arrosage

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

IV.4.1 Historique

L'irrigation localisée a été pour la première fois utilisée sous serre en Angleterre à la fin des années 1940 et en plein champ en Israël en 1950.

Les premières applications à la parcelle ont été faites dans les régions désertiques où la méthode classique (irrigation de surface ou par aspersion) donnaient des mauvais résultats, en raison de la nature du sol (sableux) et des eaux (salées). Dans ces conditions, l'irrigation localisée nous donne des résultats très encourageants.

Après 15 années de recherche et d'essais, la conclusion est que l'irrigation localisée peut être considérée comme solution pratique au problème de la sécheresse, au même titre que la méthode traditionnelle de l'irrigation de surface et d'aspersion, lorsqu'elle est bien conçue et bien utilisée. Donc cette technique est certainement la méthode la plus efficace de distribution et d'apport d'eau aux plantes, en temps que la technique idéale de fourniture des éléments fertilisants. Cependant, dans chaque cas particulier, il convient de peser ces avantages et ces inconvénients par rapport à ceux des méthodes classiques.

La décision finale doit être prise en fonction des revenus nets dégagés, déduction faite des coûts d'amortissement et de fonctionnement.

IV.4.2 Définition

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

-micro-irrigation : terme choisi par la CIID (Téhéran 1976) en référence aux débits utilisés qui, contrairement aux deux autres techniques plus anciennes, aspersion et irrigation de surface, sont très faibles.

-irrigation goutte à goutte : terme utilisé par certains auteurs en référence à l'utilisation d'un type particulier de distributeur : le goutteur.

-irrigation localisée : terme choisi par l'Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, OAA, 1976) en raison des apports d'eau effectués au voisinage immédiat des plantes. C'est ce terme que nous utiliserons par la suite.

L'irrigation localisée couvre en principe l'ensemble des techniques qui entraînent l'humidification d'une partie seulement du sol, mais ce terme s'applique plus particulièrement à celle qui n'apporte qu'au pied des plantes, dans la zone racinaire ; leurs caractéristiques essentielles sont des apports à faibles débits et petites doses fréquentes (système goutte à goutte, Bas-Rhône, par mini diffuseurs) et faibles doses d'engrais localisés dans la zone racinaire des cultures, au moyen d'organes de

distribution (ou distributeurs) tels que; goutteur, ajutages, tuyaux poreuxetc. qu'ils soient placés au dessus ou en dessous de la surface du sol. Parmi leurs caractères est que l'installation à la parcelle est entièrement fixe; ce mode d'arrosage est bien adapté aux cultures pérennes cultivées en ligne, et en particulier toutes les cultures fruitières.

IV.4.2.1. Les distributeurs

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

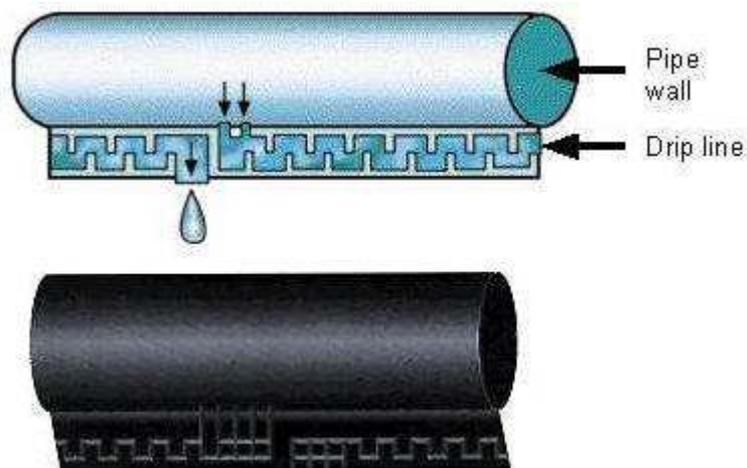


Figure VI.1 : Goutteur incorporé dans une gaine souple

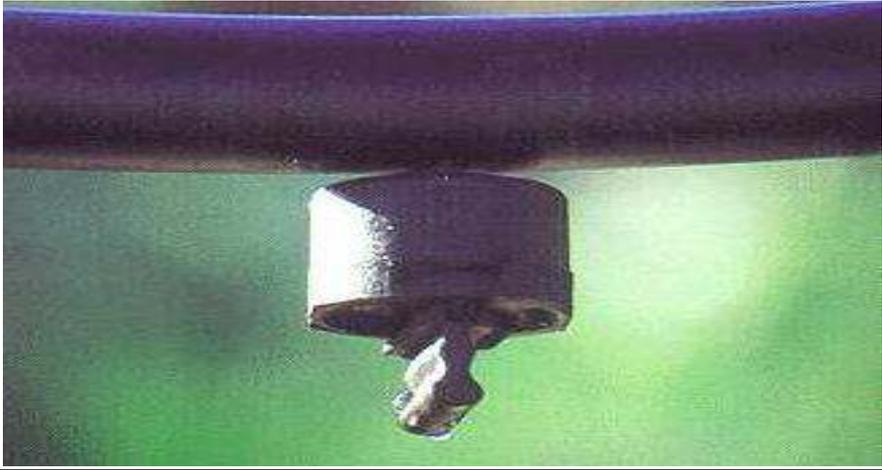


Figure VI.2 : Goutteur

IV.4.2.2 Les rampes

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

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

Les PE sont les plus utilisés pour les petits diamètres, alors que les PVC sont plus utilisés pour les gros diamètres, en raison de leur résistance à la pression. Le classement des conduites se fait suivant le coefficient normalisé de dimension, qui traduit la pression maximale de service ainsi que la classe de pression

IV.4.2.3 Filtration

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

- **Les filtres à sables**

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

Assez souvent, on recommande de retenir les particules de granulométrie supérieure au 1/10 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans les distributeurs. L'arrêt des particules plus petites ne fait qu'accélérer le colmatage des filtres. Une filtration de 150 microns est souvent utilisée pour l'irrigation localisée ou par aspersion.

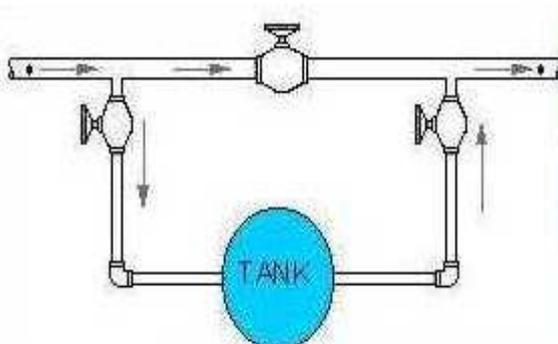


Figure VI.3 : Dilueur d'engrais

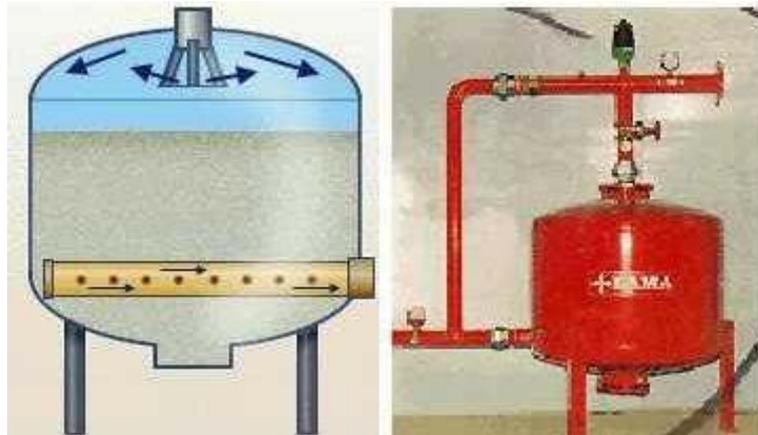


Figure VI.4 : Filtre à gravier

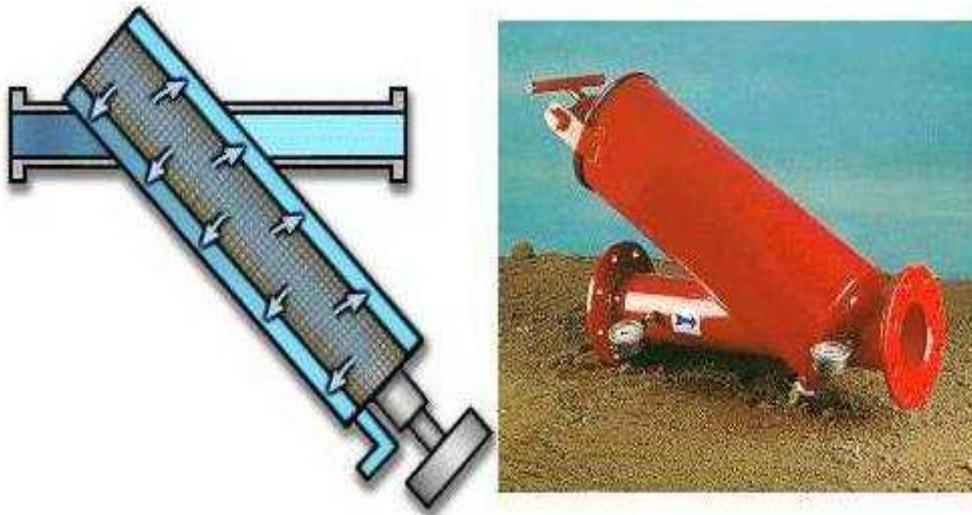


Figure VI.5 : Filtre à tamis

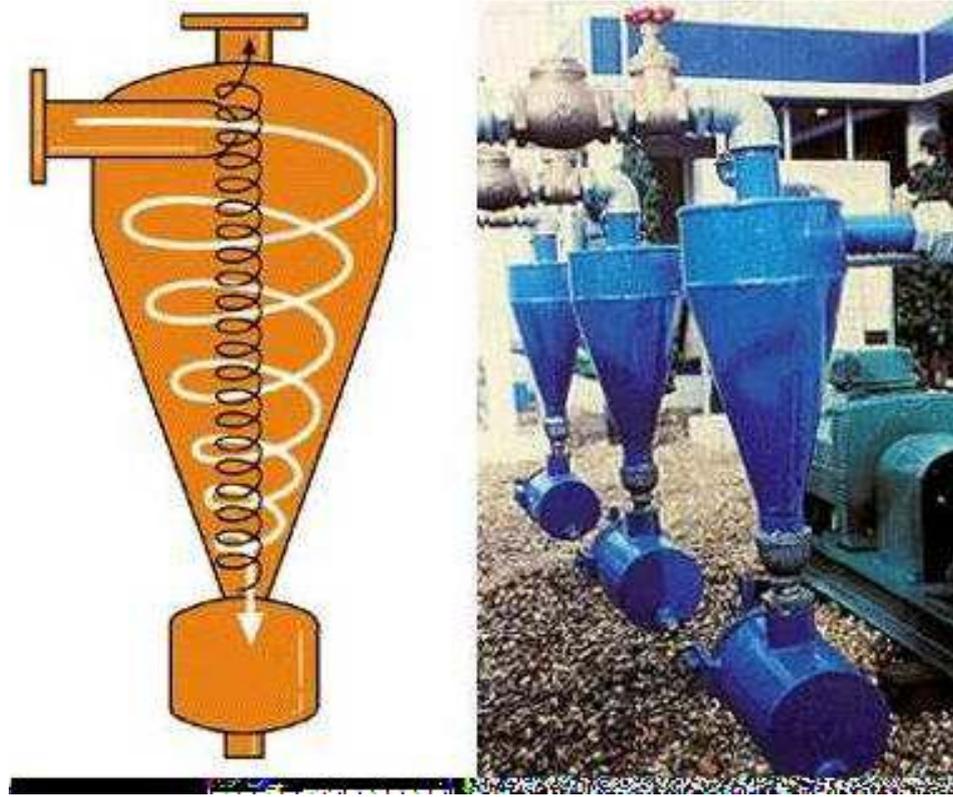


Figure VI.6 : Filtre hydro- cyclone



Figure VI.7 : Installation hydraulique

IV.4.3 Avantages

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

IV.4.4 Inconvénients

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

IV.5 Conclusion

D'après la détermination des besoins en eau d'irrigation ; la 2^{ème} partie consiste à choisir la meilleure technique d'arrosage qui est adaptée aux données qui caractérisent nos parcelles. Ensuite on déterminera la façon de distribuer l'eau aux arbres, la durée d'arrosage, la fréquence et l'irrigation journalière.

V.1. Introduction

Dès l'antiquité, il faut observer que l'apport d'eau aux plantes à très faible dose et de manière répétée donnait des résultats spectaculaires. De nombreux documents attestent l'utilisation, par les anciens, de jarres poreuses en terre cuite, les cultivateurs remplissaient les jarres d'eau et celles-ci libéraient pendant plusieurs jours, par suintement, une très faible quantité d'eau, le goutte à goutte était inventé.

Si l'idée est ancienne, l'utilisation à l'échelle industrielle ne remonte qu'aux années 1960. En effet, le goutte à goutte implique un réseau dense de conduites de faible diamètre sur les quelles sont montés des dispositifs calibrés capables de réduire la pression : les goutteurs. En maraîchage, par exemple, on peut avoir jusqu'à 6000 mètres de rampes et 15000 goutteurs à l'hectare.

C'est le développement de l'industrie des plastiques, dans la période après-guerre, qu'a permis de livrer sur le marché les éléments du goutte à goutte à un prix très compétitif.

V.2. Données générales

- **Cultures: Oliviers**

5m Espacement entre arbres

5m Espacement entr²e arbres rangs

- **Cultures: Abricotiers**

4m Espacement entre arbres

5m Espacement entre arbres rangs

- **Caractéristique de la ressource en eau**

Forage : $Q = 20 \text{ l/s}$

- **Caractéristique de goutteur**

Débit nominal 4l/h

Pression nominale 10 mce

Espacement des goutteurs 1m

- **Détermination des données de bases**

Surface totale a irriguée $s(t) = 30 \text{ ha}$

*Pour nos cultures en utilise généralement 2 goutteurs de débit de 4l/h

V.3. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée de Périmètre 1

Pour le dimensionnement du réseau d'irrigation, on doit estimer les besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.

V.3.1. Influence du taux de couverture du sol

Principalement l'irrigation localisée est utilisée pour les cultures en ligne où une partie seulement de la surface est occupée par les plantes ; donc les chiffres des besoins en eau déterminés par les méthodes où toute la surface est considérée à irriguée doivent être multipliés par un coefficient de réduction « K_r » dépendant du taux de couverture « C_s »

Le coefficient K_r est donné par plusieurs formules comme :

- La formule de Keller et Karmeli (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

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

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0,1 + C_s$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60 % (pour les arbres adultes) donc :

$$K_r = 0,71 \text{ selon Keller et Karmeli.}$$

$$K_r = 0,80 \text{ selon Freeman et Garzoli.}$$

$$K_r = 0,70 \text{ selon Decroix (CTGREF).}$$

On prend le (**$K_r = 0,71$**)

Les besoins mensuels en irrigation traditionnelle du mois de pointe sont de :

$$ETM_{\text{nette}} = 157 \text{ mm/mois} \quad \text{soit } 5,06 \text{ mm/j}$$

Compte tenu de sa spécificité en irrigation localisée les besoins se réduisent à :

$$ETM_r = ETM_{\text{pointe}} * K_r$$

$$ETM_r = 5,06 * 0,71 = 3,59 \text{ mm}$$

V.3.2. Besoins d'irrigation brute Bbrut

C'est le volume d'eau d'irrigation nécessaire en pratique. **Bnet** et **Bbrut** sont liées par l'équation suivante.

$$ETM_{brut} = B_{brut} = \frac{B_{net}}{C_u} \quad \text{Donc} \quad ETM_{brut} = B_{brut} = \frac{3.59}{0,9} = 4mm$$

La dose brute d'arrosage dépend en fait de l'uniformité de l'irrigation et de l'efficacité du réseau

Cu: coefficient d'uniformité Cu=9%

V.3.3. Pourcentage de sol humidifié

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : volume de sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée ; (m).

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre ; (m)

S_a : Espacement des arbres sur les rangs ;(m)

Le pourcentage P de sol humidifié peut être vérifié à l'aide du tableau (guide d'estimation de P)

En zone semi aride on estime P = 35 %

V.3.4 Dose d'arrosage nette :

C'est la quantité d'eau qu'il faut ramener à chaque arrosage pour remplir la RFU

$$D_{nette} = (H_{cc} - H_{pf}) * Z * Y * P$$

Pour la texture limono-sableuse les valeurs des humidités caractéristiques sont : H_{CC}=18% et H_{pf}=10%

Z=1.2 profondeur d'enracinement

Y=2/3 coefficient de réduction dépendant du sol et de la culture

$$D_{net} = RFU_{net} = RFU * P = 64 * 0.35 = 22.4mm$$

V.3.5. Fréquence d'arrosage

La fréquence ou espacement entre deux arrosages dépend de la transpiration journalière moyenne dans la période de pointe des cultures et de la dose appliquée à chaque arrosage.

$$\text{Donc la fréquence minimale } f = \frac{D_{\text{nette}}}{ETMr} = \frac{22.4}{3.59} = 6.23 \text{ jours} \rightarrow f=7 \text{ jours}$$

$$\text{La dose brute : } D_{\text{brute}} = RFU_{\text{brut}} = \frac{RFU_{\text{net}}}{C_u * E} = 29.28 \text{ mm}$$

V.3.6. Durée d'arrosage

$$\theta = \frac{d_{\text{brute}} \times s_c \times s_r}{n \times q_c} = \frac{29,28 \times 5 \times 5}{2 \times 4} = 91.5 \text{ Heures}$$

$$\theta = 91.5 \text{ heures}$$

$$\text{L'irrigation journalière} = \frac{91.5}{7} = 13 \text{ heures}$$

V.3.7. Nombre de postes

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(\text{postes}) = \frac{24 \times f}{\text{tps de travail}} = \frac{24 \times 7}{20} = 9 \text{ Postes}$$

Le nombre de poste théorique devrait être de 9 postes , cependant la visite du terrain nous impose un nombre de poste de 6 car les parcelles prédécoupées ont une surface de 5 Ha chacunes.

V.3.8. Nombre de rampes par poste

Il est calculé par :

$$N(r) = \frac{\text{surface du poste}}{Al}$$

$$\text{Ou bien : } N(r) = \frac{L}{Sr}$$

L : longueur de parcelle ;

Sr : espacement entre rampes.

On trouve les résultats suivants :

Tableau V.1 : Caractéristiques générales du réseau localisé

Postes	Superficie (ha)	Rampes		Nbre de goutteurs	Nbre d'arbres
		Nbre	Longueur (m)		
1	5	70	168	4760	2380
2	5	42	148	2520	1260
		34	80	1088	544
3	5	40	248	4000	2000
4	5	50	228	4600	2300
5	5	70	141	4060	2030
6	5	70	141	4060	2030
TOTAL	30	376	1154	25088	12544

V.4. Le débit d'installation

Le débit de l'installation est le débit nécessaire en tête du réseau, il est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{S}{N} \cdot \frac{D_{brut}}{d} \cdot 10$$

Avec :

Q = Débit de l'installation en m³/h.

S = Surface totale à irriguer en ha.

N = Nombre de parcelles.

D_{brut} = Dose brute en mm.

d = Durée d'arrosage en heures.

Donc :

$$Q = \frac{30}{6} \cdot \frac{29.28}{19} \cdot 10 = 77,05 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$Q = 77050 \text{ l/h}.$$

V.5 Calcul hydraulique du réseau

Le calcul hydraulique consiste à déterminer les caractéristiques des conduites à savoir diamètre et vitesse d'écoulement.

V.5.1 Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$; $x = 0,5$ (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)}$$

Avec :

q (g) : débit nominal du goutteur ;

$H(n)$: pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H(\max)}{10}$$

$$\Delta H(\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : $p.c.s = 10\% \cdot \Delta H = 0.2 \text{ m}$

Perte de charge linéaire : $p.c.l = \Delta H - p.c.s = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes $P.d.c (pr) = 0,6 \text{ m c e}$;

2/3 sur les rampes $P.d.c (r) = 1,2 \text{ m c e}$.

V.5.2. Calcul de la rampe

V.5.2.1 Débit de la rampe

Le débit d'une rampe est donné par la relation :

$$Q_R = N_G \cdot Q_G$$

Avec :

Q_R = Débit de la rampe en l/h ;

N_G = Nombre de goutteurs par rampe ;

Q_G = Débit d'un goutteur en l/h.

Le débit de la rampe varie donc selon le nombre de goutteurs sur la rampe, c'est à dire suivant le nombre d'arbres et la longueur de la rampe.

V.5.2.2 Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule N°01

On propose que les rampes en PEBD

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c (r) \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}} \quad (01)$$

Avec :

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

$Q(r)$: Le débit de la rampe en l/h ;

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

V.5.2.3 La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule N°02 :

$$J_r = \frac{0,478}{2,75} \times D_r^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L_r \quad (02)$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l/h ;

L = Longueur en m.

V.5.3. Calcul du porte-rampe

V.5.3.1 Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte-rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

Avec :

Q_{PR} = Débit du porte rampe en l/h ;

N_R = Nombre de rampes ;

Q_R = Débit d'une rampe en l/h.

V.5.3.2 Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule N°01

On propose, que les porte-rampes en PEBD

$$\varnothing (\text{cal}) = \left[\frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

V.5.3.3 La perte de charge

Elle est calculée après avoir déterminé le diamètre par la formule.

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

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le tableau V.2 :

Tableau V.2 : Résultats du calcul théorique du réseau localisé

N°Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D _{cal} (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
1	15.45	16	168	272	0.37	1.01	41.09	50	174	9520	3.29	2.36
2	14.36	16	148	240	0.33	0.72	70.74	75	208	10080	0.63	0.45
	10	12	80	128	0.31	0.51	46.87	50	168	4352	0.62	0.57
3	19.32	20	248	400	0.35	1,02	83.00	90	198	1600	0.07	0.07
4	18.41	20	228	368	0.33	0.81	61.13	63	122	9126	0.81	0.51
5	14.03	16	141	232	0.32	0.64	62.84	63	174	8120	0.72	0.6
6	14.03	16	141	232	0.32	0.64	62.84	63	174	8120	0.72	0.6

V.5.4. La conduite principale

V.5.4.1 Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = N_G \cdot Q_G$$

N_G : nombre de gouteurs totale

Q_G = Débit d'un gouteur en l/h

V.5.4.2 La longueur

On a : $L_{C,P} = 1136$ m

V.5.4.3 Le diamètre

Le diamètre de la conduite principale est calculé en tenant compte du débit qu'elle véhicule et en s'imposant une vitesse de 1m /s.

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c,p} = 4 \times 25088 = 100352 \text{ l/h} = 28 \text{ l/s}$$

$$\varnothing = \sqrt{Q} = \sqrt{Q * 4 / \pi * V} \tag{03}$$

Q ; débit en m³/s

$$\varnothing = \sqrt{28. \times 10^{-3} * 4 / (3.14 * 1)} = 187 \text{ mm.}$$

On choisit un diamètre commercialisable de **200 mm**.

V.5.4.4 La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule N°02

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 200^{-4,75} \cdot 100352^{1,75} \cdot 1136 = 1,31 \text{ m.c.e.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale **P.d.c = 1,53 m.c.e.**

V.5.4.5 La Vitesse

La Vitesse pour tous les éléments du réseau est donnée par :

$$Q = V.S \quad (04) \quad V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} \quad V = \frac{4 Q}{\pi d^2}$$

$$V = 0,89 \text{ m/s}$$

V.5.5. La conduite d'amenée d'eau.

Il existe deux conduites d'amenée une reliant le forage au réservoir et l'autre du réservoir vers la station de tête.

Les caractéristiques de ces dernières sont résumées dans le tableau qui suit :

Le calcul des caractéristiques de ces conduites est identique à celui de la conduite principale

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau

Tableau V.3

Sous-Périmètre	Tronçon	Longueur (m)	Debit (m ³ /h)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	P.D.C ⁽¹⁾ (m)
01	F1 – R1	75	72	160	1,13	0,94
	R1 – A	20	65	160	1,37	0,68

V.5.6. La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable (figure V.1)

$$P = P_G + J(R) + J_{AB}(PR) + J_{tot} + P_{Fi} \quad (05)$$

Avec :

P = Pression en tête de l'installation en m

P_G = Pression d'un goutteur = 1 bar ;

J(R) = perte de charge dans la rampe en m ;

J_{AB} (PR) = Perte de charge dans le porte- rampe ;

P_{Fi} = la perte de charge dans le filtre = 0,5 m ;

J_{tot} = Perte de charge totale ; J_{tot} = (1.1÷1.15)* J_{lin}.

J_{lin} = Perte de charge linéaire en m ; tel que : J_{lin} = J_{BF} (CP) + J_{FE} (06)

Tel que :

J_{BF} (CP) = Perte de charge dans la conduite principale = 1,53 m ;

J_{FE} = Perte de charge dans la conduite reliant le Forage et la conduite principale en m ;

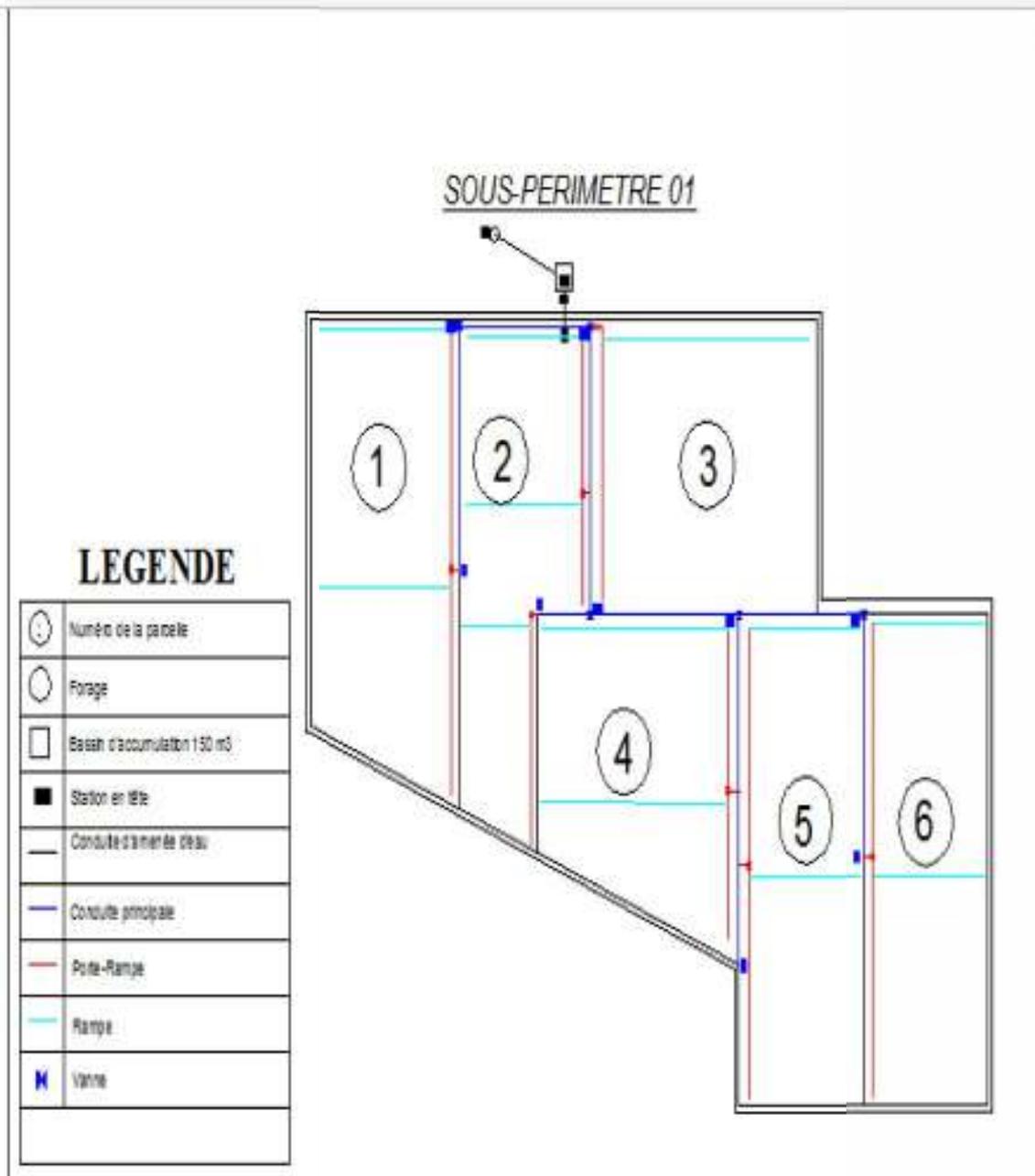
Tel que :

$$J_{FE} = \frac{0,478}{2,75} \cdot 200^{-4,75} \cdot 100352^{1,75} \cdot 5 = 0,006 \text{ m.c.e}$$

Donc : $P = 10 + 0,64 + 0,6 + 1,15 \times (1,53 + 0,006) + 0,5 = 13,51 \text{ m}$

P = 13,5

FigureV-1 Description Du Réseau 01 D'irrigation Localisé



V.6. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée de Périmètre 2

Les besoins mensuels en irrigation traditionnelle du mois de pointe sont de :

$$ETM_{nette}=203\text{mm/mois} \quad \text{soit } 6.54\text{mm/j}$$

Compte tenu de sa spécificité en irrigation localisée les besoins se réduisent a :

$$ETM_r = ETM_{pointe} * K_r$$

$$ETMr = 6.54 * 0,71 = 4.64\text{mm}$$

V.6.1. Besoins d'irrigation brute Bbrut

C'est le volume d'eau d'irrigation nécessaire en pratique. **Bnet** et **Bbrut** sont liées par l'équation suivante.

$$ETM_{brut} = B_{brut} = \frac{B_{net}}{C_u} \quad \text{Donc} \quad ETM_{brut} = B_{brut} = \frac{4.64}{0,9} = 5.15\text{mm}$$

La dose brute d'arrosage dépend en fait de l'uniformité de l'irrigation et de l'efficacité du réseau

Cu: coefficient d'uniformité Cu=9%

V.6.2. Pourcentage de sol humidifié

$$P = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : volume de sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre.

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)

S_h : Largeur de la bande humidifiée ; (m).

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre ; (m)

S_a : Espacement des arbres sur les rangs ;(m)

Le pourcentage P de sol humidifié peut être vérifié à l'aide du tableau (guide d'estimation de P)

En zone semi aride on estime P = 35 %

V.6.3 Dose d'arrosage nette

C'est la quantité d'eau qu'il faut ramener à chaque arrosage pour remplir la RFU

$$D_{nette} = (H_{cc} - H_{pf}) * Z * Y * P$$

Pour la texture limono-sableuse les valeurs des humidités caractéristiques sont : $H_{CC}=18\%$ et $H_{pf}=10\%$

$Z=1.2$ profondeur d'enracinement

$Y=2/3$ coefficient de réduction dépendant du sol et de la culture

$$D_{net} = RFU_{net} = RFU * P = 64 * 0.35 = 22.4 \text{ mm}$$

V.6.4. Fréquence d'arrosage

La fréquence ou espacement entre deux arrosages dépend de la transpiration journalière moyenne dans la période de pointe des cultures et de la dose appliquée à chaque arrosage.

$$\text{Donc la fréquence minimale } f = \frac{D_{nette}}{ETMr} = \frac{22.4}{4.64} = 4.83 \text{ jours} \rightarrow f=5 \text{ jours}$$

$$\text{La dose brute : } D_{brute} = RFU_{brut} = \frac{RFU_{net}}{C_u * E} = 29.28 \text{ mm}$$

V.6.5. Durée d'arrosage

$$\theta = \frac{d_{brute} \times s_{\text{c}} \times s_{\text{z}}}{n \times q_{\text{g}}} = \frac{29,28 \times 4 \times 5}{2 \times 4} = 73.2 \text{ Heures}$$

$$\theta = 73.2 \text{ heures}$$

$$\text{L'irrigation journalière} = \frac{73.2}{5} = 14 \text{ heures}$$

On pourrait diminuer le temps d'arrosage en augmentant le débit du goutteur de 4l/h à 8l/h mais pour éviter des problèmes stagnation d'eau (texture limoneuse) on préfère maintenir les goutteurs de 4l/h.

V.6.6 Nombre de postes

$$N(p) = \frac{24 \times f}{\text{tps de travail}} = \frac{24 \times 5}{20} = 6 \text{ Postes}$$

V.6.7. Nombre de rampes par poste

Il est calculé par :

$$N(r) = \frac{\text{surface du poste}}{Al}$$

Ou bien : $N(r) = \frac{L}{Sr}$

L : longueur de parcelle

Sr : espacement entre rampes.

On trouve les résultats suivants

Tableau V.4 : Caractéristiques générales du réseau localisé

Postes	Superficie (ha)	Rampes		Nbre de goutteurs	Nbre d'arbres
		Nbre	Longueur (m)		
1-2-3	5	36	280	5040	2520
4-5-6	5	29	350	5104	2552

V.7. Le débit d'installation

Le débit de l'installation est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{S}{N} \cdot \frac{D_{brut}}{d} \cdot 10$$

Avec :

Q = Débit de l'installation en m³/h ;

S = Surface totale à irriguer en ha ;

N = Nombre de parcelles ;

D_{brut} = Dose brute en mm ;

d = Durée d'arrosage en heures.

$$Q = \frac{30}{6} \cdot \frac{29.28}{19} \cdot 10 = 77,05 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Donc :

$$Q = 77.05 \text{ l/h}.$$

V.8. Calcul hydraulique du réseau

V.8.1. Conditions hydrauliques

H (n) : pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H (\text{max})}{10}$$

$$\Delta H (\text{max}) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : p.c.s = 10%*ΔH = 0.2 m

Perte de charge linéaire : p.c.l = ΔH - p.c.s = 1.8 m

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

V.8.2. Calcul de la rampe

V.8.2.1 Débit de la rampe

Le débit d'une rampe est donné par la relation :

$$Q_R = N_G \cdot Q_G$$

V.8.2.2 Le diamètre

Le diamètre est calculé d'après la formule N°01

On propose, que les rampes en PEBD

V.8.2.3 La perte de charge

La perte de charge est déterminée après le choix du diamètre par la formule N°02

V.9.3. Calcul du porte-rampe

V.9.3.1 Débit du porte-rampe

Le débit d'un porte- rampe est calculé par la relation

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R.$$

V.9.3.2 Le diamètre

Le diamètre du porte rampe est calculé par la formule N°01

On propose, que les porte-rampes en PEBD

V.9.3.3 La perte de charge

Elle est calculée après avoir déterminé le diamètre par la formule N 02

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le tableau V.3 :

Tableau V-5 : Résultats de calcul théorique du réseau localisé

N°Poste	Rampes						Porte - Rampes					
	D _{cal} (mm)	D _{nomina} l (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D _{cal} (mm)	D _{nomina} l (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
1-2-3	13,7 3	16	13 9	224	0,4	0,60	67,0 3	75	17 6	9856	0,75	0,37
4-5-6	15,6 1	16	17 4	280	0,51	1,11	64,5 1	75	14 1	1008 0	0,77	0,31

V.9.4 La conduite principale

V.9.4.1 Le débit

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = N_G , Q_G$$

V.9.4.2 La longueur

On a : L_{C,p} = 1447 m

$$Q_{c,p} = 4 \times 10144 = 40576 \text{ l/h} = 11,27 \text{ l/s.}$$

V.9.4.3 Le diamètre

Le diamètre de la conduite principale est calculé en tenant compte du débit qu'elle véhicule et en s'imposant une vitesse de 1m /s.

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c,p} = 4 \times 25088 = 100352 \text{ l/h} = 28 \text{ l/s}$$

$$\varnothing = \sqrt{Q} = \sqrt{Q * 4 / \pi * V}$$

(03)

Q ; débit en m³/s

$$\varnothing = \sqrt{11.27 \times 10^{-3} * 4 / (3.14 * 1)} = 118 \text{ mm.}$$

Q ; débit en m^3/s

On choisit un diamètre commercialisable de **125 mm**.

V.9.4.4 La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule N°02

$$P.d.c = \frac{0,478}{2,75} \cdot 125^{-4,75} \cdot 40576^{1,75} \cdot 1447 = 3,20 \text{ m.c.e.}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale : **P.d.c = 3,20 m.c.e.**

V.9.4.5 La Vitesse

La Vitesse pour tous les éléments du réseau est donnée par :

$$Q = V \cdot S \quad (04)$$

$$V = \frac{Q}{S} \quad S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad V = \frac{4 Q}{\pi d^2}$$

$$V = 1,27 \text{ m/s}$$

V.9.5. La conduite d'amenée d'eau

Il existe deux conduites d'amenée une reliant le forage au réservoir et l'autre du réservoir vers la station de tête.

Les caractéristiques de ces dernières sont résumées dans le tableau qui suit :

Le calcul des caractéristiques de ces conduites est identique à celui de la conduite principale

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau

Tableau V.6

Sous-Périmètre	Tronçon	Longueur (m)	Debit (m3/h)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	P.D.C (1) (m)
2	F2 -R2	55	72	150	1,13	0,69
	R2 - B	375	48	110	1,37	9,85

V.9.6 La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable (figure V,1)

$$P = P_G + J(R) + J_{AB}(PR) + J_{tot} + P_{Fi} \quad (05)$$

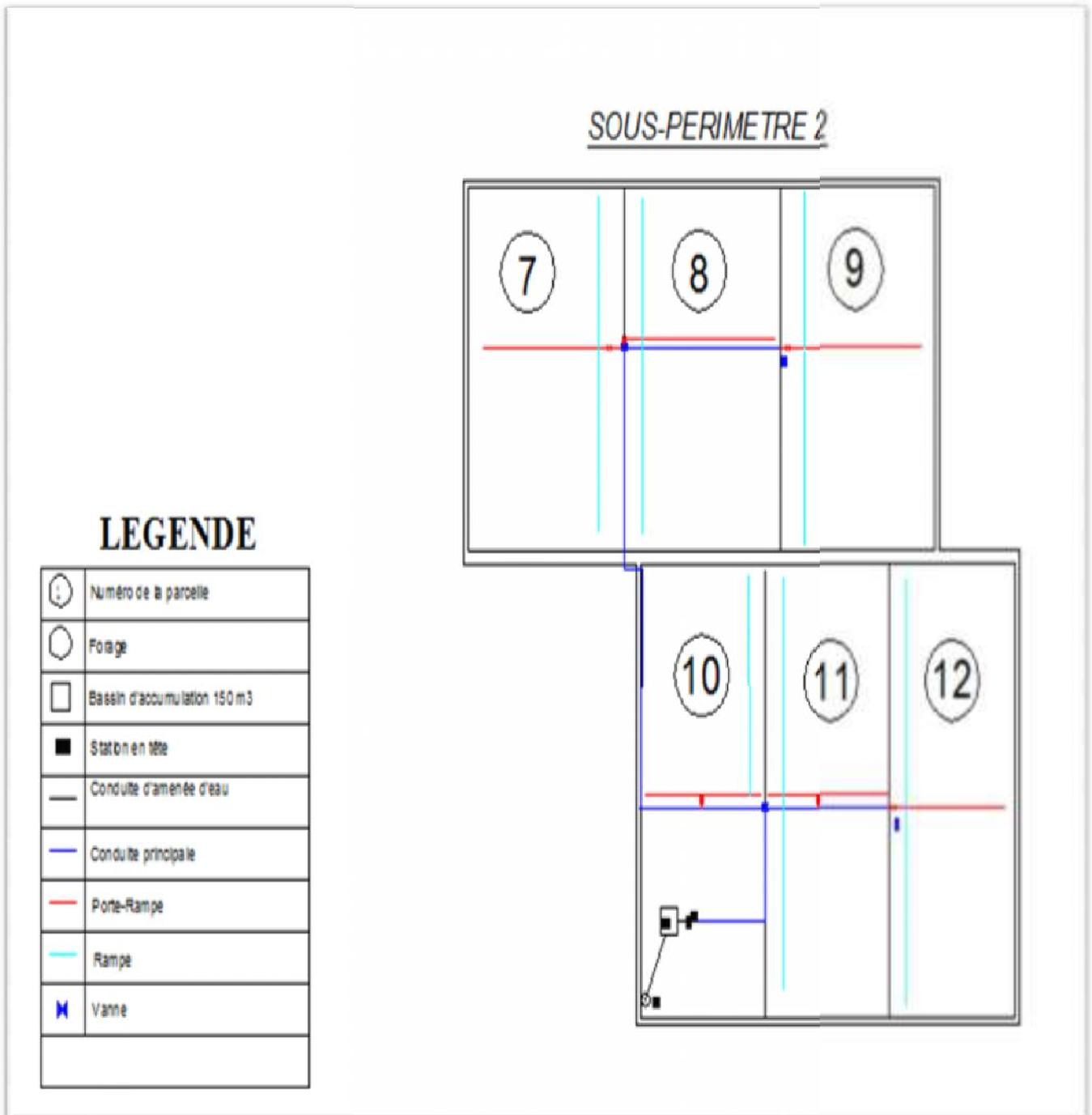
J_{FE} = Perte de charge dans la conduite reliant le Forage et la conduite principale en m ;

Tel que :

$$J_{FE} = \frac{0,478}{2,75} \cdot 125^{-4,75} \cdot 40576^{1,75} \cdot 5 = 0 \text{ m.c.e.}$$

$$\text{Donc : } P = 10 + 0,6 + 0,37 + 1,15 \times (3,20 + 0) + 0,5 = 13,51 \text{ m}$$

$$\mathbf{P = 15,15 \text{ m}}$$



FigureV-2 Description Du Réseau 02 D'irrigation Localisé

V.10. Choix de la pompe

Le choix de la pompe se fait selon les deux caractéristiques suivantes.

- Débit de la pompe.
- Hauteur d'élévation.

V.10.1. Débit de la pompe

$$Q = 72 \text{ m}^3/\text{h}.$$

V.10.2. Hauteur d'élévation

$$\text{HMT} = \Delta V_{\text{eau-sol}} + H_p + H_{p-D} \quad (05)$$

Avec :

H_{p-D} : perte de charge dans la conduite reliant la pompe et la conduite d'amené

$$H_{p-D} = \frac{0,478}{2,75} \cdot 160^{-4,75} \cdot 72000^{1,75} \cdot 2 = 0,004 \text{ m.c.e}$$

$$\text{HMT} = 4 + 15 + 0,004 = 19 \text{ m}.$$

D'après le Catalogue des pompes ; on trouve en Pompe immergée semi-axiale.



Figure V-3 : Pompe immergée semi -axiale

V.11. Capacité du bassin d'irrigation

▪ Pour Olivier

Pour irriguer à partir du forage on est tenu de projeter un bassin d'accumulation .les dimensions des réservoirs standards au niveau de

cette zone sont de 500m³. on a les dimensions suivantes 25*10*2m . une hauteur de bassin de 2 m ne suffit pas à assurer pression nécessaire en tête du périmètre qui est de 1.35bars. il faudra prévoir une petite pompe

L'irrigation journalière théorique est de 13heures, donc l'agriculteur aura besoin d'un volume de

$$V = 65 * 13 = 845\text{m}^3$$

▪ **Pour Abricotier :**

Le bassin d'irrigation pour l'abricotier a une capacité de 500m³ et de dimension de 25*10*2m

L'irrigation journalière théorique est de 14heures, donc l'agriculteur aura besoin d'un volume de :

$$V = 59. 14 = 826\text{m}^3$$

Pour irriguer le périmètre il faudra remplir le réservoir 2 fois car sa capacité est insuffisante.

Le temps de remplissage de chaque bassin est de 7 heures car le débit du forage est de 20l/s soit 72l/h.

V.12.Conclusion

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

Conclusion

Milieu fragile et ressource rare, l'eau en Méditerranée est de plus en plus soumise à des pressions multiples. La dynamique des populations et l'accroissement des besoins constituent les facteurs dominants qui ont entraîné en cette fin de siècle cette pression accrue sur les ressources en eau et ont modifié irrémédiablement l'utilisation qui est faite de la ressource.

Les hauts plateaux algériens territoire à la fois riche et vulnérable, où l'eau constitue la ressource la plus rare dont la maîtrise des flux s'avère difficile du fait de l'irrégularité, la mauvaise répartition et la faiblesse relative des précipitations auxquelles s'ajoutent plusieurs facteurs Socio-économique.

L'introduction de l'arboriculture dans la zone de BENHAR peut contribuer à améliorer le Micro climat, fixer d'avantage le sol en évitant l'érosion. sur le plan économique et social le périmètre peut créer des emplois ainsi que des petites industries de transformations agroalimentaire.

Seule une bonne gestion de l'eau et une bonne maîtrise des techniques d'irrigation moderne Peuvent concrétiser ces attentes.

Ainsi notre travail de dimensionnement des réseaux d'irrigation localisée peut servir de démarche

pour généraliser cette technique. Il faudrait cependant développer ou vulgariser la construction de

bassin d'accumulation à l'aval des forages plus grand et plus haut afin qu'ils puissent assurer les

pressions nécessaires en tête de réseaux sinon utiliser les énergies renouvelables pour le pompage.

BIBLIOGRAPHIE

-**BULLETTIN DE FAO N°36** :l'irrigation localisée, calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO, Rome **1983 P219**.

- **H. GODART**, Technique de l'ingénieur (technologie de l'eau) , édition T.I., **p.C5195 – 10, 15, 16,17, 18, 25**.

-**JEAN ROBERT TIERCELIN, 1978** : Traité d'irrigation, technique et documentation .France,

- **MICHEL DUCROCQ** : Les bases de l'irrigation, technique et documentation, Lavoisier, Paris. Editions scientifiques universitaires. Liban.

-**Ollier.CH et Poirée** :Irrigation, les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages, Eyrolles 61 boulevard Saint-Germain 75005 Paris, **1983 pages 435, 436 et 469**

-**Touibia.B, 2004** : Manuel pratique d'hydrologie Presses Madani Frères. **2004 p 34**

ANNEXE 1 :

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 2 :

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

ANNEXE 3 :

Cycle et KC des cultures

ABRICOTIER		
L'ALIMENTATION HYDRIQUE DOIT ETRE MAINTENUE APRES RECOLTE AFIN DE MIEUX PREPARER LA SAISON SUIVANTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	PETITS FRUITS	0,4
PETITS FRUITS	RECOLTE	0,6
RECOLTE	FIN ETE	0,4

AIL		
<ul style="list-style-type: none"> • POINTE DE CONSOMMATION PENANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES BULBES. LES BESOINS EN EAU ETANT ALORS VOISINS DE L'ETP. 		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FIN LEVEE	FORMATION BULBE	0,5
FORMATION BULBE	GROSSISSEMENT MAXI	0,9
GROSSISSEMENT MAXI	20J AVANT RECOLTE	0,6
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0

COURGETTE		
LES BESOINS EN EAU SONT MAXIMA PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS ET PEUVENT ATTEINDRE LE NIVEAU DE L'ETP (6 MM/JOUR).		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	FLORAISON	0,5
FLORAISON	MI RECOLTE	1
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,7

ARTICHAUT		
FORTES CONSOMMATIONS D'EAU DUES A LA LONGUEUR DU CYCLE VEGETATIF ET A L'IMPORTANCE DU DEVELOPPEMENT FOLIAIRE DE LA PLANTE. POINTE SE SITUANT A LA FIN DE MONTEE DES CAPITULES, AVANT LA PREMIERE RECOLTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION REPRISE (P-R)	2 MOIS APRES P-R	0,5
2 MOIS APRES P-R	MONTEE DES CAPITULES	0,6
MONTEE DES CAPITULES	15J AVANT 1ERE RECOLTE	0,8
15J AVANT 1ERE RECOLTE	FIN 1ERE RECOLTE	1,1
FIN 1ERE RECOLTE	FIN 2EME RECOLTE	1,2

UBERGINE		
CONSOMMATION EN EAU RELATIVEMENT CONSTANTE DANS LE TEMPS, LE COEFFICIENT CULTURAL CROIT REGULIEREMENT POUR ATTEINDRE 90 % EN DEBUT DE RECOLTE.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,5
DEBUT FLORAISON	CROISSANCE 3e ETAGE	0,6
CROISSANCE 3e ETAGE	MI RECOLTE	0,9
MI RECOLTE	FIN CULTURE	0,6

BETTERAVE		
PENDANT LA FORMATION DES RACINES, LA CONSOMMATION ATTEINT ET PEUT MEME DEPASSER LE NIVEAU DE L'ETP.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS	30J APRES	0,5
30 J APRES	DEBUT TUBERISATION	0,7
DEBUT TUBERISATION	RECOLTE	1

CAROTTE		
PENDANT LE PREMIER MOIS APRES LE SEMIS, FAIBLES APPORTS FREQUENTS.		
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS	30J APRES	0,5
30J APRES	RECOLTE	1

CEREALES PAILLE MALGRE DE BONNES RESERVES EN EAU DANS LES SOLS, ENTRE LA CROISSANCE ET LA MONTAISON, IL CONVIENT DE SUIVRE DE PRES LES BILANS HYDRIQUES A CE STADE

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
CROISSANCE	MONTAISON	1,15
MONTAISON	FIN DU STADE LAITEUX	1
FIN DE STADE LAITEUX	15J AVANT RECOLTE	0,7

CHOU-FLEUR CONSOMMATION REGULIERE AVEC POINTE PASSAGERE, MAIS MARQUEE A L'APPARITION DES INFLORESCENCES

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	APPARITION INFLORESCENCES	0,5
APPARITION INFLORESCENCES	DEBUT FORMATION CHOU	1
DEBUT FORMATION CHOU	RECOLTE	1,3

COURGETTE LES BESOINS EN EAU SONT MAXIMA PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS ET DEVIENT ATTEINDRE LE NIVEAU DE L'ETP (6 MM/10J)

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	FLORAISON	0,5
FLORAISON	MI RECOLTE	1
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,7

HARICOT CONSOMMATION D'EAU CROISSANT REGULIEREMENT ET ATTEIGNANT L'ETP PENDANT LA RECOLTE

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
30J APRES LEVEE	FLORAISON	0,6
FLORAISON	FORMATION GOUSSESAGE	0,8
FORMATION GOUSSESAGE	RECOLTE	1

LUZERNE FETUQUE DACTYLE

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
REPRISE VEGETATIFS	20J APRES COUPE 1	1
20J APRES COUPE 1	10J APRES COUPE 2	0,9
10J APRES COUPE 2	10J APRES COUPE 4	0,7

MAIS IRRIGATION POUVANT ETRE LIMITEE DU 20/6 AU 20/8 ; DEBUT D'INTERVENTION IMPERATIF A PARTIR DU STADE APEX A 15-20 CM DE HAUTEUR DE LA TIGE. POSSIBILITE D'IRRIGATION QUASI-SYSTEMATIQUE A RAISON DE 50 MM PAR DECADE ENTRE 20/6 ET 20/8 EN SOL CAPABLE DE LIBERER 100 MM PENDANT CETTE PERIODE (A DEDUIRE PLUIES SUPERIEURS A 20 MM PAR DECADE).

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS-LEVEE	1 MOIS APRES	0,5
1 MOIS APRES	MONTAISON	0,7
MONTAISON	10J APRES FLEUR MALE	1,2
10J APRES FLEUR MALE	FLORAISON FEMELLE	1,1
FLORAISON FEMELLE	FIN STADE LAITEUX	0,9

MELON LE COEFFICIENT CROIT REGULIEREMENT POUR ATTEINDRE 100% EN PERIODE DE FORTE DEMANDE

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,4
DEBUT FLORAISON	NOUAISON	0,6
NOUAISON	GROSSISSEMENT FRUITS	1
GROSSISSEMENT FRUITS	EN COURS DE RECOLTE	0,65

OIGNON LES BESOINS EN EAU DEPASSENT L'ETP PEU APRES LE DEBUT DE LA MATURITE.

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
LEVEE	30J APRES	0,6
30J APRES	60J APRES	0,8
60J APRES	DEBUT MATURITE	1
DEBUT MATURITE	20J AVANT RECOLTE	1,1
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0,5

OLIVIER EN MAI-JUIN LES ARROSAGES FAVORISENT LA FLORAISON ET LA NOUAISON. PENDANT LE GROSSISSEMENT DU FRUIT (AOUT-SEPTEMBRE) LES CONSOMMATIONS EN EAU SE MAINTIENNENT A UN NIVEAU RELATIVEMENT ELEVE.

Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
REPRISE VEGETATION	FIN NOUAISON	0,5

FIN NOUAISON	30J APRES NOUAISON	0,7
30J APRES NOUAISON	60J APRES NOUAISON	0,8
60J APRES NOUAISON	30J AVANT RECOLTE	0,5
PECHER SOL NU	CONSOMMATION ASSEZ REGULIERE DE MAI A AOUT. EVITER TOUT RISQUE DE DEFICIT HYDRIQUE PENDANT LA PERIODE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS. REDUIRE LE NIVEAU D'ALIMENTATION EN EAU UNE QUINZAINE DE JOURS AVANT LA RECOLTE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,5
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT COLORATION	0,8
FRUITS FORMES DEBUT COLORATION	RECOLTE	0,6
POIRIER SOL NU	CONSOMMATION EN EAU IMPORTANTE DANS LA PHASE GROSSISSEMENT DES PETITS FRUITS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,6
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT	0,8
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES FIN	0,9
FRUITS FORMES	RECOLTE	0,6
POIVRON	CONSOMMATION EN EAU SE RAPPROCHANT DE L'ETD PENDANT LA PHASE DE GROSSISSEMENT DES FRUITS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT FLORAISON	0,5
DEBUT FLORAISON	CROISSANCE 3e ETAGE	0,6
CROISSANCE 3e ETAGE	MI RECOLTE	0,7
MI RECOLTE	FIN RECOLTE	0,6
POMME DE TERRE	CONSOMMATION IMPORTANTE PENDANT LA TUBERISATION QUI EST UNE PHASE DE SENSIBILITE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
LEVEE	CROISSANCE (20J APRES)	0,5
CROISSANCE (20J APRES)	FIN TUBERISATION	1,1
FIN TUBERISATION	20J AVANT RECOLTE	0,8
20J AVANT RECOLTE	RECOLTE	0
POMMIER SOL NU	CONSOMMATION EN EAU CROISSANT BECUIEREMENT DE DEBUT MAI A FIN JUIN ET PUIS DIMINUANT PROGRESSIVEMENT DE DEBUT AOUT A FIN SEPTEMBRE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
FLORAISON	JEUNES FRUITS	0,6
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES DEBUT	0,8
JEUNES FRUITS	FRUITS FORMES FIN	0,9
FRUITS FORMES	RECOLTE	0,6
RAISIN DE TABLE	LES CONSOMMATIONS EN EAU LES PLUS IMPORTANTES SE SITUENT ENTRE LA FERMETURE DE LA GRAPPE ET LA VERAISON.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
DEBOURREMENT	FEUILLES ETALEES	0,1
FEUILLES ETALEES	FLORAISON	0,2
FLORAISON	VERAISON	0,4
VERAISON	DEBUT RECOLTE	0,2
SALADE D'ETE	LES APPORTS D'EAU DEVRONT ETRE ASSEZ FREQUENTS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	DEBUT CROISSANCE ACTIVE	0,4
DEBUT CROISSANCE ACTIVE	RECOLTE	0,7
SORGHO	EN PHASE DE CONSOMMATION ACTIVE LES BESOINS DERASSENT NETTEMENT L'ETD. UNE RESTRICTION A CE NIVEAU DIMINUE FORTEMENT LES RENDEMENTS.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
SEMIS-LEVEE	20J APRES	0,5
20J APRES	40J APRES LEVEE	0,8
40J APRES LEVEE	80J APRES LEVEE	1,2
80J APRES LEVEE	40J AVANT RECOLTE	1
40J AVANT RECOLTE	10J AVANT RECOLTE	0,8
TOMATE	CONSOMMATION D'EAU IMPORTANTE PENDANT LE GROSSISSEMENT DES FRUITS. EN BAISSE MAIS TOUTEFOIS PROCHE DE L'ETD PENDANT LA PHASE DE MATURITE.	
Du stade :	Au stade :	Coefficient Kc
PLANTATION	REPRISE	0,2
REPRISE	FLORAISON 3e BOUQUET	0,6
FLORAISON 3e BOUQUET	MI RECOLTE	0,9
MI RECOLTE	FIN CULTURE	0,7

