

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 de Drainage**

**THEME :**

**ETUDE DU RESEAU D'IRRIGATION AU GOUTTE A  
GOUTTE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE SITUEE A  
EL GHROUS (W.BISKRA)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> NOUAS ZAKARIA**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité M<sup>r</sup></b>
<b>T.KHETTAL</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> A.AZIEZ</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> D.DJODAR</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup>D.KOLIAI</b>	<b>Ing en chef</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup>S.LEULMI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup>S.HARKAT</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Promotrice</b>

**Septembre-2013**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail : A vous chers parents, essayant ainsi de vous exprimer toute ma gratitude pour toute que vous m'avez apporté*

*A mes frères : Mouhamed, Djamel et Oussama*

*A mes sœurs: Assala et Amina*

*A me neveu : Abdellaziz*

*Aux membres des familles : NOUAS et HASSNAOUI.*

*A tous mes chers amis de club N.R.H. Birine de Hand Ball,*

*ET*

*A tous mes collègues de L'ENSH*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.*

*NOUAS Zakaria*

## REMERCIEMENT

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à*

*Mon promotrice Mme.HARKAT pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente mémoire.*

*Je remercie également tous mes professeurs, pour l'aide précieuse, qu'ils m'ont apporté durant l'élaboration de ce modeste travail. .*

*Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.*

*NOUAS Zakaria*

## ملخص

النقص الكبير في الموارد المائية أدى إلى تحديث تقنية السقي بالتنقيط في الجزائر كوسيلة للاستعمال العقلاني للماء. وفي هذا الصدد تقدم هاته المذكرة التي نقوم من خلالها بدراسة شاملة للمنطقة التي أنجز فيها هذا المشروع، من حيث الشروط الطبيعية. الهدف الأساسي من وراء هذا العمل، هو تحديد الأبعاد لشبكة السقي. وفي الأخير توصلنا إلى إعطاء بعض الملاحظات والحلول من خلال النتائج المحصل عليها.

## RESUME

Le grand manque des ressources hydriques a amené au développement de la technique d'irrigation à la goutte à goutte en Algérie, comme moyen d'utilisation rationnelle et économique de l'eau.

La politique agricole actuelle a permis aux agriculteurs d'installer le système d'irrigation à la goutte à goutte. Cependant on notera qu'en pratique il existe une certaine anarchie, surtout pour les études et la mise en place des réseaux d'irrigation localisée.

Ainsi au terme de ce travail nous avons pu émettre certaines conclusions et recommandations quant à la bonne conception, exploitation et gestion d'un tel système.

## ABSTRACT

The large lack in hydrolyse resources led to development of irrigation in Algeria, like a way of rational and economical use of water. This aim appears in this dissertation in witch, we have mode a general study of the area where our project, is concerned iota climate conditions and the ground...etc.

The principal aim of this dissertation is a pursuance of a local area network realized without study and makes a comparison between theoretical results.

Finally, we have given some observations and recommendations.

# Sommaire

---

<u>Titre</u>	<u>Page</u>
❖ Introduction	
<b><u>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE</u></b>	
I-Situation géographique	1
II - Etude Climatologique	3
a) Pluviométrie	3
b) Température	4
c) Vent	5
d) Evaporation	5
e) Insolation	6
f) Humidité relative de l'air	6
g) Le sirocco	6
III -Indice climatique	7
-1- Indice d'aridité de Martonne	7
-2- Quotient pluviométrique d'EMBERGER	7
-3- Diagramme de Gaussen	9
IV - La situation socio-économique	10
a) La population	10
b) L'emploi	10
Conclusion	10
<b><u>CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE</u></b>	
I- ETUDES PEDOLOGIQUE	11
A - Paramètres du sol	11
B-L'aptitude culturale des sol	12
II- Les ressources en eaux	13
II-1- Généralité	13
II-2- Les ressources en eau d'irrigation du périmètre à étudié	14
II-3- Qualité des eaux d'irrigation	15
II-3-1- La salinité	15
II-3-2- La conductivité électrique	15
II-3-3- Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R	16
II-4-Conclusion	16

III- HYDROLOGIE	17
III-1-Etudes des précipitations annuelles	17
III-2- L'homogénéité de la série pluviométrique	17
III-3- Ajustement à la loi de Gauss et la loi log normal	19
III-4- Ajustement à une loi log normale	22
Conclusion	24

### **CHAPITRE III : REGIME D'IRRIGATION**

III-Introduction	25
III-1- Calculs des besoins en eau des cultures	25
III-2- Choix des cultures	26
III-3-Besoins en eau des cultures	26
III-3-1- Détermination de l'évapotranspiration	26
A- Définition	26
b- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration	27
b-1- les méthodes directes	27
b-2- les méthodes indirectes	27
III-3-2 - Calcul de la pluie efficace	29
III-4- Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural	30
III-4-1- Définition	30
III-4-2- Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	30
III-4-3- Calcul du débit spécifique	33
Conclusion	34

### **CHAPITRE IV : TECHNIQUE D'IRRIGATION**

IV-1- Généralités	35
IV-2- Choix de la technique d'irrigation	35
IV-3- Technique d'arrosage	36
IV-3-1- Irrigation gravitaire (superficielle)	36
IV-3-2- Irrigation par aspersion	38
IV-3-3- Irrigation localisée (micro irrigation)	39
IV-3-4- Irrigation souterraine	39
IV-4- Classification des réseaux d'irrigation	40
IV-4-1- selon la construction	40
IV-4-2- selon la réalisation	40
IV-4-3- selon la distribution de l'eau sur le périmètre	40
IV-4-4- selon le fonctionnement durant la période d'irrigation	40
IV-5- Mode d'arrosage	40
IV-5-1-Définition	40
IV-5-1- Avantages	41

IV-5-2- Inconvénients	42
IV-5-3- Disposition générale	42
IV-6- Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée	42
IV-6-1-Choix du type de matériau des conduites	43
IV-6-2-Les distributeurs	44
IV-6-3-Différents types de distributeurs	44
IV-6-4-Choix d'un distributeur	46
IV-6-5-Caractéristiques d'installation	47
VI-7- Entretien et protection du réseau	48
VI-7-1- Lutte contre le colmatage organique	48
VI-7-2- Lutte contre le colmatage chimique	48
VI-7-3- Purge des canalisations	48
VI-8- Contrôle de l'installation	49
VI-8-1-Contrôle et nettoyage des filtres	49
VI-8-2- Contrôle et nettoyage des distributeurs	50
Conclusion	51

## **CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION**

V-1- Introduction	51
V-2- Dimensionnement du réseau d'irrigation	51
V-2-1-Pour palmie	51
V-2-2-Calcul hydraulique	55
a-Pertes de charge dans la rampe	55
b-Le diamètre de la rampe	56
c-Débit de la porte rampe	56
d-Le diamètre de porte rampe	56
V-2-3. Pour l'olivier	56
V-3. Accessoires nécessaires pour un bassin	58
Conclusion	59

## **CHAPITRE VI : ORGANISATION DE CHANTIER**

Introduction	60
VI.1. Exécution des travaux	60
VI.1.1.Exécution de la tranchée	60
VI.1.2Profondeur de la tranchée	61
VI.1.3 Les actions reçues par les conduites	61
VI.2 .Engins nécessaires pour l'exécution des travaux	62
VI.3 .Exploitation du système d'irrigation	63
VI.3.1.Objectif de l'exploitation	64
VI.3.2.Surveillance et entretien du réseau	64
Conclusion	64

## CHAPITRE VII : PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL

Introduction	65
VII.1. Cause des accidents	65
VII.2. Les conditions et les actions dangereuses	66
VII.3. Prévention des accidents de travail	66

## LISTE DES FIGURES

<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
<b><u>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE</u></b>	
Figure I.1 : Localisation de la commune dans la wilaya de Biskra	1
Figure I.2: La Zone d'étude	1
Figure I.3: carte météorologique	3
Figure I.4 Graphes de température	5
Figure I.5: Climagramme pluviométrique d'EMBERGER	8
Figure I. 6: Diagramme de Gaussen	9
<b><u>CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE</u></b>	
Figure 1 : Carte pédologique de la wilaya de Biskra	11
Figure 2: Flux de commercialisation des produits dans le marché d'El Ghrous	13
Figure 3: Carte hydrogéologique d'EL Ghrous	14
Figure 4: ajustement à une loi Normale	21
Figure 5: ajustement à une loi Log-normale	23
<b><u>CHAPITRE IV : TECHNIQUE D'IRRIGATION</u></b>	
Figure VI.1: Irrigation par planche de ruissellement	37
Figure VI.2: Irrigation par submersion	37
Figure VI.3: Irrigation à la raie	38
Figure VI.4: Partie essentielle d'une installation en aspersion	39
Figure VI.5: zone humidifié par le goutteur	42
Figure VI.6: Diluer d'engrais	43
Figure VI.7 Filtre à tamis	44
Figure VI.8: Filtre hydro-cyclone	44
Figure VI.9. Goutteur	44
Figure VI.10. Gaines	45
Figure VI.11. Tubes poreux	45
Figure VI.12. Mini diffuseurs	45
Figure VI 13 : Schema type d'un réseau d'irrigation localisée	46
Figure VI. 14: Purge du réseau	49
Figure VI. 15 : Filtre à gravier	49
Figure VI. 16: Nettoyage filtre à tamis	50
Figure VI. 17: Contrôle et nettoyage des distributeurs	51
<b><u>CHAPITRE VI : ORGANISATION DE CHANTIER</u></b>	
Figure VI. 1 : Schéma d'une tranchée	61
Figure VI. 2 : Pelle équipée en rétro_excavateur	63
Figure VI. 3 : Camion	63

## LISTE DES PLANCHES

- PLANCHE N°1 : Localisation de la région du périmètre d'irrigation d'El Ghrous(W.Biskra)  
PLANCHE N°2 : Plan du réseau projeté goutte a goutte du périmètre d'El Ghrous(W.Biskra)  
PLANCHE N° 3 : Plan d'occupation du sol du périmètre d'El Ghrous (W.Biskra)  
PLANCHE N° 4 : Profil en long de la conduite principale du périmètre d'El Ghrous(W.Biskra)

**CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE**

Tableau I-1- série pluviométrique (station BISKRA 1990-2009)	2
Tableau I-2- Pluviométrie moyenne mensuelle	4
Tableau I-3- Température moyenne mensuelle	4
Tableau I-4- Vitesses moyennes mensuelles des vents	5
Tableau I-5- L'évaporation moyenne mensuelle	5
Tableau I-6- Insolations moyennes mensuelles	6
Tableau I-7- Humidités relatives moyennes mensuelles	6
Tableau I-8- Fréquence du sirocco	6
Tableau I-9- Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne	7

**CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE**

TableauII-1- Paramètres du sol	11
TableauII-2- Les différents résultats de l'analyse granulométrie du sol	12
TableauII-2- Test d'homogénéité de la station de BISKRA	18
TableauII-3- Ajustement à une loi de Gauss	20
TableauII-4- Ajustement à une loi log normale	22
TableauII-5- Précipitation de l'année de calcul	24

**CHAPITRE III : REGIME D'IRRIGATION**

TableauIII-1- La répartition des sols relative aux cycles culturaux	26
Tableau III-2 : Représente l'évapotranspiration de référence ETO, calculée à l'aide du logiciel CROPWAT	28
Tableau III- 3: Les précipitations efficaces	29
Tableau III- 4: Besoins en eau d'irrigation pour le palmier	32
Tableau III- 5 : Besoins en eau d'irrigation pour l'olivier	32
Tableau III- 6 : Besoins en eau d'irrigation pour les différentes cultures	33

**CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION**

TableauV-1- paramètres calculées pour palmier	54
TableauV-2- paramètres calculées pour l'olivier	57
Tableau V-3 : calcul de la rampe	57
Tableau V-4 : calcul de la porte rampe	57
Tableau V-5 : Dimension du bassin d'irrigation	58

**CHAPITRE VII : PROTECTION ET SECURITE DE TRAVAIL**

Tableau VII. 1 : Les conditions et les actions dangereuses	66
--	----

### **Introduction générale :**

Les régions sahariennes disposent d'un territoire immense qui couvre environ  $\frac{3}{4}$  du territoire national. Ces régions disposent aussi de ressources hydriques importantes constituées en majorité de réservoirs d'eau souterraine non renouvelable. Mais la difficulté de leur exploitation, conjuguée à la fragilité des écosystèmes sahariens et aux limites des ressources en sols, rendent l'activité agricole assez complexe et tracent la portée et les limites du développement agricole dans ces régions.

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays ; Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques en font un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

L'Algérie est confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau et le lessivage des principes éléments nutritifs du sol ; et de réduire de ce fait la productivité du sol.

L'irrigation goutte à goutte permet un accroissement du potentiel mondial des produits agricoles, grâce à une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau et à l'économie de main d'œuvre.

Le but de notre travail est de projeter un réseau d'irrigation système goutte à goutte, en prenant en considération la rareté de l'eau sur une exploitation agricole située à la commune d'El Ghrous (w.Biskra).

I. ETUDES PEDOLOGIQUE :

A. Paramètres du sol

D’après la carte pédologique et les données disponibles de l’ANRH (W.Alger) en conclue :

- Les différents paramètres du sol :

Classe	S /Classe	groupe	S /groupe
Sols Calci- Magnesiques	Carbonaté	Brun calcaire	Modal

Source A.N.R.H d’Alger

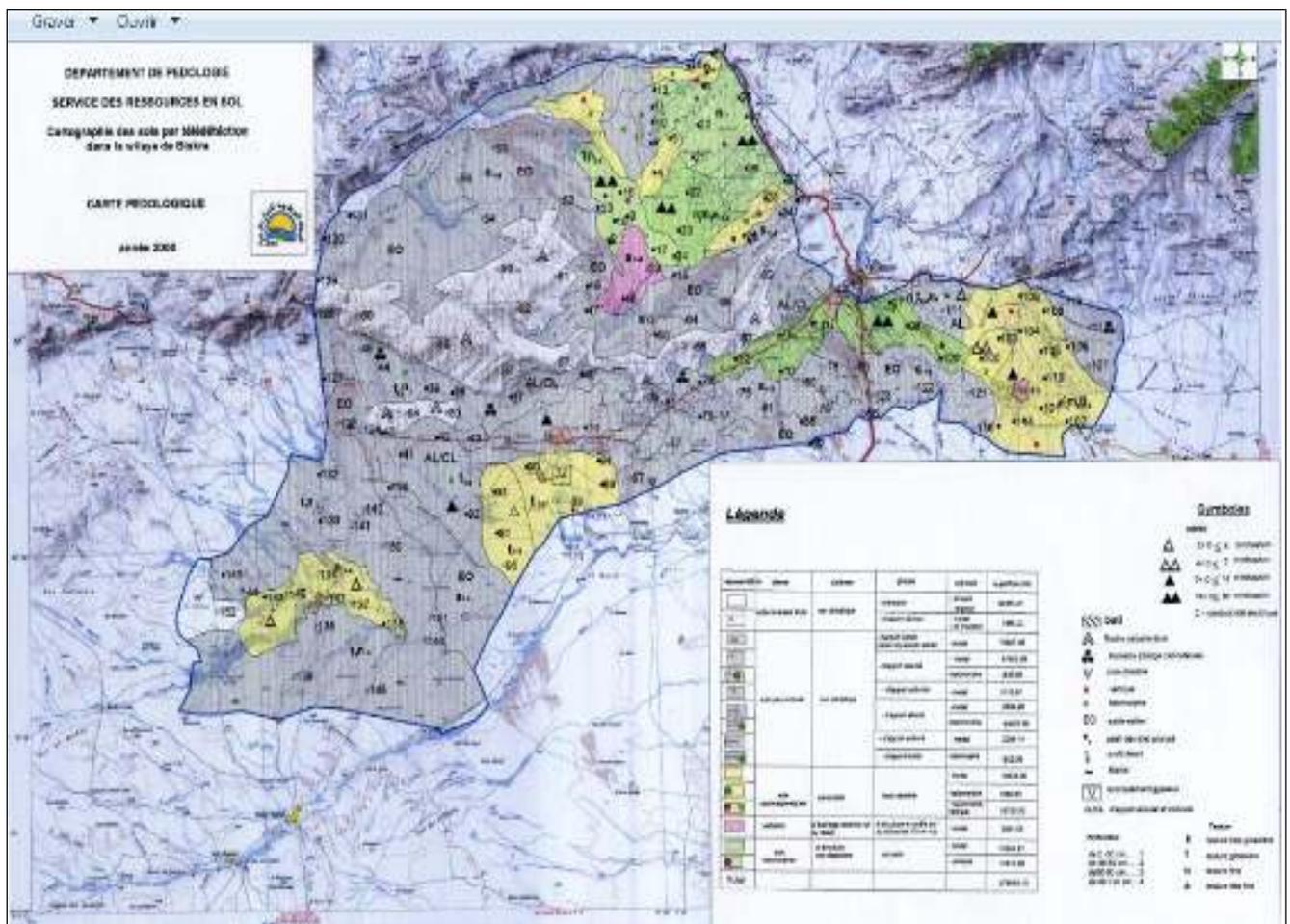


Figure N°01 : Carte pédologique de la wilaya de Biskra

- Les différents résultats de l'analyse granulométrie du sol :

**Résultats analytiques**

**Granulométrie**

Analyse	Profondeur en cm		
	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3
Argile%	17	16	16
Limon Fin %	39	10	10
Limon Grossier %	07	08	04
Sable Fin %	20	43	40
Sable Grossier %	14	24	27

**Solution en Sols**

Analyse	Profondeur en cm		
	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3
pH	7.82	7.80	7.83
Conductivité	7.43	3.43	4.69

Source :ANRH (service pédologie)

On remarque que le sol est : limono-sableux avec un PH moy = 7,81 et une conductivité C<sub>moy</sub>= 5,18ms /cm.

**B. L'aptitude culturale des sols :**

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

L'une des meilleures cultures arboricoles qui s'adapte le mieux aux sols de la région est le palmier dattier, c'est la culture primordiale dans les zones sahariennes la variété la plus commercialisable est la (Deglet-Nour) du point de vue sol, le palmier n'est guère exigeant, il est très tolérant vis-à-vis de la salinité.

Les espèces arboricoles peuvent être cultivées dans la région, à condition de prendre certaine considération technique.

L'aptitude aux cultures maraîchères est généralement bonne à condition d'entreprendre des travaux de sols et d'amendement organiques. La carte d'aptitude culturelle (**carte III**) qui permet de représenter les différentes déterminations de cultures pouvant être pratiquées dans une région donnée (Biskra en général).

Parmi les cultures les plus disponibles sont : palmier, l'olivier, et les cultures des serres tunnels.

Le marché des fruits et légumes d'El Ghrous a connu un essor important du point de vue du flux des échanges qui s'opèrent dans la zone. Ce marché est devenu un marché quotidien qui dessert environ plusieurs wilayas du pays. (Voir Figure N°02)

Les produits échangés sur le marché concernent les produits agricoles (dattes et primeurs essentiellement.... , produits phytosanitaires, ....)

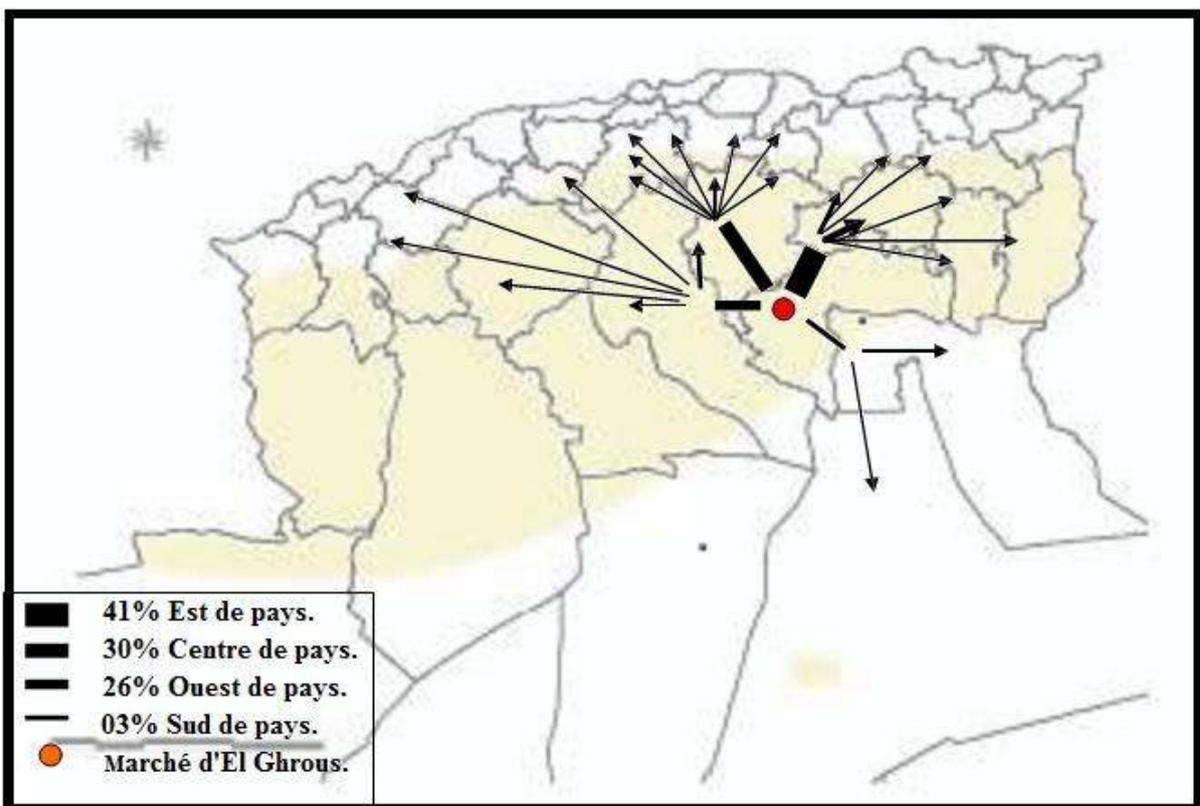


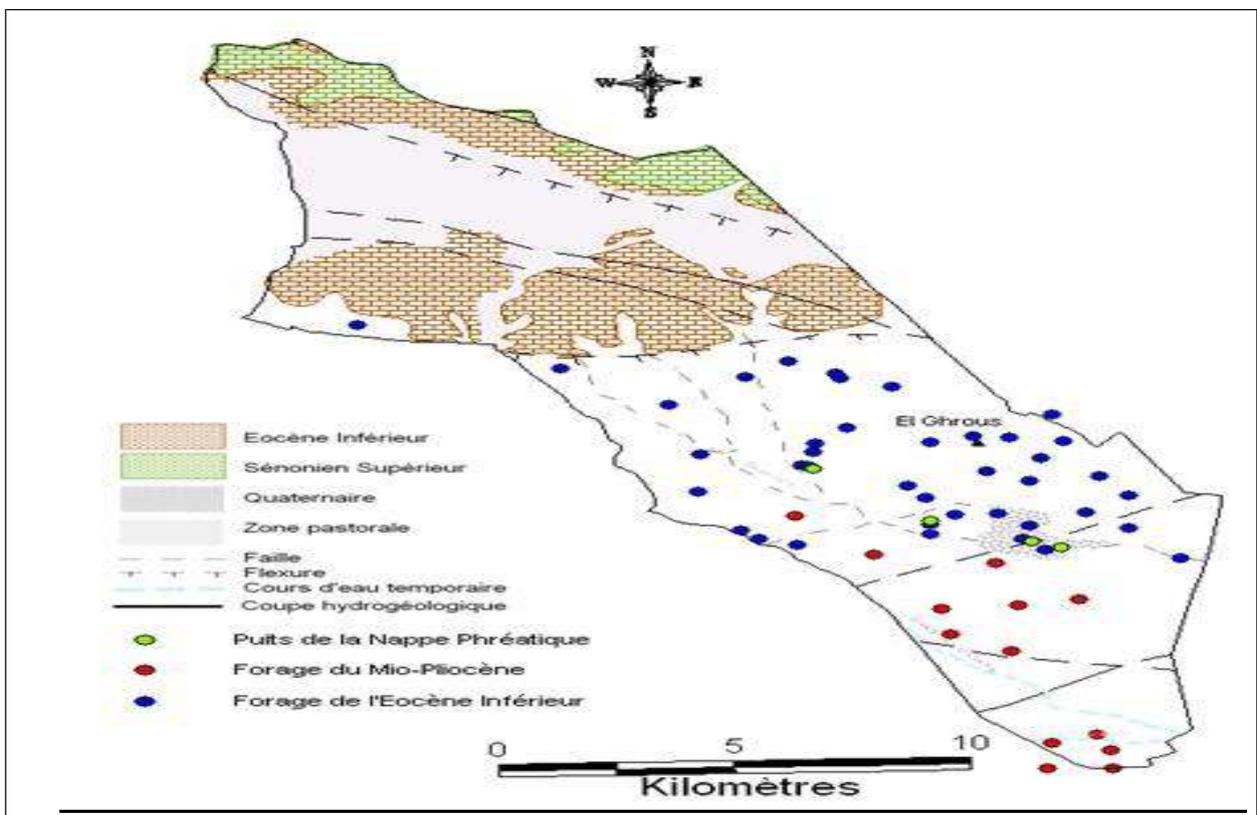
Figure N°02 : Flux de commercialisation des produits dans le marché d'El Ghrous.

## II. Les ressources en eaux :

### II.1. Généralité :

Les ressources hydriques sont constituées par les eaux souterraines, exploitées dans l'unité hydrogéologique de l'éocène inférieur. La surexploitation de ces ressources a causé de l'épuisement des nappes et le rabattement de leur niveau statique, ce qui a poussé les agriculteurs à réaliser des forages à des profondeurs qui dépassent 150 m et à creuser d'avantage la profondeur des puits qui étaient déjà réalisés.

D'après un recensement réalisé dans le terrain par les cadres de l'ANRH le nombre des forages est de 147 forages, dont la totalité se concentre dans les anciens périmètres, avec un débit qui varie d'un forage à l'autre de 06 jusqu'au 20l/s, le débit moyen est de 08 l/s (ANRH, 2010). Ce qui permet d'irriguer environ 1176 d'hectares (sachant qu'il faut en moyenne un débit d'un litre/ seconde par hectare pour satisfaire les exigences des cultures dans les régions sahariennes). Or, les superficies irriguées dans la zone sont estimées à 3100 hectares, Ce qui nous amène à dire que les ressources en eau sont insuffisantes ou bien à nous interroger sur la véracité des chiffres avancés.



**Figure N°03 : Carte hydrogéologique d'EL Ghrous**

**II.2. Les ressources en eau d'irrigation du périmètre à étudié :**

L'exploitation agricole visée connue une insuffisance remarquable en matière d'irrigation caractérisée par l'existence de deux forage d'un débit de 15 l/s et une salinité moyennement élevé.

L'irrigation par goutte à goutte sera assurée par deux bassins d'accumulation (150m<sup>3</sup> et 100m<sup>3</sup>) situés dans les deux extrémités du périmètre. Et vue que cette ressource d'eau est insuffisante on est obligé de réaliser un autre forage pour assurer les besoins des cultures.

### II.3. Qualité des eaux d'irrigation :

En novembre 2010, le laboratoire des analyses chimiques de l'eau **CRSTRA(Centre Scientifique et Technique de Recherche de la Région Aride) de Biskra** a montré que l'eau est particulièrement riche en  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  et  $\text{HCO}^{-3}$ . Dans le détail, on constate que les sulfates sont fortes concentrations atteignent des valeurs allant de 1,43 g/l à 3,14 g/l dans l'eau de la Mio-Pliocène et 0,16 g/l à 2,24 g/l dans l'eau à partir de l'Éocène inférieur, qui donne à l'eau un faciès de sulfate de calcium, parfois à du sulfate de sodium. D'où la conductivité mesurée est toujours élevée pour les eaux du Mio-Pliocène avec 5,62 mS / cm, et relativement basse pour les eaux de l'Éocène inférieur (2.55mS/cm).

#### 1. La salinité :

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

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

#### 2. La conductivité électrique :

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

$C_1$ : Risque faible	$CE \leq 0,25$
$C_2$ : Risque moyen	$0,25 < CE \leq 0,75$
$C_3$ : Risque élevé	$0,75 < CE \leq 2,25$
$C_4$ : Risque très élevé	$CE > 2,25$

**3. Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R :**

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

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \dots\dots\dots(1)$$

Avec :  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  meq/l

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

- $S_1$  : Risque faible  $S.A.R \leq 10$  ;
- $S_2$  : Risque moyen  $10 < S.A.R \leq 18$ ;
- $S_3$  : Risque élevé  $18 < S.A.R \leq 26$ ;
- $S_4$  : Risque très élevé  $S.A.R > 26$ .

❖ **Interprétation des résultats :**

Les caractéristiques des eaux d'irrigation de notre région d'étude sont :

- La valeur de la conductivité électrique de l'eau souterraine est le niveau le plus élevé enregistré de l'eau de la Mio-Pliocène (5620µS/cm). Et des valeurs plus faibles (1,711 s / cm) sont liées à l'Éocène inférieur. Cependant, les deux couches restent dans la catégorie de salinité très élevée.
- Pour le SAR, le forage des eaux souterraines et Mio-Pliocène montre les valeurs les plus élevées dépassant la valeur de 6. Ce n'est pas le cas pour les eaux de l'Éocène inférieur, et des forages du Mio-Pliocène lorsque la valeur moyenne du SAR est inférieure à 3.

**II.4. Conclusion :**

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

- $S.A.R < 10$  donc on a évité le problème de toxicité dans ce cas.
- La conductivité électrique du sol est élevée donc il faudra une dose de lessivage pour régler le problème de salinité du sol.
- . La granulométrie du sol est limono-sablo donc la perméabilité du sol est élevée.

### III. HYDROLOGIE :

#### III.1. Etudes des précipitations annuelles:

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies parmi les quelles :

- Loi de Laplace-Gauss, loi normal, et loi de Galton ou loi log-normale.
  - Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
  - Loi Gamma, loi de Pearson I et III.
  - Loi de Gumel ou loi doublement exponentielle.
- Ces lois comportent deux à trois paramètres estimés par différentes méthodes :
- Méthode des moments.
  - Méthode du maximum de vraisemblance.
  - Méthode du maximum d'entropie.

Les critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord, ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi.

#### **Le problème posé : Quelle loi choisir lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates ?**

Donc les critères de choix pouvant être retenus sont :

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir.
- A qualité égale et nombre de paramètre égal, il faut comparer les estimations des deux lois ; si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple, si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

#### **III-2-. L'homogénéité de la série pluviométrique :**

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

On divise la série complète en deux sous série : x et y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries, considérant généralement  $N_1 > N_2$ .

On constitue par la suite, la série x union y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

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

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

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

$W_x$  : Somme des rangs de sous séries

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

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

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité pour la station de BISKRA.

**Tableau II.2** : Test d'homogénéité de la station de BISKRA

Série origine	Série X	Série Y	RANG	TRI	xuy
143	143	128,8	1	57,1	Y
119,7	119,7	78,9	2	61,4	Y
172,2	172,2	57,1	3	63,6	X
63,6	63,6	131	4	78,9	Y
106,3	106,3	252,2	5	106,3	X
199	199	124,5	6	112,8	X
137,4	137,4	156,4	7	119,7	X
165,9	165,9	146,6	8	124,5	Y
112,8	112,8	61,4	9	128,8	Y
128,8		310,3	10	131	Y
78,9		193,1	11	137,4	X
57,1			12	143	X
131			13	146,6	Y
252,2			14	156,4	Y
124,5			15	165,9	X
156,4			16	172,2	X
146,6			17	193,1	Y

61,4			18	199	X
310,3			19	252,2	Y
193,1			20	310,3	Y

$W_x = 93$

$W_{min} = 68,20$

$W_{max} = 120,80$

$68,20 < W_x < 120,80$

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

**III.2. Ajustement à la loi de Gauss et la loi log normal:**

**1. la loi de Gauss**

Le procédé de calcul consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.

$$F(x) = \frac{n-0.5}{N} \dots\dots\dots (2)$$

Avec :

n : Numéro d'ordre.

N : Numéro d'années observées.

✓ Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon.

▪ La moyenne arithmétique. 
$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{X_i}{n} \dots\dots\dots(3)$$

▪ L'écart type. 
$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2} \quad \text{Si } n < 30 \text{ ans}$$

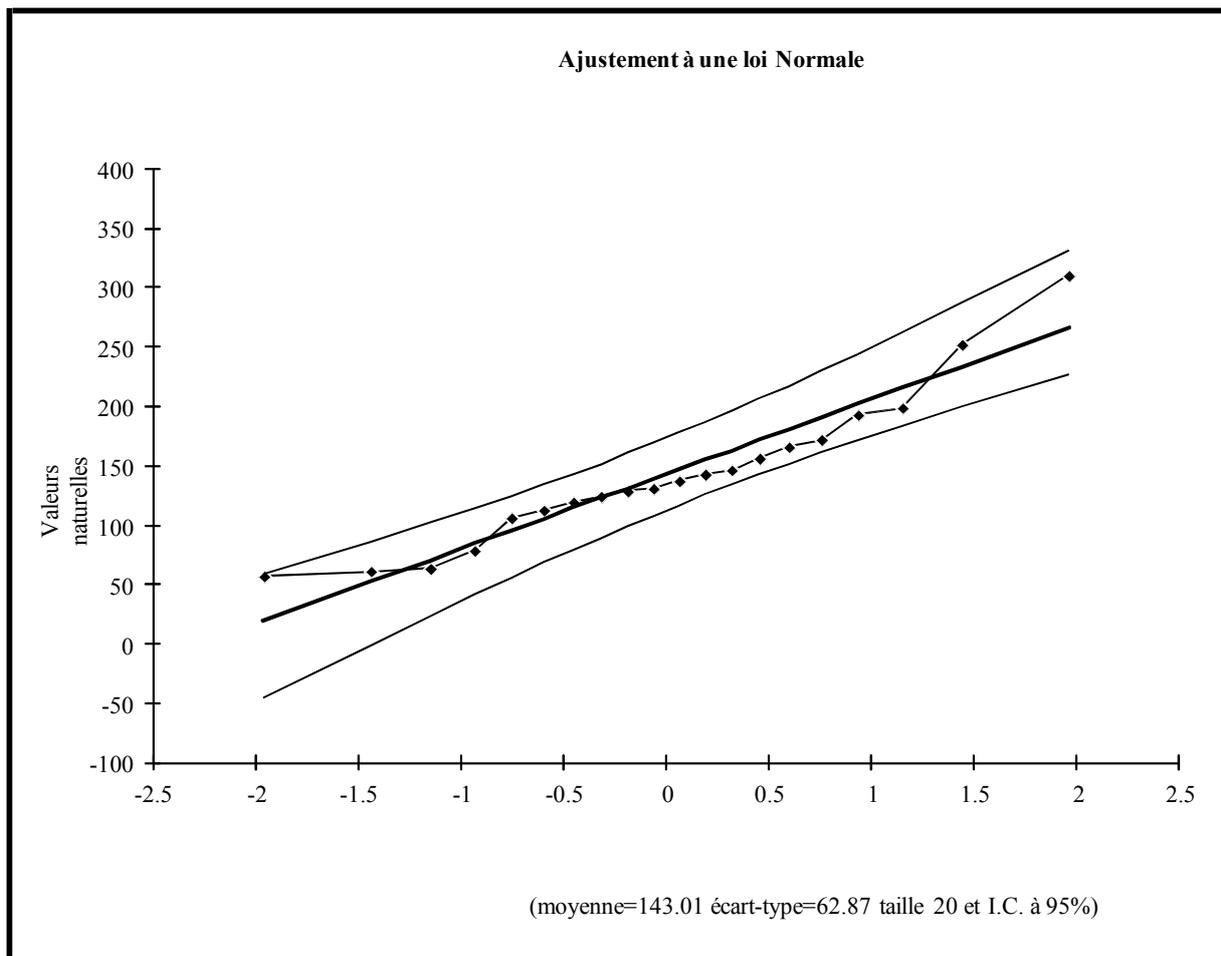
$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2} \quad \text{Si } n > 30 \text{ ans}$$

Tableau II.3 : Ajustement à une loi de Gauss :

Taille n= 20 Moyenne= 143,01  
 Ecart-  
 type= 62,8704256 I.C. à (en%)= 95 U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable Réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
143	57,1	1	0,0250	-1,960	57,1	19,7591371	-45,455129	58,7724865
119,7	61,4	2	0,0750	-1,440	61,4	52,4891316	-0,6423056	86,3774601
172,2	63,6	3	0,1250	-1,150	63,6	70,6816225	23,6906184	102,296914
63,6	78,9	4	0,1750	-0,935	78,9	84,2573738	41,4682032	114,556793
106,3	106,3	5	0,2250	-0,755	106,3	95,5316068	55,9213346	125,048826
199	112,8	6	0,2750	-0,597	112,8	105,4509	68,3608955	134,556515
137,4	119,7	7	0,3250	-0,453	119,7	114,508738	79,4620636	143,496557
165,9	124,5	8	0,3750	-0,318	124,5	123,004639	89,6269313	152,129567
112,8	128,8	9	0,4250	-0,189	128,8	131,142827	99,1219975	160,64091
128,8	131	10	0,4750	-0,063	131	139,07778	108,140935	169,178705
78,9	137,4	11	0,5250	0,063	137,4	146,94222	116,841295	177,879065
57,1	143	12	0,5750	0,189	143	154,877173	125,37909	186,898003
131	146,6	13	0,6250	0,318	146,6	163,015361	133,890433	196,393069
252,2	156,4	14	0,6750	0,453	156,4	171,511262	142,523443	206,557936
124,5	165,9	15	0,7250	0,597	165,9	180,5691	151,463485	217,659104
156,4	172,2	16	0,7750	0,755	172,2	190,488393	160,971174	230,098665
146,6	193,1	17	0,8250	0,935	193,1	201,762626	171,463207	244,551797
61,4	199	18	0,8750	1,150	199	215,338378	183,723086	262,329382
310,3	252,2	19	0,9250	1,440	252,2	233,530868	199,64254	286,662306
193,1	310,3	20	0,9750	1,960	310,3	266,260863	227,247514	331,475129

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	195,912742	166,057949	237,013707	195,912742	0,001	0,5
0,5	0,000	143,010006	112,520925	173,499089	143,010006	0,001	0,2
0,2	-0,001	90,107258	49,0062933	119,962051	90,107258	0,000	0,1



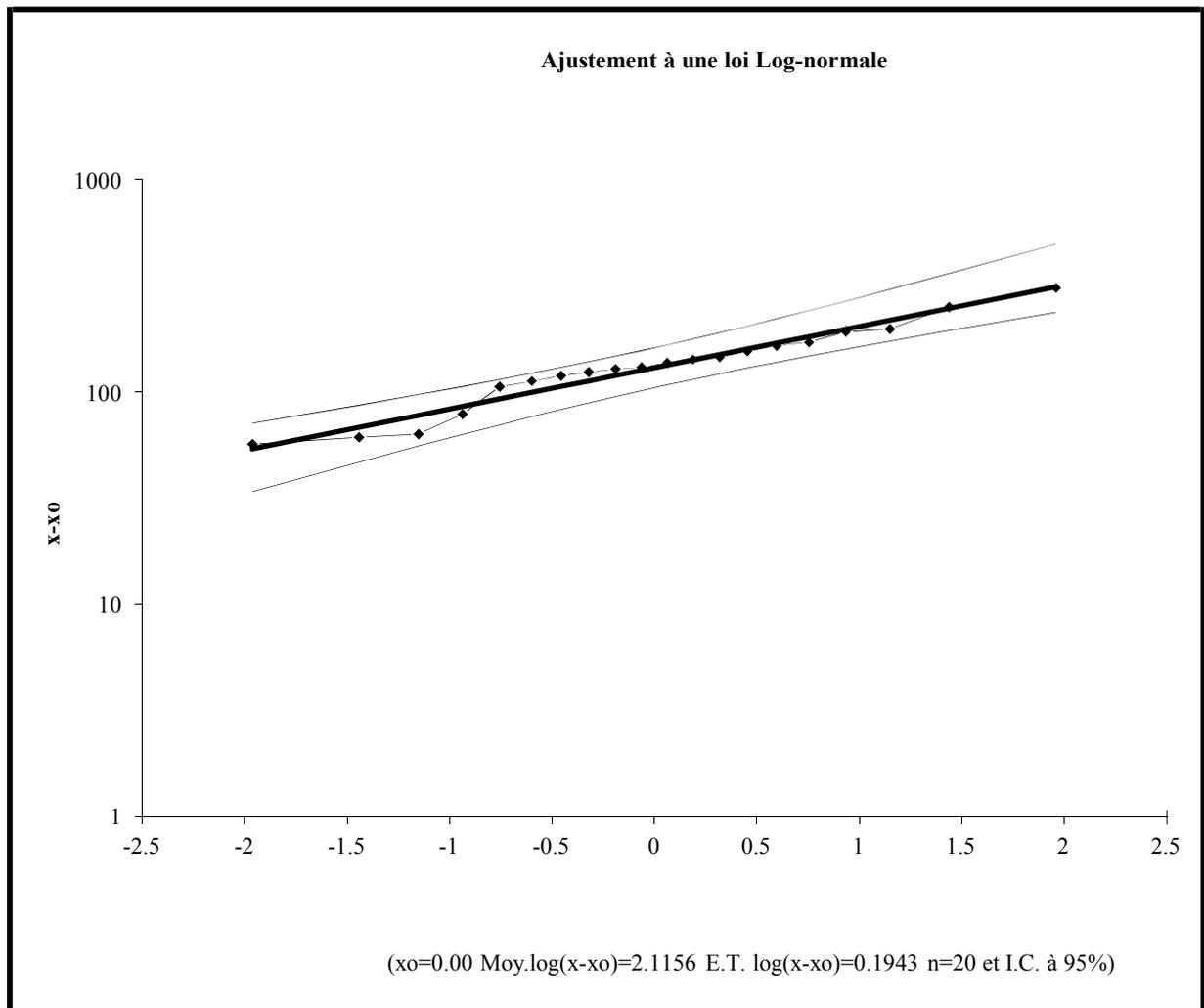
**Figure N°04 :ajustement à une loi Normale**

2. la loi log normale

Tableau II.4 : Ajustement à une loi log normale :

			Ajustement à une loi Log-normale					
Taille								
n=	20	Moy.log(x-xo)=	2,115618343					
xo=	0	E.T. log(x-xo)=	0,194283335		I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1,960	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable Réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
143	57,1	1	0,025	-1,960	57,1	54,2933	34,1366	71,664825
119,7	61,4	2	0,075	-1,440	61,4	68,5313	46,9571	87,219067
172,2	63,6	3	0,125	-1,150	63,6	78,0024	55,8336	97,680084
63,6	78,9	4	0,175	-0,935	78,9	85,9132	63,3625	106,58393
106,3	106,3	5	0,225	-0,755	106,3	93,0893	70,2256	114,84561
199	112,8	6	0,275	-0,597	112,8	99,897	76,7249	122,88397
137,4	119,7	7	0,325	-0,453	119,7	106,547	83,0312	130,95495
165,9	124,5	8	0,375	-0,318	124,5	113,187	89,2592	139,25147
112,8	128,8	9	0,425	-0,189	128,8	119,935	95,4981	147,94548
128,8	131	10	0,475	-0,063	131	126,902	101,828	157,21188
78,9	137,4	11	0,525	0,063	137,4	134,205	108,331	167,25202
57,1	143	12	0,575	0,189	143	142,001	115,116	178,33716
131	146,6	13	0,625	0,318	146,6	150,466	122,303	190,80233
252,2	156,4	14	0,675	0,453	156,4	159,843	130,051	205,11401
124,5	165,9	15	0,725	0,597	165,9	170,484	138,593	221,97311
156,4	172,2	16	0,775	0,755	172,2	182,952	148,294	242,51652
146,6	193,1	17	0,825	0,935	193,1	198,233	159,788	268,78477
61,4	199	18	0,875	1,150	199	218,338	174,353	305,0291
310,3	252,2	19	0,925	1,440	252,2	248,512	195,265	362,68978
193,1	310,3	20	0,975	1,960	310,3	313,683	237,646	498,90369

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,001	190,1513266	153,7593	254,7477222	190,151	0,001	0,5
0,5	0,000	130,502359	105,0511	162,1198831	130,502	0,001	0,2
0,2	-0,001	89,56479282	66,85384	110,7631125	89,5648	0,000	0,1



**Figure N°05 :ajustement à une loi Log-normale**

❖ **Reconstitution de l'année de calcul :**

D'après les deux lois on peut déterminés les précipitations annuelles donc la probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée pour la fréquence P(%) =20% ; et on a aussi les résultats des tableaux et des graphes sont suffisantes de la détermination des précipitations annuelles. donc d'après la courbe théorique, on a trouvé X (20%)= 90,11 mm et :

$$P_{\text{men } 80\%} = p_{\text{men,moy}} \times (p_{80\%} / p_{50\%}) \dots \dots \dots (4)$$

- $p_{\text{men } 80\%}$  : Précipitation mensuelle de l'année de calcul.
- $P_{\text{men, moy}}$  : Précipitation mensuelle moyenne de 20ans.
- $P_{80\%} = 90,11\text{mm}$
- $P_{50\%} = 143,01\text{ mm}$
- $(p_{80\%} / p_{50\%}) = 0,63$

**Tableau II.5 : Précipitation de l'année de calcul**

Mois	janv	fev	Mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	Oct	nov	Dec	annuel
$p_{\text{men,moy}}$	24,65	11,77	18,35	17,20	6,95	3,51	0,51	1,56	16,90	11,97	16,34	13,64	143,31
$p_{\text{men}80\%}$	15,53	7,41	11,56	10,84	4,38	2,21	0,32	0,98	10,65	7,54	10,69	8,59	90,7

**III- Introduction :**

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

**III.1- Calculs des besoins en eau des cultures :**

La quantité d'eau qu'il faut donner pour l'irrigation d'un hectare (ha) de la culture pendant toute la période de végétation s'appelle, dose d'irrigation et est défini par régime d'irrigation. Dans ce chapitre on va déterminer les besoins en eau de la culture ainsi que leur régime d'irrigation.

- **Définition d'un régime d'irrigation :** Le régime d'irrigation est défini comme étant l'ensemble du nombre de doses d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures au cours de toute leur période de végétation dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.
- **Définition des Besoins en eau des cultures :** Généralement le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale. Ou d'autre part , le besoins en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans des conditions optimales de sol. Ces dernières consistent en une fertilité et une humidité suffisantes pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.
- **Les besoins en eau à satisfaire sont à estimer en deux phases :** Les besoins unitaires : Relatifs à un hectare de chacune des cultures envisageables pour la zone étudiée.
- **Les besoins globales Du périmètre d'irrigation :** Pour calculer ces besoins, il faut y avoir les données climatiques et édaphiques les variables qui composent le bilan hydrique au niveau de l'aire d'irrigation ce sont :
  - Les besoins en eau maximum de chaque culture (évapotranspiration moyenne ETM).
  - La pluie efficace (Pe).
  - La fraction de la réserve utile du sol (RFU).

**III.2- Choix des cultures :**

Les choix des cultures à mettre en place doit concilié entre les critères suivant :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour notre périmètre les cultures envisagées sont les Arboricultures comme :

- Palmier dattier.
- L'Oliviers.

Le choix de ces cultures dans notre périmètre est bien réparti dans le temps. Le tableau suivant exprime la répartition des sols relatifs aux cycles culturaux retenus pour le projet.

**Tableau III-1 : La répartition des sols relative aux cycles culturaux.**

	SE	O	N	D	JA	FE	M	A	M	JU	JU	A
<b>Palmier</b>												
<b>Olivier</b>												

**III.3-Besoins en eau des cultures :**

Les cultures se développer, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui constitue la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

**III.3-1- Détermination de l'évapotranspiration :****a- Définition :**

L'évapotranspiration se définit comme étant le rejet global de vapeur d'eau par le sol et par les feuilles d'une plante. On distingue deux types d'évapotranspiration :

- Evapotranspiration potentielle ETP.
- Evapotranspiration réelle ETR.

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

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

### **b- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration :**

On distingue généralement deux méthodes:

#### **1. les méthodes directes:**

L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique: l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal.

- **l'évaporomètre piche:** il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard; la tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lit directement sur les graduations du tube.
- **le bac évaporant:** cet appareil très simple, permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

#### **2. les méthodes indirectes:**

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir des formules ne comportant que des données climatiques. Celles-ci ont l'avantage d'être en général assez facilement dans de nombreuses régions.

- **Parmi ces formules, on peut citer :** formule de turc, blaney criddle, penman, mais ces formules ne peuvent pas toutes être équivalentes, leurs représentations varient selon les paramètres utilisés et des régions climatiques où elles ont été établies.
- **les formules les plus utilisées en Algérie sont celles de:** Blaney–criddle (U.S.A 1945); turc (France 1960) et penman (Angleterre 1948).

Pour notre étude; on va utiliser celle de penman.

#### **➤ Méthode de MR Penman et Monteith modifiée :**

La formule de M<sup>R</sup> Penman et Monteith modifiée se présente comme suit :

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

Tel que :

- $ET_0$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm /jour.
- $W$  : facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.
- $R_n$  : rayonnement net en évaporation équivalente, exprime en mm/jour.
- $F(u)$  : fonction liée au vent.
- $ea$  : tension de vapeur saturante a la température moyenne de l'air, en millibars.
- $ed$  : tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $ea-ed$ ) consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

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

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

- Température : Les températures max et min mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/j.

**Tableau III-2 : Représente l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel CROPWAT**

Mois	Temps max °C	Temps min °C	Humidité %	Vent Km/jours	Insol Heures	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .jour	ETopenman mm/iour
Janvier	17,0	6,8	58	363	6,9	11,0	2,91
Février	19,1	8,1	50	389	8,3	14,8	4,02
Mars	23,2	11,4	43	415	8,3	17,9	5,66
Avril	26,6	14,8	37	510	9,6	22,4	7,90
Mai	32,3	14,8	33	484	10,4	25,1	9,82
Juin	37,6	19,9	28	423	11,1	26,5	11,20
Juillet	<b>40,9</b>	<b>24,7</b>	<b>26</b>	<b>354</b>	<b>11,8</b>	<b>27,3</b>	<b>11,30</b>

<b>Août</b>	40,3	27,8	29	346	11,1	25,1	10,56
<b>Septem</b>	34,3	23,1	41	363	9	19,8	7,90
<b>Octobre</b>	28,9	18,0	47	346	8,4	15,9	5,68
<b>Novemb</b>	21,9	11,9	54	371	7,7	12,3	3,84
<b>Décemb</b>	17,5	7,9	60	363	7,3	10,6	2,78
<b>Moy</b>	28,3	15,8	42	394	9,2	19,1	6,97

**III. 3-2 - Calcul de la pluie efficace :**

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

On à :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8 \dots \dots \dots (2)$$

**Avec :**

- $P_{\text{eff}}$  : pluie annuelle efficace en (mm/mois).
- $P_{P\%}$  : pluie annuelle de probabilité en (mm/mois).

Les valeurs mensuelles d'ET<sub>0</sub>, P<sub>P%</sub> et P<sub>eff</sub> sont regroupées dans le tableau.

**Tableau III- 3: Les précipitations efficaces.**

<b>Pays : ALGERIE Station climatique : Biskra (20ans)</b>			
<b>Mois</b>	<b>ET<sub>0</sub> mm/jour</b>	<b>P<sub>P%</sub> mm/mois</b>	<b>Pluie eff mm/mois</b>
<b>Janvier</b>	2,91	15,53	12,424
<b>Février</b>	4,02	7,41	5,928
<b>Mars</b>	5,66	11,56	9,248
<b>Avril</b>	7,90	10,84	8,672
<b>Mai</b>	9,82	4,38	3,504
<b>Juin</b>	11,20	2,21	1,768
<b>Juillet</b>	<b>11,30</b>	0,32	0,256
<b>Août</b>	10,56	0,98	0,784
<b>Septemb</b>	7,90	10,65	8,52

<b>Octobre</b>	5,68	7,54	6,032
<b>Novembr</b>	3,84	10,69	8,552
<b>Décembr</b>	2,78	8,69	6,952
<b>Totaux</b>	6,97	90,7	72,64
Précipitation efficaces : 80 % da précipitation totale			

### III-4- Détermination des besoins en eau d'irrigation suivant le calendrier cultural :

#### III-4-1. Définition :

Les besoin en eau d'irrigation (B), est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sur qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc.).

#### III-4-2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :

L'appréciation des besoins en eau des cultures, par le logiciel **CROPWAT**, nécessite l'introduction des renseignements ci après :

- Durée des phases de croissance (en jour) : initiale, mi-saison, développement et récolte.
- Coefficients culturaux ( $K_c$ ) : pour chaque phase de croissance.
- Profondeur d'enracinement (P) en (mètre) : deux valeurs sont entrées celle de la phase initiale et celle de la phase plein développement.
- Tarrisement admissible (p) du sol, exprime en fraction d'humidités totales disponibles : C'est le niveau critique de l'humidité du sol a partir du quel le stress du au manque d'eau se fait sentir, affectant l'évapotranspiration et la production de la plante.
- Coefficients de réponse du rendement  $K_Y$  : pour estimer les productions dues au stress hydrique, nous devons connaître les différents coefficients de réponse pour chaque phase de croissance.

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique :

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + RFU) \dots\dots\dots(3)$$

Avec :

- B : besoin en eau d'irrigation (mm)
- E.T.M : évapotranspiration (mm / jour)
- RFU : réserve facilement utilisable
- $RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z$
- Y : degré de tarissement
- $D_a$  : densité apparente
- Z : profondeur d'enracinement mm
- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement
- $P_{ef}$  : pluie efficace  
 $P_{ef} = A.pluie$  ; ou  $A = 0,8$  à  $0,9$  (pour notre cas on a prendre  $A = 0,8$ )

L'irrigation est fait lorsque  $B < 0$ ,

**\*Remarque** : les valeurs de RFU sont tirés a partir de l’abaque (en fonction de la texture et le type des cultures).

**Et on a :**

- **Le besoin d'irrigation net, Bnet** : C’est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théorique nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (À l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).
- **Le besoin d'irrigation brut, Bbrut** : C’est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (Compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$B_{brut} = B_{net} / E_{ff} ; (mm) \dots\dots\dots(4)$$

Les résultats de calcul pour les différentes cultures sont dont les tableaux ses dessous :

Tableau III- 4: Besoins en eau d'irrigation pour le palmier:

Mois	ETO mm\j	Peff mm	KC	ETM mm\mois	RFU	B mm\mois	Eff	Bbrut mm
SEP	7,9	8,52	0,81	213,3	201	243,3	0,8	304,125
OCT	5,68	6,03	0,9	158,472	201	229,52	0,8	286,9
NOV	3,84	8,55	0,88	103,68	201	353,88	0,8	442,35
DEC	2,78	6,95	0,87	77,562	201	338,95	0,8	423,687
JAN	2,91	12,42	0,83	82,0911	201	504,05	0,8	630,066
FEV	4,02	5,93	0,77	105,806	201	261,17	0,8	326,472
MAR	5,66	9,25	0,71	166,687	201	321,00	0,8	401,251
AVR	7,9	8,67	0,65	225,15	201	236,01	0,8	295,0125
MAI	9,82	3,50	0,62	289,199	201	20,425	0,8	25,53125
JUI	11,2	1,77	0,69	319,2	20,425	-245,735	0,8	-307,1687
JUL	11,3	0,26	0,85	332,785	0	-324,849	0,8	-406,0612
AOU	10,56	0,78	0,9	301,171	0	-276,867	0,8	-346,084

Tableau III- 5 : Besoins en eau d'irrigation pour l'olivier:

Mois	ETO mm\j	Peff mm	KC	ETM mm\mois	RFU	B mm\mois	Eff	Bbrut mm
SEP	7,9	255,6	0,95	225,15	150,75	181,2	0,8	226,5
OCT	5,68	186,992	0,95	167,276	150,75	170,466	0,8	213,082
NOV	3,84	256,56	0,95	109,44	150,75	297,87	0,8	372,337
DEC	2,78	215,512	0,9	77,562	150,75	288,7	0,8	360,875
JAN	2,91	385,144	0,83	74,8743	150,75	461,019	0,8	576,274
FEV	4,02	165,984	0,78	87,7968	150,75	228,937	0,8	286,171
MAR	5,66	286,688	0,5	87,73	150,75	349,708	0,8	437,135
AVR	7,9	260,16	0,5	118,5	150,75	292,41	0,8	365,512

MAI	9,82	108,624	0,5	152,21	150,75	107,164	0,8	133,955
JUI	11,2	53,04	0,59	198,24	107,164	-38,036	0,8	-47,545
JUL	11,3	7,936	0,74	259,222	0	-251,286	0,8	-314,1075
AOU	10,56	24,304	0,89	291,350	0	-267,046	0,8	-333,808

Tableau III- 6 : Besoins en eau d'irrigation pour les différentes cultures :

mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Olivier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,036	251,286	267,046
palmier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	245,735	324,849	276,867

III-4-3. Calcul du débit spécifique :

Le but de calcul des besoins en eau est la détermination débits de pointe de chaque champ. Le débit de point est en général basé sur la satisfaction des besoins en eau de la culture la plus exigeante dans la paroi au la consommation est maximum.

Le débit spécifique est calculé à partir de fonction suivante.

$$q = \frac{BET}{T * t * k * 3.6} \dots\dots\dots(5)$$

Avec :

- BET : Besoin en eau total en m<sup>3</sup>/ha.(mois de juillet BET=576,135mm)
- T : Temps d'irrigation :22 heure/ jour.
- t : Durée d'irrigation 31 ou 30 jours.
- K : Coefficient d'effecience globale du système d'irrigation (k=0,75).

A.N :

$$q = \frac{576,135 * 10}{22 * 31 * 0,75 * 3.6} = 3,13 \text{ l/s/ha} > 1,5 \text{ l/s/ha}$$

Le débit est grand ; il convient de prendre en compte uniquement les besoins en eau de la culture la plus exigeante. (dans ce cas on prend le besoin de la palmier) .

Donc le débit spécifique sera :

$$q = \frac{32485 * 10}{22 * 31 * 0,75 * 3.6} = 1,7 \text{ l/s/ha}$$

**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 pour la culture de notre parcelle et de connaître les modalités de son application (dose, durée d'arrosage...etc).

En conclue aussi que le mois de pointe de chaque parcelle est en Juillet avec un débit de 1,7 l/s/ha,.

**VI.1. Généralités**

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère pour la croissance des plantes.

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

Tout système d'irrigation est constitué par un ensemble de canaux et d'ouvrages situés sur le terrain à irriguer. Le système est équipé de mécanismes, de matériels et d'autres dispositifs auxiliaires. Chaque système d'irrigation doit avoir les ouvrages et dispositifs hydrauliques suivants:

- Un tronçon en tête du système qui assure la prise d'eau à partir des sources d'irrigation.
- Une station de pompage pour-assurer l'irrigation des terres élevées. La station de pompage doit assurer la pression et les débits nécessaires.
- Une conduite principale pourvue d'un régulateur de pression et d'un compteur.
- Un réseau de conduites de distribution (conduites secondaires et conduites aux champs, pourvues également de compteurs et de vannes pour le réglage du débit).
- Les conduites sont pourvues de ventouses aux points haut et de point de vidange aux points bas.
- Un réseau de routes de service avec ouvrages routiers.
- Des moyens de transport.
- Un jeu de mécanismes, d'installations d'outils pour les réparations et l'entretien permanent des conduites, des ouvrages et des dispositifs du système.

**VI.2. Choix de la technique d'irrigation:**

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.

- La disponibilité en matériel sur le marché national est un autre facteur important en ce qui concerne le choix de la méthode d'irrigation.

### **VI.3. Technique d'arrosage :**

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

#### **1. Irrigation gravitaire (superficielle) :**

L'eau qui arrive à la tête de la parcelle est distribuée par simple utilisation de la pente du terrain naturel.

Ainsi le sol s'humidifie et la plante peut tirer du profit par deux mouvements de l'eau dans le sol :

- Infiltration gravitaire,
- Capillarité,

Parmi les techniques d'irrigation superficielle, on distingue :

- L'irrigation par ruissellement (planche ou calant) : Le principe consiste à faire couler une mince lame d'eau sur le sol qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche du sol, dite couche active.
- l'irrigation par infiltration (à la raie) : Il consiste à distribuer l'eau par des rigoles en raie avec un débit correspondant aux besoins de la plante.

Dans cette méthode une partie seulement de la surface du sol est humectée par infiltration latérale.

- L'irrigation par submersion : Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus ou moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre en réserve l'eau indispensable au développement des cultures.

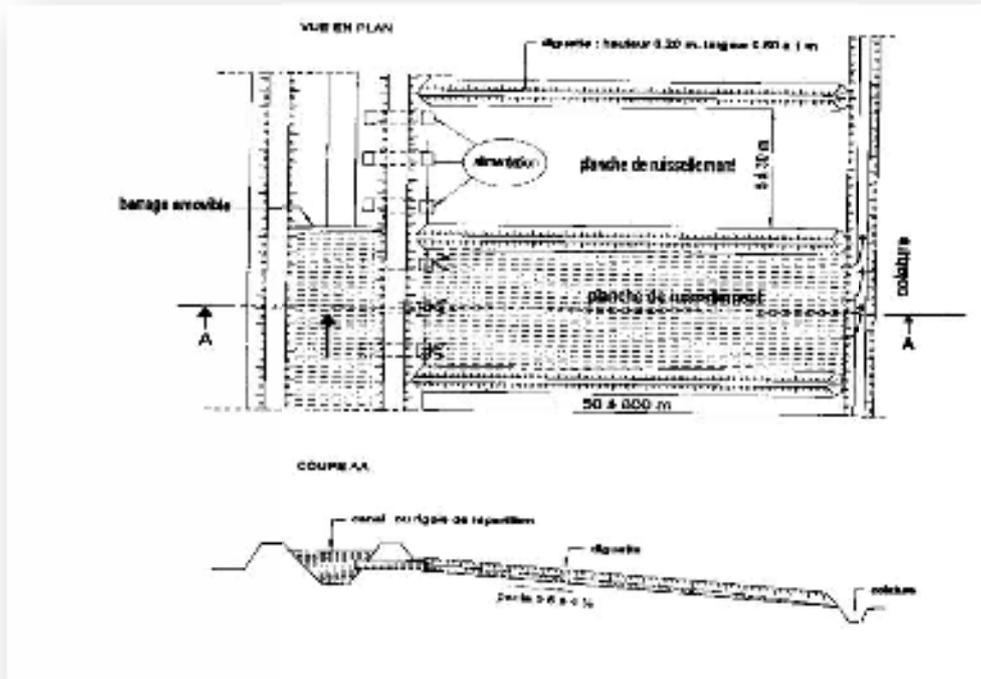


Figure VI -1 : Irrigation par planche de ruissellement

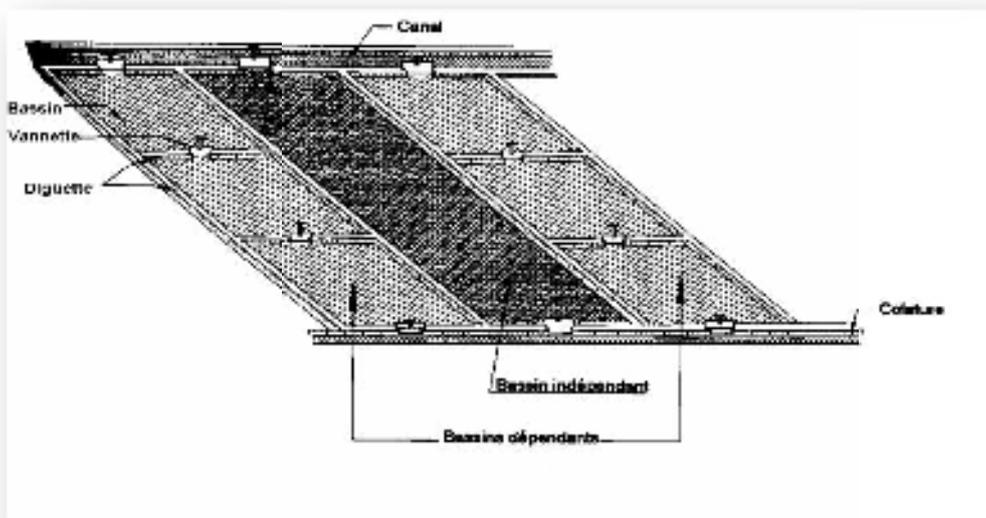


Figure VI -2 : Irrigation par submersion

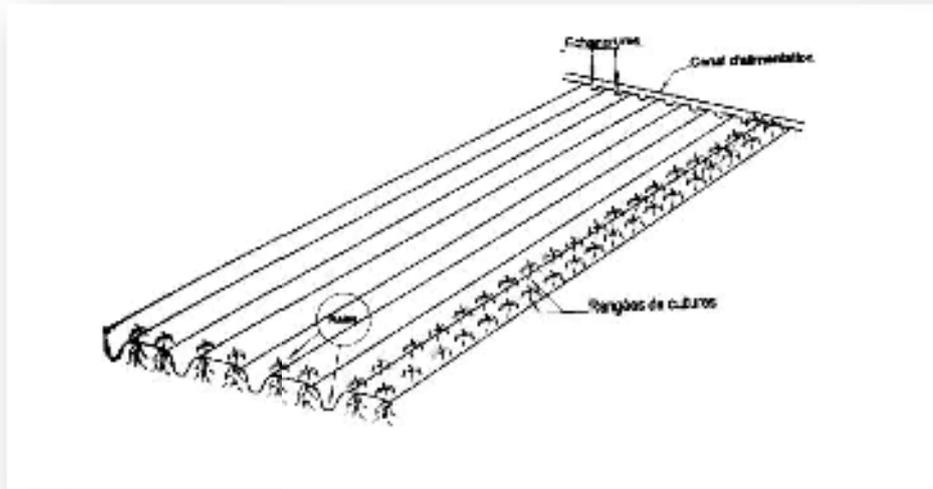


Figure VI –3 : Irrigation à la raie

## 2. Irrigation par aspersion :

Dans cette technique l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle issues d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Cette technique ne nécessite aucun nivellement de la surface à irriguer à assure l'aération de l'eau et du sol, c'est une méthode qui permet d'arroser convenablement des très perméables.

On distingue selon la technique et surtout les superficies à desservir une très grande diversité au niveau des appareils d'aspersion :

- les conduites mobiles,
- les systèmes semi fixes,
- les systèmes fixes ou enterrés,
- les machines à irriguer se classent entre elles en plusieurs catégories.

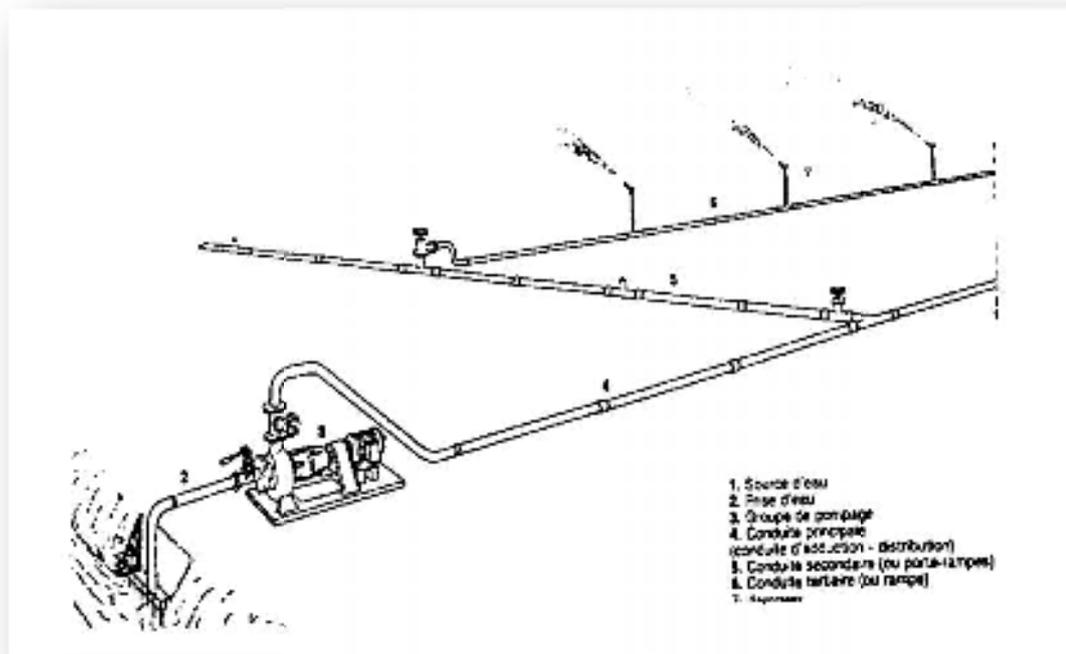


Figure VI –4 : Partie essentielle d'une installation en aspersion

### 3. Irrigation localisée (micro irrigation) :

La forte consommation en eau et le gaspillage par l'aspersion nous a imposé la recherche d'un procédé à une économie d'eau plus favorable. Le type de distribution localisée est le meilleur remède pour cela, il peut se faire en surface comme en profondeur (sous terre) et ses apports sont faibles, fréquents et limités dans l'espace.

On peut citer :

L'irrigation à la goutte à goutte, une partie convenable de la zone radicalité d'une plante est entretenue quotidiennement selon ce système et d'une façon à maintenir un degré d'humidité compris entre la capacité de saturation et de rétention durant toute la période végétative. Ce procédé permet l'établissement de la relation (sol – eau – plante), qui favorise ainsi une meilleure croissance et un bon rendement.

L'irrigation goutte à goutte permet aussi d'utiliser certains types d'engrais.

### 4. Irrigation souterraine :

L'amenée de l'eau est réalisée à partir du sous-sol directement au moyen de tuyaux spéciaux, les tuyaux sont posés à une profondeur de (0,3 ÷ 0,6) m, et la distance entre eux est de (0,7 ÷ 2,0) m, l'eau est transportée sous faible pression par gravité.

Elle ne détruit pas la structure du sol et ne crée aucun obstacle à la mécanisation des travaux.

**VI.4. Classification des réseaux d'irrigation :**

Avant de concevoir un réseau d'irrigation, plusieurs facteurs être analysés tels que :

- Les disponibilités de l'eau en quantité et périodes ;
- Les contraintes inhérentes au type de production fruitière qui pourraient être perturbées par tel ou tel mode d'irrigation ;
- Les moyens humains présents sur l'exploitation en nombre et en qualification.

**1-selon la construction :**

- Réseau classique : Dans ce type de réseau, le transport de l'eau est assuré gravitairement dans des canaux à ciel ouvert.
- Réseau fermé : Dans ce réseau, l'eau est transportée dans des conduites en charge.
- Réseau mixte : Dans ce réseau l'eau est transportée dans des canaux à ciel ouvert jusqu'aux parcelles alors que la distribution de cette eau se fait par des conduites sous pression.

**2-selon la réalisation :**

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

**3-selon la distribution de l'eau sur le périmètre :**

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

**4-selon le fonctionnement durant la période d'irrigation :**

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

**VI.5. Mode d'arrosage:**

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

**1- Définition :**

La Micro Irrigation (ou irrigation localisée) est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles (en particulier et principalement l'irrigation dite goutte à goutte) qui ont en commun les caractéristiques suivantes :

- une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées,
- l'utilisation souvent répétée et, à la limite, continue de faibles débits instantanés,
- la limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes. (Limitation également du volume de sol humecté).

C'est d'ailleurs la faiblesse des débits et des doses qui a conduit les Anglo-saxons à désigner cette technique sous le vocable Micro Irrigation.

Des systèmes anciens s'inspiraient déjà plus ou moins de cette conception ceux dits à la raie ou en cuvettes », mais ils nécessitaient beaucoup de main-d'oeuvre et conduisaient à un certain gaspillage de l'eau.

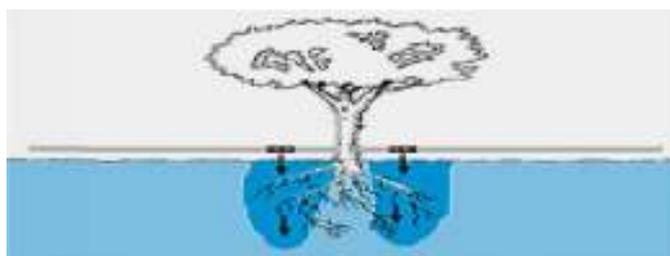
Aujourd'hui, grâce à la distribution sous pression, on a pu concevoir des systèmes qui peuvent être conduits facilement, qui s'automatisent aisément, et dont les pertes en eau sont négligeables.

## **2- Avantages:**

- -Economie d'eau:l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines reste 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: les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion ; et les sols très légers ne peuvent être irrigués avec les techniques d'irrigations de surface.
- - Exploitation plus facile:ne gêne en rien les autres opérations culturales "traitement, récolte".
- -Raccourcit le cycle végétatif de la culture.
- -Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages:les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.
- -La non sensibilité aux vents forts.

**3- Inconvénients :**

- -Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- -Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : étude préliminaire agropédologique, 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.
- -Problème de salinisation (prévoir le lessivage).
- -Le développement racinaire des cultures est limité : les racines se concentrent dans la zone humidifiée.
- Contrôle difficile des goutteurs.



**Figure VI. 5:** zone humidifié par le goutteur

**4- Disposition générale :**

La disposition de principe de l'arrosage localisé est la suivante :

Une conduite principale (alimentée sous faible pression) alimente plusieurs lignes secondaires "rampes" qui sont disposées au fond de rigoles peu profondes tracées parallèlement adoptes dépend de la plantation.

**V.6. Schéma type d'un réseau d'irrigation localisée :**

Un réseau d'irrigation localisée comprend de l'avant vers l'aval :

- a) Un point d'eau qui est soit une borne de réseau collectif sous pression, soit une station de pompage et mise en pression (sur cours d'eau, puits...).
- b) Une installation de tête qui assure le conditionnement du débit grâce aux éléments suivants :

- . Vanne d'arrêt
  - . Régulateur de pression
  - . Limiteur de débit
  - . Compteur d'eau
  - .Injecteur d'engrais ou une pompe doseuse d'engrais liquide.
- c) Unité de filtration constituée de 1 ou plusieurs filtres équipés en amont et en aval de manomètre de contrôle.
- d) Une canalisation principale qui permet de desservir grâce à des vannes réparation. Un ou plusieurs postes pouvant si nécessaire être subdivisés en sous postes.
- e) Un ou plusieurs porte rampes à l'aval de chaque vanne qui constituent un poste ou un sous poste.
- f) Des rampes qui équipent chaque porte- rampe, soit d'un seul cote soit des deux cote.

L'ensemble du porte rampe et des rampes qui l'équipent est appelle herse. Voir figure (IV.1).

### 1- Choix du type de matériau des conduites

Les conduites peuvent être réalisées par différents matériaux fonte, acier, amiante de ciment, béton armé, galvanisé et en pvc.

Le choix de l'un de ces matériaux est conditionne par :

- Le diamètre
- La pression de service
- Le critère économique
- Les conditions de pose des conduites
- La disponibilité dans le marché
- La technique d'arrosage

En fin notre choix se portera sur :

Les conduites en pvc et polyéthylène pour le réseau de goutte à goutte.

- Voilà aussi quelque composition de l'installation goutte a goutte :

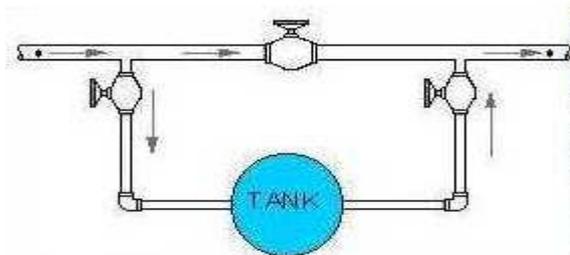


Figure VI. 6 : Diluer d'engrais



Figure VI. 7 : Filtre à tamis



Figure VI. 8 : Filtre hydro-cyclone

## 2- Les distributeurs :

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

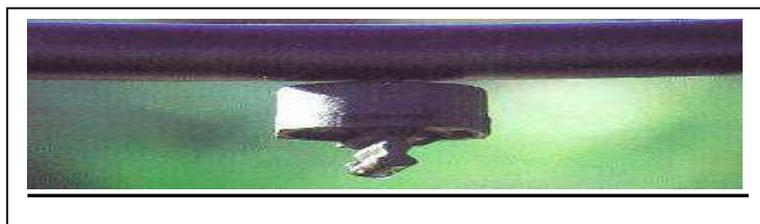


Figure VI. 9 : Goutteur

## 3- Différents types de distributeurs :

- Goutteurs: Les plus utilisés ont des débits de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes. Ils sont placés en dérivation, en ligne ou intégrés dans les rampes.
- Goutteur turbulent :(à chicane) : Lors du passage de l'eau à travers le labyrinthe, une dissipation d'énergie est provoquée sous la forme d'une perte de charge.

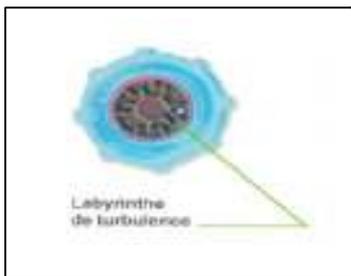


Fig VI. 10: Goutteur turbulent



Fig 11 :goutteur en ligne



Fig 12 :goutteur réglable

- **Gaines:** Destinée aux cultures maraîchères, peut être utilisée pour les vergers; elles assurent conjointement un rôle de transport et de distributeur.



Figure VI. 10: Gaines

- **Tubes poreux:** La paroi à structure poreuse laisse passer l'eau, ils sont généralement enterrés.



Figure VI. 11 : Tubes poreux

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



Figure VI. 12 : Mini diffuseurs

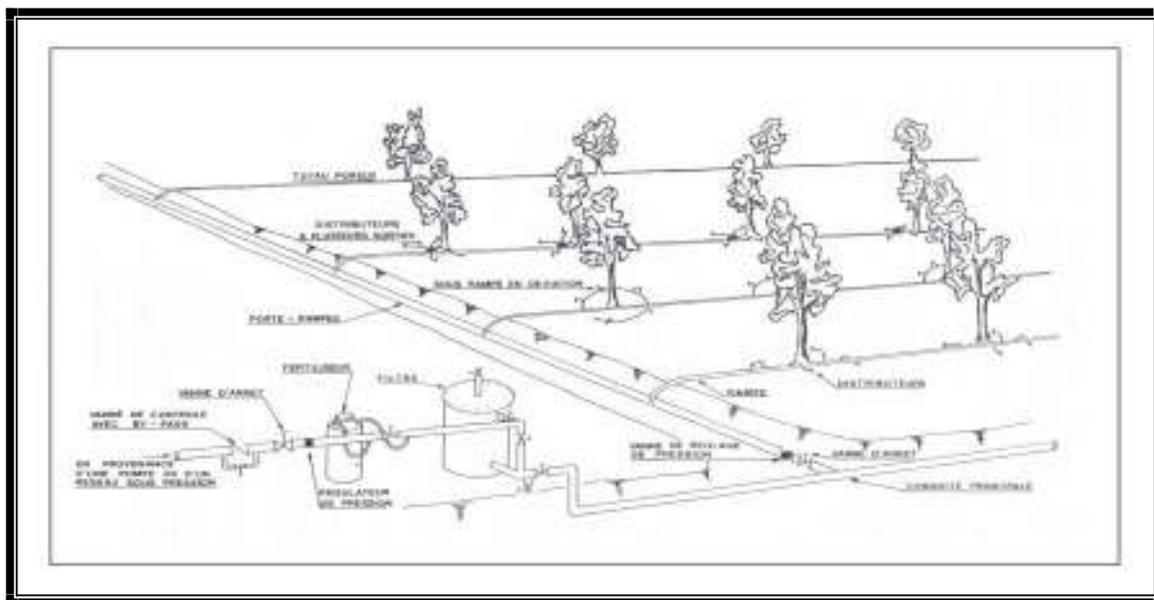


Fig. VI. 13: Schema type d'un réseau d'irrigation localisée

#### 4- Choix d'un distributeur :

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de la filtration et la qualité de maintenance à assurer.

C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments qui permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

- **La qualité de l'eau :** C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

**\*les eaux de mauvaise qualité:** sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit. Dans ce cas, on utilisera essentiellement des goutteurs en ligne à cheminement long non uniforme, ayant un débit de 4 l/h.

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

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

\***les eaux de bonne qualité:** sont généralement des eaux de nappe ni ferrugineuses (rouillée). Dans ce cas, tous les goutteurs peuvent être utilisés à condition d'adapter la finesse de filtration à chacun d'eux

- **la nature du sol:** La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites. Pour tous les autres types de sol, des goutteurs de 2 ou 4 l/h conviennent, d'autant que les investissements nécessaires sont dans ce cas plus faibles.
- **la nature des cultures:** Pour les cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers, vignes, où l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés. Par contre, dans le cas des cultures annuelles ou les rampes doivent être enroulées ou déroulées lors de la mise en place de la culture et pour la récolte, on évitera les goutteurs en dérivation faisant saillie sur la rampe, au bénéfice des goutteurs en ligne, des goutteurs intégrés dans la rampe, des gaines souples.

#### 5- Caractéristiques d'installation

- Débit d'équipement : C'est le débit qui assure à une installation donnée
- La quantité d'eau suffisante pour satisfaire les besoins en eau d'irrigation dans les périodes les plus exigeantes et ceci pour une durée de fonctionnement de 18 à 20 heures par jour.

Il sera fonction :

- ✓ Des besoins d'irrigation de pointe
- ✓ Du mode de déroulement de l'irrigation: par tour d'eau et sur une longue période ou journallement.
- Les paramètres d'installation est :
  - ✓ Débit horaire par hectare l/h.
  - ✓ Pression de service: La pression de service d'un réseau d'irrigation à la parcelle est de l'ordre de 1 bar (10.2 m de colonne d'eau).

On peut dépasser cette pression dans le cas de diffuseurs ou micro asperseurs.

- Dans le cas de goutteurs autorégulant, la pression de service peut varier entre 0.5 à 3 bars sans que leur débit change.
- Secteur (poste): C'est la surface couverte à un moment donné par des distributeurs fonctionnant en même temps

**VI.6. Entretien et protection du réseau :**

L'entretien du réseau comprend un ensemble d'opérations périodiques qui doivent être effectuées par l'exploitant pour assurer la pérennité de son installation ; surveillance du fonctionnement et du nettoyage des filtres, lutte contre les risques de colmatage, purge régulière du réseau et contrôle des distributeurs.

**1-Lutte contre le colmatage organique :**

Le développement des algues et des dépôts créés par les bactéries, cause de bouchages importants, peut être contrôlé de façon peu coûteuse en maintenant une concentration de chlore tel que :

- Pour les algues une concentration de chlore de 1 à 5 mg / l de façon continue ou de 10 à 20 mg / l pendant 20 minutes à la fin de chaque irrigation
- Pour les bactéries ferrugineuses 1 ppm de Cl au-dessus du nombre de ppm de fer présent (ceci peut varier en fonction de la quantité de bactéries).
- L'efficacité de l'injection de Cl dépend de la valeur du PH de l'eau, il est nécessaire d'utiliser plus de Cl pour des valeurs élevées de PH.

**2-Lutte contre le colmatage chimique :**

Les principaux risques de colmatage chimique ont pour origine des dépôts de calcaire dans ou à la sortie du distributeur. L'injection dans le réseau d'une solution d'acide du commerce (36° baumé, densité 1,33) à une concentration de 2 à 5 % en volume (2 à 5 litres d'acide par m<sup>3</sup> d'eau) permet généralement une lutte efficace.

**3-Purge des canalisations :**

Les purges des canalisations sont un élément important dans la maintenance des réseaux. Elles sont effectuées de l'amont vers l'aval en commençant par la canalisation principale puis les canalisations secondaires et les rampes. IL est nécessaire de purger:

- Lors de la première mise en eau et après chaque réparation;
- En début et en fin de campagne;
- En cours de campagne;



Figure VI. 14: Purge du réseau

## VI.7. Contrôle de l'installation

### 1- Contrôle et nettoyage des filtres :

#### a- Filtre à gravier :

- Il convient de nettoyer le filtre à gravier en cas d'obstruction physique. Cette obstruction est détectable dès qu'il y a une différence de charge lue sur les deux manomètres (entrée et sortie du filtre).
- Le contre-lavage se fait par la filtration afin d'évacuer, grâce à vanne de purge, les impuretés vers l'extérieur.

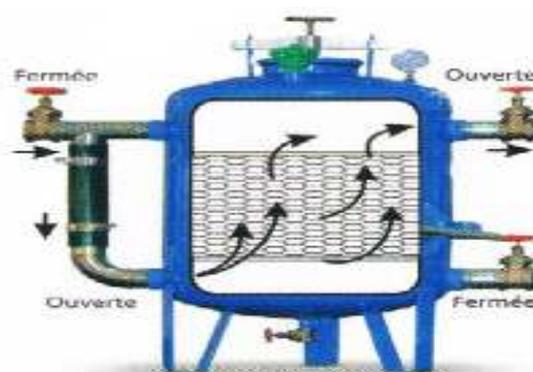


Figure VI. 15 : Filtre à gravier

#### b-Filtre à tamis

Il suffit d'enlever la cartouche et de la nettoyer à l'eau en utilisant une brosse (pas métallique).

#### \*Recommandation :

Il est recommandé et conseillé de vidange les filtres en fin de saison d'irrigation et les protéger contre le gel de l'hiver.



Figure VI. 16: Nettoyage filtre à tamis

### c-Filtre à disque :

Cet entretien s'effectue démontant la capuche du filtre. Il faut ensuite libérer les disques parallèles et les rincer à l'aide d'un jet d'eau.

#### 2- Contrôle et nettoyage des distributeurs :

Pour s'assurer du bon fonctionnement des distributeurs (uniformité de la distribution), une méthode simple et facile est proposée. Elle consiste à appliquer la procédure suivante :

- Mesurer, sur au moins 4 rampes, le débit d'au moins 4 organes de distribution (goutteurs).
- On choisit la première et la dernière rampe (celles qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur du porte-rampes).
- Sur chacune de ces rampes, le premier et le dernier distributeur (ceux qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur de la rampe).
- Classer les débits par ordre croissant

- Calculer la moyenne de l'ensemble des débits mesurés:  $q = \frac{\text{Somme des valeurs}}{16}$

- Calculer la moyenne des 4 mesures de débits les plus faibles:

$$\min = \frac{\text{Somme des 4 valeurs des débits les plus faibles}}{4}$$

- Calculer le coefficient d'uniformité  $CU = \frac{q}{q_{\min}} * 100$

Si  $CU > 90$ , pas d'intervention.

Si  $70 < CU < 90$ , il faut nettoyer le réseau.

Si  $CU < 70$ , rechercher les causes de colmatage et traiter.



**Figure VI. 17: Contrôle et nettoyage des distributeurs**

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on a cité les technique les plus utilisable dans l'irrigation ;et on a aussi choisi la technique favorable utilisé dans ce projet en fonction de type des cultures et de l'état actuelle de la région d'étude.

**V.1. Introduction :**

Les objectifs à atteindre de cette étude sont principalement :

- La détermination des surfaces et les formes des parcelles qui constituent le périmètre.
- Tracé le réseau d'irrigation dans la parcelle.
- Dimensionnement le réseau d'irrigation.

**V.12. Dimensionnement du réseau d'irrigation :**

**V-2-1. Pour palmier :**

le mois de pointe est le mois de **juillet**. ( $B_j = 324,85/31 = 10,48 \text{ mm/j}$ )

• **Les besoins d'irrigation nets**

$B_{net} = ETM/N_j$                        $B_{net} = 10,48 \text{ mm/j}$

Les besoins journaliers en eau d'irrigation localisée sont calculés par la formule :

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM \dots \dots \dots (1)$$

**Avec :**

- $K_r$  : Coefficient de réduction, tel que :
- $K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s)$ , (Freeman et Garzoli)
- $C_s$  : Coefficient de Couverture du sol ; pour les palmiers  $C_s = 40\%$  (cas de jeunes palmiers).

$K_r = 0,4 + 0,5 (1 - 0,4) = 0,7.$

**D'où :**

$ETM_{loc} = 0,7 * 10,48 = 7,33 \text{ mm/j}.$

**$ETM_{loc} = 7,33 \text{ mm/j}.$**

• **Les besoins d'irrigation bruts**

$$B_{rut} = B_{net}/R_p \dots \dots \dots (2)$$

**Donc :**

$B_{rut} = 7,33/0,85 = 8,62 \text{ mm/j}.$

**$B_{rut} = 8,62 \text{ mm/j}.$**

- **Pourcentage du sol humidifié :**

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{Sa \cdot Sr} \dots\dots\dots(3)$$

**Avec :**

- P : Pourcentage du sol humidifié ;
- n : Nombre de points de distribution par arbre ;
- S<sub>pd</sub> : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ;
- Sh : Largeur de la bande humidifiée ;
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbres ;
- Sa : Espacement des arbres sur les rangs.

**Donc**

$$\frac{P}{100} = \frac{6 \cdot 1 \cdot 6}{8 \cdot 9} = 0,5$$

**P=50%**

• **Fréquence d'arrosages :**

✓ **Dose d'arrosage net :**

$$D_{nette} = (H_{CC} - H_{pb}) \cdot y \cdot Z \cdot \frac{P}{100} \dots\dots\dots(4)$$

**Avec :**

- D<sub>nette</sub> : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).
- H<sub>CC</sub> : Humidité à la capacité de rétention (mm/m) ;
- H<sub>pb</sub> : Humidité au point de flétrissement (mm/m) ;
- Y : Degrés d'extraction de l'eau du sol (%) ;
- Z : Profondeur d'enracinement (m) ;
- P : pourcentage du sol humidifié.

Selon la texture du sol de notre parcelle (limono sableux) ; On prend la RFU=150mm/m (voir l'annexe)

D'où :

$$D_{net} = 0,66 \cdot 150 \cdot 0,5 = 49,5 \text{mm.}$$

**D<sub>net</sub> = 49,5mm.**

✓ **La dose brute :**

La dose d'arrosage brute est calculée par la formule :

$$D_{brut} = \frac{D_{net}}{Rp} = \frac{49,5}{0,85} = 58,23\text{mm.}$$

✓ **La durée d'arrosage :**

$$d = \frac{B_{brut} \cdot Sa \cdot Sr}{Q_d} \dots\dots\dots(5)$$

**Avec :**

Sa : L'espace des distributeurs sur la rampe ;

Sr : L'écartement entre les rampes ;

Qd : Débit du distributeur en l/h.

$$d = \frac{8,62 \times 9 \times 8}{8 \times 6} = 12,93 \text{ heures.}$$

**d = 13 heures.**

✓ **La fréquence minimale des arrosages.**

Elle représente l'espace maximal entre arrosage.

$$F_{mini} = \frac{D_{nette}}{B_j} = \frac{49,5}{7,33} = 6,75$$

F<sub>mini</sub> = 6 jours.

✓ **Durée d'arrosage journalier :**

$$d_j = \frac{d}{F} = \frac{13}{6} = 2,16 \text{ heures donc on peut prendre } d_j = 3 \text{ heures.}$$

✓ **Nombre de poste :**

$$N(p) = \frac{T_{max}}{T_f} \dots\dots\dots(6)$$

- Tmax : temps maximum de travail.
- Tf : durée d'arrosage.

$$N(p) = \frac{22}{3} = 7,2$$

Donc : **N (P)=7 postes**

✓ **Surface d'un poste :**

$$S(P) = \frac{S(t)}{N(p)} = \frac{4,16}{7} = 0,6\text{ha}$$

avec :

- S(t) : surface totale en ha.
- N(p) : nombre des postes.

✓ **Nombre de rampe par poste :**

$$N(r) = \frac{\text{surface du poste}}{Al} \dots\dots\dots (7)$$

- On a Al : surface correspondant à une rampe.
- Al=longueur de la rampe\*espacement entre les rampes.

$$N(r) = \frac{0,6 * 10000}{100 * 8} = 8 \text{ rampes.}$$

✓ **Nombre de goutteur par rampe :**

$$N(g) = \frac{Lr}{Sr} = \frac{100}{8} = 12 \text{ goutteurs, et on a chaque palmier 6 goutteurs donc le nombre}$$

total est : 12\*6=72 goutteurs par rampe.

Avec :

- Lr :longueur de la rampe.
- Sr :espacement entre culture.

**Tableau V-1: paramètres calculées pour palmier :**

Paramètre calculées	Bnet	TF(h)	N(P)	S(p) ha	N(r)	N(g) /r
palmier	10,48mm/j	3	7	0,6	8	72

✓ **Débit d'une rampe :**

$$Q_r = N(g)*q(g) = 72*8=576 \text{ l/h}$$

**V-2-2. Calcul hydraulique :**

**a. Pertes de charge dans la rampe**

**\*Conditions hydrauliques**

- Variation maximale de débits entre goutteurs  $\Delta q / q = 10\%$
- Variation maximale de la pression  $q = K \times H^x$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n} \dots\dots\dots(8)$$

Avec

- $q_g$  : débit d'un goutteur
- $H_n$  : Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \times \frac{\Delta H}{10} \dots\dots\dots(9) \qquad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

La valeur de pertes de charges singulière est estimée a 10% de la variation maximale de pression.

Avec :

- $h_l$  : perte de charge linéaire
- $h_s$  : Perte de charge singulière
- $h_t$  : Perte de charge totale

$h(\text{sing}) = 0.2 \text{ mce}$

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

$h(\text{linéaire}) = 1.8 \text{ mce}$

La répartition de la perte de charge est :

1/3. sur la porte rampe

2/3. sur les rampes

Donc :

$p.d.c(\text{porte rampe}) = 1/3 * 1,8 = 0,6m$

$p.d.c(\text{rampe}) = 2/3 * 1,8 = 1,2m$

**b. Le diamètre de la rampe :**

$$D \text{ (cal)} = \left[ \frac{P.d.c \text{ (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{\frac{1}{4,75}} \dots\dots\dots(10)$$

D=18,12mm . on prend  $D_n=20\text{mm}$

**\*Les pertes de charge :**

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L = 0,77\text{m.c.e} < 1,2\text{m} \text{ donc la condition est vérifiée.}$$

**c. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{PR} = Q_R \cdot N_R = 576 \cdot 8 = 4608 \text{ l/h.}$$

**d. Le diamètre de porte rampe :**

$$D \text{ (cal)} = \left[ \frac{P.d.c \text{ (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{\frac{1}{4,75}} \dots\dots\dots(11)$$

$$D = \left[ \frac{0,6 \times 2,75}{0,478 \times 4608^{1,75} \cdot 60} \right]^{\frac{1}{4,75}}$$

D=40,43mm.on prend  $D_n= 50\text{mm}$

**\*Les pertes de charge:**

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D_{pr}^{-4,75} \cdot Q_{pr}^{1,75} \cdot L_{pr} \dots\dots\dots(12)$$

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot 50^{-4,75} \cdot 4608^{1,75} \cdot 60 = 0,23\text{m} < 0,6\text{m} ; \text{ donc la condition est vérifiée.}$$

**V-2-3. Pour l'olivier :**

En dimensionne le réseau d'olivier par même méthode :

$$B_{net} = ETR \cdot K_r ; \quad (K_r = 0,85) \dots\dots\dots(13)$$

$$B_{net} = 8,10 \cdot 0,85 = 6,88\text{mm/j.}$$

La surface a irrigué , S(t)=2,1 ha.

Les calculs est résumé dans les tableaux suivants :

**Tableau V-2: paramètres calculées pour l'olivier :**

Paramètres calculées	Bj mm/j	TF(h)	N(P)	S(p) ha	N(r)	N(g) /r
résultat	6,88	3	7	0,3	5	17

**Tableau V-3 : calcul de la rampe :**

Paramètres calculées	L(r) m	Qr( l/h)	H <sub>1</sub> (m)	J(m)	D <sub>cal</sub>	D <sub>n</sub>
résultat	100	272	1,2	0,21	13,75	16

**Tableau V-4: calcul de la porte rampe :**

Paramètres calculées	L(pr) m	Qpr( l/h)	H <sub>1</sub> (m)	J(m)	D <sub>cal</sub>	D <sub>n</sub>
résultat	203	1088	0,6	0,51	30,73	32

- **Diamètre de la conduite principale :**

$$D_{cp} = \sqrt{Q_{cp}} \dots \dots \dots (14)$$

Avec :

- $Q_{cp} = Q_{pr\text{palmier}} + Q_{pr\text{olivier}}$
- $Q_{cp} = 6 \cdot 4608 + 4 \cdot 1088 = 32000 \text{ l/h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$
- Donc  $D_{cp} = \sqrt{0,015} = 0,09 \text{ m} = 90 \text{ mm}$
- $D_{cpn} = 90 \text{ mm}$

- **Calcul le volume du bassin :**

$$V_{bas} = Q_{pr\text{palmier}} \cdot 6 \cdot \text{Durée de l'arrosage} + Q_{pr\text{olivier}} \cdot 4 \cdot \text{Durée de l'arrosage}$$

$$V_{bas} = 4608 \cdot 6 \cdot 3 + 1088 \cdot 4 \cdot 3 = 96000 \text{ l}$$

$$V_{bas} = 96 \text{ m}^3 \text{ donc en prend } V_{bas} = 100 \text{ m}^3$$

La dimension du bassin sera comme suit :

Tableau V-5 : Dimension du bassin d'irrigation :

Désignation	Dimension
Longueur externe	7,60 m
Largueur externe	7,60 m
Longueur interne	7 m
Largueur interne	7 m
Hauteur	2,2 m
Epaisseur de la paroi	30 cm
Périmètre interne total	111 m <sup>2</sup>
Volume d'eau régularisable	100 m <sup>3</sup>
Volume total	108 m <sup>3</sup>
revanche	0,15 m
Volume béton	45 m <sup>3</sup>

**V-3. Accessoires nécessaires pour un bassin :**

Un bassin peut avoir les différents accessoires nécessaires et facultatifs suivants :

- Dans un bassin, chaque entrée et sortie d'eau doit être munie d'une vanne permettant de réguler le débit.
- Il doit être muni d'une sortie de vidange à partir d'un fond en radié.
- Il doit être muni d'une règle de lecture du volume, fixée à la paroi interne, indiquant le volume emmagasiné et le volume distribué.
- Dans certains cas, la sortie du bassin doit être munie d'un filtre spécifique (pour capter les feuilles des arbres, débris, etc.....)
- Le bassin peut être doté d'un dispositif automatique de remplissage (muni d'un flotteur), qui permet d'actionner la pompe de remplissage et de l'arrêter.

**V-4. 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 avec la dimensionnement du bassin de stockage.

**VI. Introduction :**

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, une opération qui dite : Organisation de chantier ;il est de but de réaliser des projets dans des délais courts et de moindres coûts ;donc en utilise les moyens nécessaires pour satisfont notre objectifs et pour gérer le chantier dans les meilleures conditions possibles.

Pour d'atteindre cet objectif, il faut:

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, le mode opératoire permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement ;
- Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une incidence importante sur le prix de revient;
- Répartir et coordonner les taches par la concentration d'une main d'œuvre spécialisée;
- Structurer convenablement les postes de travail stabilisés pour les quels, on adoptera une mécanisation de plus en plus poussée.

**VI.1 .Exécution des travaux :****VI.1.1.Exécution de la tranchée :**

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

- Implantation du tracé de la conduite.
  - Exécution de la tranchée.
  - Aménagement du lot de pose des conduites.
- La largeur de la tranchée doit être égale au diamètre extérieur de la conduite augmentée de 0.5m dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise, et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.
- Lorsque l'exécution des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de 10-20cm de sable ou de gravier fin, dans le but de maintenir la conduite dans l'axe de tranchée et soutenir le poids du sol situé au dessus de la conduite.

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

**VI.1.2 Profondeur de la tranchée :**

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

La profondeur de la tranchée est :

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

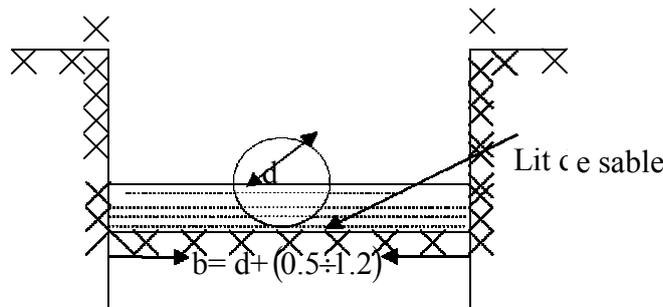


Figure VI.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \text{ (m).....(1)}$$

Avec :

- $H$  : profondeur de la tranchée. (m)
- $e$  : hauteur de lit de pose. (m)
- $d$  : diamètre de la conduite. (m)
- $h$  : la hauteur du remblai au dessus de la conduite.

**VI.1.3 Les actions reçues par les conduites:**

La Pose des conduites demeure un facteur très important pour une protection des conduites celles ci peuvent être poses de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontre si ils existent

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

**❖ Le tassement du terrain**

- Les chocs lors de la mise en œuvre
- Action des racines des arbres
- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant des charges permanentes de surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe phréatique
- Le poids propre de l'eau véhiculée

**❖ Epreuve d'essai de pression :**

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

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

**VI.2 .Engins nécessaires pour l'exécution des travaux :**

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



**Figure VI. 2 : Pelle équipée en rétro\_excavateur**



**Figure VI. 3 : Camion**

### **VI.3 .Exploitation du système d'irrigation :**

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

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

**VI.3.1.Objectif de l'exploitation :**

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

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

**VI.3.2.Surveillance et entretien du réseau :**

les principales causes de fuites et qui doivent donc être évités lors de la mise en place du réseau sont les suivantes

- conduites placées où il y a risque de gel
- terrain agressif ou instable
- caractéristiques de la conduite non adaptées à la pression de distribution
- protection insuffisante par rapport au trafic de surface
- mauvaise qualité du matériau
- appui de la conduite sur un point dur
- affaissement de terrain

**Conclusion :**

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

**VII. Introduction :**

Les accidents de travail à travers les problèmes qu'ils génèrent tant sur le plan humain que financier constituent dans leur ensemble un élément très préjudiciable au bon rendement des chantiers dont il convient d'accorder la plus grande importance.

L'objectif de ce chapitre vise à une sensibilisation collective impliquant tous les intervenants en vue de diminuer leur fréquence et leur gravité pendant le déroulement des travaux sur un chantier, le respect de certains dispositifs, consignes ou règlements dits de "sécurité".

**VII.1. Cause des accidents :**

Un accident de travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité, en effet les enquêtes effectuées après les accidents font toujours apparaître une multitude de causes s'ajoutant les unes aux autres pour provoquer et aggraver l'accident ; ces causes sont classées en deux catégories à savoir :

**Le facteur matériel :** concerne les conditions dangereuses dans lesquelles se déroulent les travaux ainsi que l'état des engins dont entre autre :

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

**Le facteur humain :** intéresse quant à lui essentiellement les actions dangereuses qui sont imputables à la manière d'agir de l'individu sur le lieu de travail comme :

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

**VII.2. Les conditions et les actions dangereuses :**

Ces représenté dans le tableau suivant :

**Tableau N°VII. 1 :**

Liste des conditions dangereuses	Liste des actions dangereuses
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installations non protégées ;</li> <li>- Installations mal protégées ;</li> <li>- Outillages, engins et machines en mauvais état ;</li> <li>- Protection individuelle inexistante ;</li> <li>- Défaut dans la conception, dans la construction ;</li> <li>- Matières défectueuses ;</li> <li>- Stockage irrationnel ;</li> <li>- Mauvaise disposition des lieux ;</li> <li>- Eclairages défectueux ;</li> <li>- Facteurs d’ambiance impropres ;</li> <li>- Conditions climatiques défavorables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;</li> <li>- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;</li> <li>- Agir sans prévenir ou sans autorisation,</li> <li>- Neutraliser les dispositifs de sécurités ;</li> <li>- Ne pas utiliser l’équipement de protection individuelle ;</li> <li>- Mauvaise utilisation d’un outillage ou engin ;</li> <li>- Importance durant les opérations de stockage ;</li> <li>- Adopter une position peu sûre ;</li> <li>- Travailler dans une altitude inappropriée ;</li> <li>- Suivre un rythme de travail inadapté ;</li> <li>- Plaisanter ou se quereller.</li> </ul>

**VII.3. Prévention des accidents de travail :**

Les accidents de travail comme on vient de le voir sont la conséquence de conditions dangereuses (facteur matériel) et d'actes dangereux (facteur humain) auxquels toutes sortes de facteurs interviennent, il suffit en principe pour le prévenir de briser l'enchaînement ou d'éliminer l'un des facteurs.

On peut classer de la façon suivante les différents moyens généralement employés pour promouvoir la sécurité du travail :

- L'action législative et réglementaire c'est-à-dire l'adoption des dispositions obligatoires sur les conditions générales de travail à travers l'utilisation du matériel et de l'outillage industriel.
- La normalisation de l'outillage et du matériel utilisés pour la réalisation des travaux.
- Le contrôle de l'application des dispositions obligatoires ;
- La recherche technique c'est-à-dire l'étude des dispositifs de protections des engins de travail et machines ;
- La recherche médicale c'est-à-dire l'étude des effets physiologiques et pathologiques du site qui prédisposent l'individu aux accidents ;
- L'enseignement pratique de la sécurité aux travailleurs et surtout aux débutants ;
- L'octroi d'un bonus par les compagnies d'assurance aux entreprises qui prennent de bonnes mesures de sécurité.

**Conclusion générale :**

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

La meilleure technique pour l'irrigation des arbres de point de vue économique en eau est l'irrigation localisée, avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine exploitation.

D'autre part, on peut dire que cette technique d'arrosage est plus adaptée dans notre pays d'après le contexte actuel de la sécheresse des dernières années et le développement au niveau de l'économie national.

On conclus aussi que notre région étudié a une climat saharienne donc on a un rareté de précipitation annuelle ; donc l'irrigation est indispensable.

## Références Bibliographiques

[1] Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière ; Rubrique Monographie Wilaya ; Wilaya de BISKRA ; 2010 P 1,3,6

[2] BULLETIN DE FAO N°36 : l'irrigation localisée, calcul, mise en place, Exploitation, contrôle du fonctionnement, FAO. Rome ; 1983 P219

[3] BOUAMMAR. B ; Thèse pour l'obtention d'un diplôme de Doctorat en Sciences économiques. UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA ; 2010 P 7,10,32

[4] BOUGHERIRA.N; Colloque International « Journées des Géosciences de l'Environnement » Oujda, « Environnement et développement durable » ,Quality of water and their ability to irrigate the area of El-Ghrous in the wilaya of Biskra (Algeria).Oujda,2011 P 463-467

[5] BOUMAHDI.N, mémoire de fin d'études, ENSH de Blida ,2012.P30 ,50-60

[6] FICHE TECHNIQUE ; Système d'irrigation goutte à goutte par gravité .Photos DADP ; 2006 P 1,2

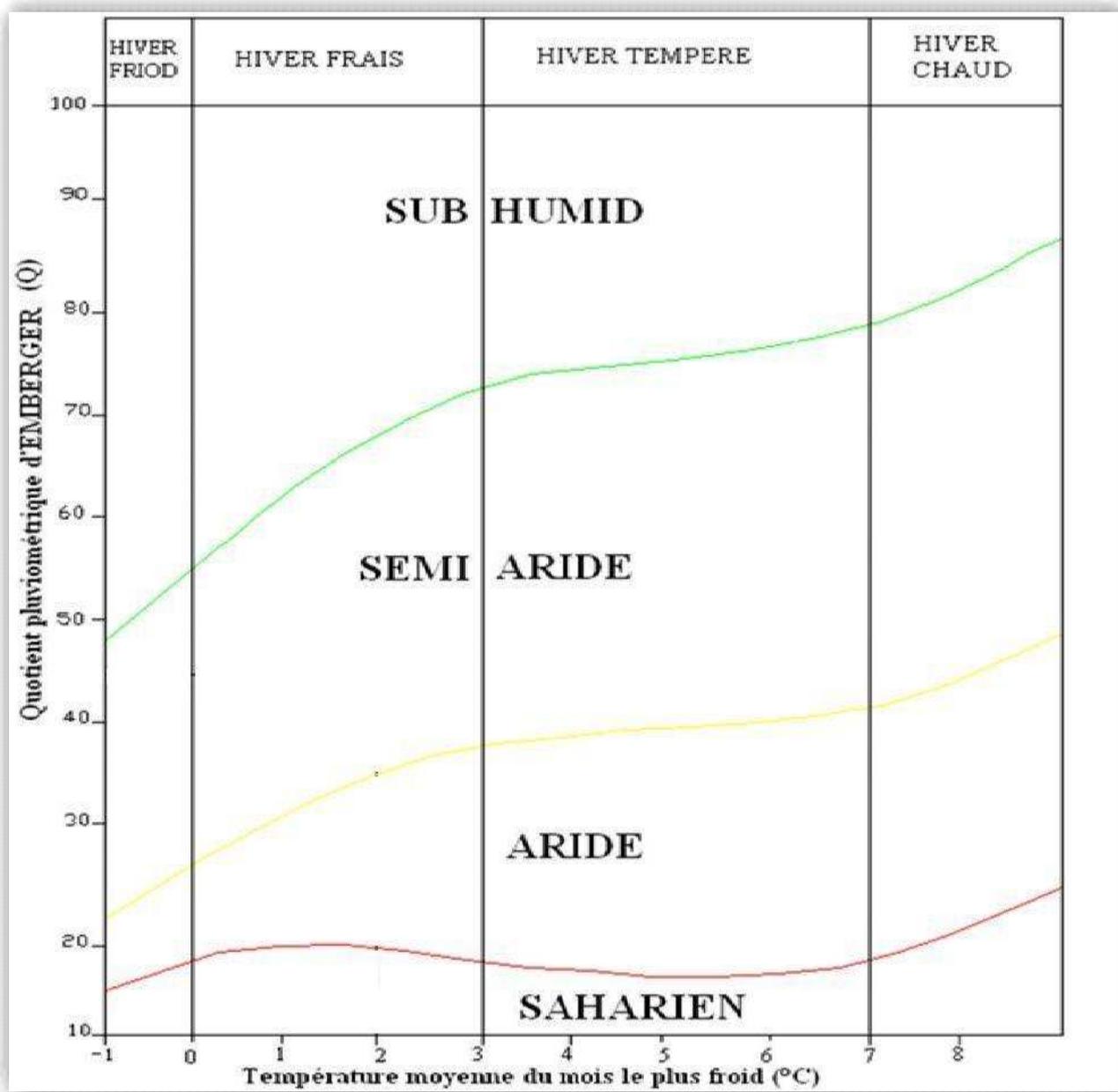
[7] KESSIRA.M ; Le bassin pour l'irrigation .Imp.-CNMA .Kouba ;2003 P 7,8

[8] Mme .AZIEZ .A ; Cours d'irrigation «IRRIGATION LOCALISEE», ENSH BLIDA .2011-2012.

[9] Mme. BAHBOUH.L.S ; Cours Agro-pédologie 3ème année ENSH ,2011

[10] Mr KOLAID ; Cours de la réutilisation des eaux usées épurées 5ème Année, ENSH BLIDA 2012 ,2013

**ANNEXE 1**  
Diagramme d'emberger



## ANNEXE 2

### 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 3

### 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:4**

**GUIDE D'ESTIMATION DE P**

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

Ecartement entre rampes $S_1$ en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

