

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 :**

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION  
PAR SYSTEME GOUTTE A GOUTTE D'UN PERIMETRE  
DESTINEE A LA CULTURE MARAICHERE. HASSI  
KHALIFA (W.EL OUED)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> MOUSSAOUI RIDHA**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> 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>r</sup> O.RAISSI</b>	<b>Ing en chef</b>	<b>Promoteur</b>

**Septembre-2013**

# Remerciement

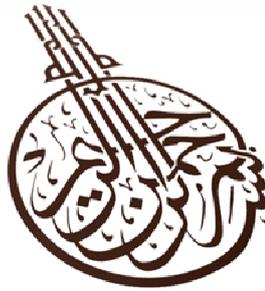
*Avant tout nous devons remercier Allah, le tout puissant de nous avoir donné la force afin de mener à bien ce travail. Elhamdoulillah.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos reconnaissances à **Mr RAISSI OMAR**, pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour ses conseils judicieux et ses critiques constructives et surtout sa gentillesse.*

*Enfin, nos remerciements à tous ceux et à toutes celles, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail avec générosité et un égard exemplaires.*

Merci A tous

**MOUSSAOUI RIDHA.**



## ❧ Dédicace ❧

Je dédie ce modeste travail à mes très chers, famille et amis :

A ma très douce maman, qui est toujours près de moi pour m'encourager avec ces doux mots, sa générosité et son amour,

A mon père qui m'a toujours soutenu et encouragé pendant mes études, Dieu merci de m'avoir donné la volonté de pouvoir réaliser son rêve.

A mes frères et sœurs, à ma adorable sœur AMEL ,FATIHA, HANADI ,SAID, ABDELBASSTE, MOUSSA,SOFIANE et YACINE , que je te remercie beaucoup ,DADA HALIMA, je vous aime tous.

A toute personne ayant aidé et participé de près de loin : à toi OUSSAMA ,HAYDER ...merci, et, je vous remercie énormément.

Je dédie également ce travail à tous mes enseignants durant mon cursus scolaire,

Merci à vous.

A mes Amis:

ABDERAZAK,WALID,SAID ,TAYEB,SAAD,YAZID,ELARBI,  
SALAH,LOUKA,MANI,NOUNE,SELAMI,LOULA,ZAKI ,TOHA

**RIDHA 2013**

## ملخص

إن الهدف من إنجاز أطروحة نهائية دراساتي يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، والذي يسعى إلى تحقيق مردوداً معتبراً من ناحية الاستثمار، مُعيراً عن أفضل فعالية لتقنيات السقي من جهة، تسيير أنجع و مُحا فضاءً على الموارد المائية و نوعية التربة من جهة أخرى. و هذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة و التي فرضت فعليتها، نذكر على سبيل المثال: السقي بالتقطير و السقي بالرش الأكثر تطوراً في الأونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي و التكنولوجي. و من بين ما تتميز به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

## Résumé

L'objectif de mon mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; de façon à atteindre un rendement élevé de l'investissement, traduisant une meilleure efficacité du système d'irrigation d'une part, une meilleure gestion et préservation des potentialités : ressources en eau et ressources en sol d'autre part. Cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

## Abstract

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and ground resources from the other part. This by adoption of modern irrigation system which their reliability, i.e: localized irrigation, aspersion irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like the important water saving.

# **sommaire**

## **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

<b>I.1-GENERALITES .....</b>	<b>1</b>
<b>I.2- Situation topographique.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3- Situation climatologique.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3.1-La température.....</b>	<b>5</b>
<b>I.3.2-Les précipitations .....</b>	<b>6</b>
<b>I.3.3-L'humidité .....</b>	<b>7</b>
<b>I.3.4-Le vent.....</b>	<b>8</b>
<b>I.3.5-l'insolation.....</b>	<b>9</b>
<b>I.3 .6-Synthèse climatique : .....</b>	<b>10</b>
<b>I.4-Situation géologique.....</b>	<b>13</b>
<b>I.5- Aspect hydrogéologique : .....</b>	<b>15</b>

## **Chapitre II : Irrigation**

<b>II. Introduction.....</b>	<b>16</b>
<b>II.1.L'irrigation gravitaire : .....</b>	<b>17</b>
<b>II.1.1.L'irrigation par planche .....</b>	<b>17</b>
<b>II.1.2.L'irrigation par bassin.....</b>	<b>17</b>
<b>II.1.3.L'irrigation à la raie ou par rigole.....</b>	<b>18</b>
<b>II.1.3.1.L'irrigation par siphon .....</b>	<b>19</b>
<b>II.1.3.2.Irrigation par rampe à vannettes.....</b>	<b>20</b>
<b>II.1.3.3.Irrigation par gaine souple.....</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3.4.Transirrigation .....</b>	<b>22</b>
<b>II.2. L'irrigation goutte à goutte.....</b>	<b>22</b>
<b>II.2.1 Composition De l'installation .....</b>	<b>23</b>
<b>II.3. L'irrigation par aspersion .....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.1.Aspersion traditionnelle.....</b>	<b>28</b>
<b>II .3.1.1.Les installations mobiles portatives.....</b>	<b>28</b>
<b>II .3.1.2.Les installations semi-mobiles portatives.....</b>	<b>29</b>
<b>II.3.1.3.Les installations permanentes (ou couverture totale).....</b>	<b>29</b>
<b>II.3.1.4.Les installations temporaires .....</b>	<b>29</b>
<b>II.3.2.Aspersion mécanisée .....</b>	<b>29</b>
<b>II.3.2.1.Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale.....</b>	<b>29</b>
<b>II.3.2.2.Le système de rampe frontale .....</b>	<b>29</b>

II.3.2.3.L'enrouleur .....	31
II.4. Choix de la technique d'irrigation convenable : .....	34
II.5. Mode d'arrosage.....	34
II-5- Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte.....	36
III-5-1-Les avantages du goutte à goutte.....	36
III-5-2- Inconvénients du goutte à goutte.....	37
II.6.Conclusion : .....	38

## Chapitre III : Etude hydrologique

### \_ III - Introduction

III.2- Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement : .....	39
III.2.1- L'homogénéité de la série pluviométrique : .....	41
III.2.2-Etude de l'échantillon et choix du type de loi : .....	43
III.3-Choix du type de loi : .....	44
III.4- Ajustement de la série pluviométrique : .....	44
III.4.1- Ajustement a la loi normale: .....	44
III.4.2-Ajustement à une loi Log-normale : .....	45
III.5- Test de validité d'un ajustement : .....	48
III.5.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale : .....	48
III.5.2. Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale : .....	48
III.6- Détermination de l'année de calcul : .....	49
III.7-CONCLUSION : .....	50

## Chapitre IV : Bilan hydrique et évaluationdes besoins des cultures

IV-1- Introduction .....	51
IV-2- Définition d'un régime d'irrigation .....	52
IV-3- Besoins en eau des cultures.....	52
I V-3-1. Définition.....	52
I V-3-2. L'évapotranspiration .....	52
IV-3-2-1. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration .....	53
I V-3-2-1-1. Méthodes directes .....	53
I V-3-2-1-2. Méthodes indirectes.....	53

Méthode de Penman & Monteith.....	54
IV-3-2-2. Calcul de l'évapotranspiration .....	55
Iv -4 Traitement des données pluviométriques : .....	56
Iv -4-1 Précipitation moyenne mensuelle : .....	56
Iv -4-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul) .....	57
Iv -5 Calcul de la pluie efficace : .....	57
4- Détermination des besoins en eau d'irrigation.....	58
IV-4-1. Définition.....	58
IV-4-2. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures .....	58
5.besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures .....	62
IV.5. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif : .....	63
IV -8-Conclusion.....	63

## Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'irrigation et différents ouvrage annexes

V-1- Introduction.....	64
V.2. Calcul de l'installation .....	64
> pomme de terre : .....	64
V.3.Le débit d'installation .....	67
V.4. Calcul hydraulique du réseau .....	67
V.4.1. Conditions hydrauliques.....	67
V.4.2. Calcul de la rampe.....	68
V.4.3. Calcul du porte-rampe.....	68
V.4.5- La conduite principale .....	69
V.4.6-La pression en tête de l'installation .....	70
> Pour tomate : .....	72
V.5. Le débit d'installation .....	74
V.6. Calcul hydraulique du réseau .....	75
V.6.1. Conditions hydrauliques.....	75
V.6.2. Calcul de la rampe.....	75
V.4.5.La pression en tête de l'installation .....	77
V.7. Choix de la pompe .....	79
V.7.1. Débit de la pompe .....	79
V.7.2. Hauteur d'élévation.....	79
Dimension : de la pompe.....	79

<b>V.8. Capacité du bassin d'irrigation.....</b>	<b>81</b>
<b>V.9. Conclusion.....</b>	<b>81</b>

## **Chapitre VI : Evaluation du cout de projet**

<b>Généralité :.....</b>	<b>81</b>
<b>VI.1. devis de réseau d'irrigation localisée.....</b>	<b>81</b>
<b>VI-2- Dépenses des travaux :.....</b>	<b>82</b>
<b>VI-4- Conclusion : .....</b>	<b>83</b>

## Liste de tableau

### Chapitre I

Tableau I.1: Les valeurs moyennes mensuelles de la température (O.N.M 1995-2004).....	5
Tableau I.2 : Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations (O.N.M 1995-2004).....	6
Tableau I.3: Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité (O.N.M1995/2004) .....	7
Tableau I.4 : Les valeurs moyennes mensuelles de vitesse du vent (O.N.M 1994-2005) .....	9
Tableau I.5 : Les valeurs moyennes mensuelles d'insolation (1994-2005).....	10
Tableau I.6 : Caractéristiques de forage d'alimentation.....	16

### Chapitre III

Tableau III.2 : Répartition des pluies moyennes mensuelles et annuelles. ....	40
Tableau III.3 : Ajustement a la loi normale.....	46
III.4.2-Ajustement à une loi Log-normale :.....	45
Tableau III.5 : Précipitations mensuelles moyenne.....	49
Tableau III.6 : précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.....	49

### Chapitre IV

Tableau I V-1 : Evapotranspiration en mm/jour.....	56
Tableaul V.2: précipitation mensuelles de l'année de projet .....	57
Tableau I V.3 : Précipitation efficaces dans la zone de projet.....	57
Tableau IV.4 Assolement :pomme de terre/ tomate .....	58
Tableau I V.5 : Besoins en eau d'irrigation de la culture de pomme de terre.....	59
Tableau IV.6 : Besoins en eau d'irrigation pour la culture de tomate.....	59
Tableaul V.7 : besoins en eau des cultures .....	60

### Chapitre V

Tableau V.4.4- : Résultats de calcul théorique du réseau localisé .....	69
Tableau V-4.7-: les pressions aux extrémités du réseau.....	71

Tableau V-2 : Résultats de calcul théorique du réseau localisé <sup>2</sup> .....	76
Tableau V-3 : les pressions aux extrémités du réseau .....	78

## Chapitre VI

Tableau VI-1-Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée :.....	81
Tableau VI-3-Calcul de terrassement :.....	83

## Liste de figure

### Chapitre I

Figure I-1 : Situation géographique de la région d'El Oued (Larousse, 2009) .....	1
Figure I.3 : présentation de la zone d'étude.....	3
Figure I.4 : Situation géographique de la ville de Hassi Khalifa et la zone d'étude.....	5
I.2- Situation topographique.....	5
I.3- Situation climatologique.....	5
I.3.1-La température .....	5
Figure I.5 : variation moyenne mensuelle interannuelle de la température .....	6
Figure I.6: variation moyenne mensuelle des précipitations .....	7
I.3.3-L'humidité.....	7
Figure I.7: variation moyenne mensuelle interannuelle de l'humidité (1995/2004) .....	8
Figure I.8 : La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent (1994-2005).....	9
Figure I.9 : La variation moyenne mensuelle d'insolation (1994-2005) .....	10
Figure.I.10 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région HASSI KHALIFA (1995-2004).....	12
Figure.I.04 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Souf durant l'année.....	14
Figure I.10 : coupe du forage F1 à l'Albien (coupe d'après ANRH 1993).....	16

### Chapitre II

Fig.II-1 : irrigation par submersion.....	18
Fig.II-2 : irrigation à la raie .....	19
figII.3.Irrigation par rampe à vannettes .....	22
FigII.4.GAINE SOUPLE .....	22
Fig II.1:Dilueur d'engrais.....	23
Fig II.2:Filtre à gravier.....	24
Fig II.3:Filtre à tamis .....	24
FigII.7 differant types des rampes.....	30
FigII.8 : pivot .....	31
FigII.9 differant types des enrouleurs .....	34
FigureII. 10 : Bulbe étroit en « carotte ».....	34
FigureII-11 : Forme du bulbe au dessous de goutteur .....	35

### Chapitre III

Figure III.1 : Ajustement a la loi normale .....	45
Figure III.2 : Ajustement a la loi de log-normal.....	48

### Chapitre V

Fig V.1. Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale.....	71
Fig V.2. Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale.....	78
Fig v.3. Dimension : de la pompe .....	79

### Chapitre VI

Fig .VI.postion de la conduite .....	82
--------------------------------------	----

## Liste des planches

Planche 1 : plan situation de périmètre Hassi khalifa (w .El oued )

Planche 2 : plan d'occupation de sol de périmètre Hassi Khalifa (w .El oued )

Planche 3 : plan du réseau projet de périmètre Hassi Khalifa (w .El oued )

Planche 4 : profile en long de la conduite principale de périmètre Hassi Khalifa (w . El oued )

## **INTRODUCTION GENERALE**

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

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

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

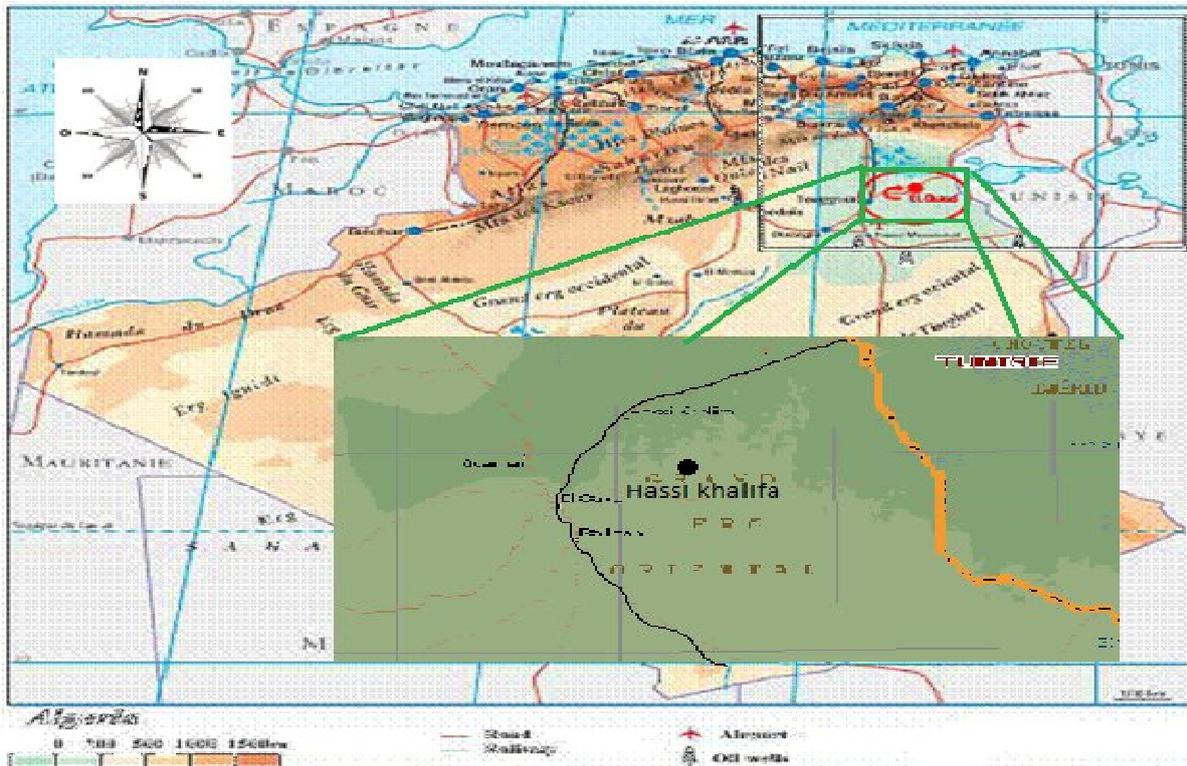
**Chapitre I**  
**PRÉSENTATION**  
**DE LA ZONE**  
**D'ÉTUDE**



## I.1-GENERALITES

La parcelle à étudier se trouve dans la daïra Hassi Khalifa cette dernière appartenant à la wilaya d'El-Oued, qui est située au Sud- Est de l'Algérie, couverte des dunes de sable tous égards, et à une superficie 44585 Km<sup>2</sup>,

La wilaya d'El Oued est limitée au Nord par la wilaya de Biskra, la wilaya de Tébessa et la wilaya de Khenchela, au sud et Ouest par la wilaya d'Ouargla et à l'Est par la république Tunisienne (Figure I.1).



**Figure I-1** : Situation géographique de la région d'El Oued (Larousse, 2009)

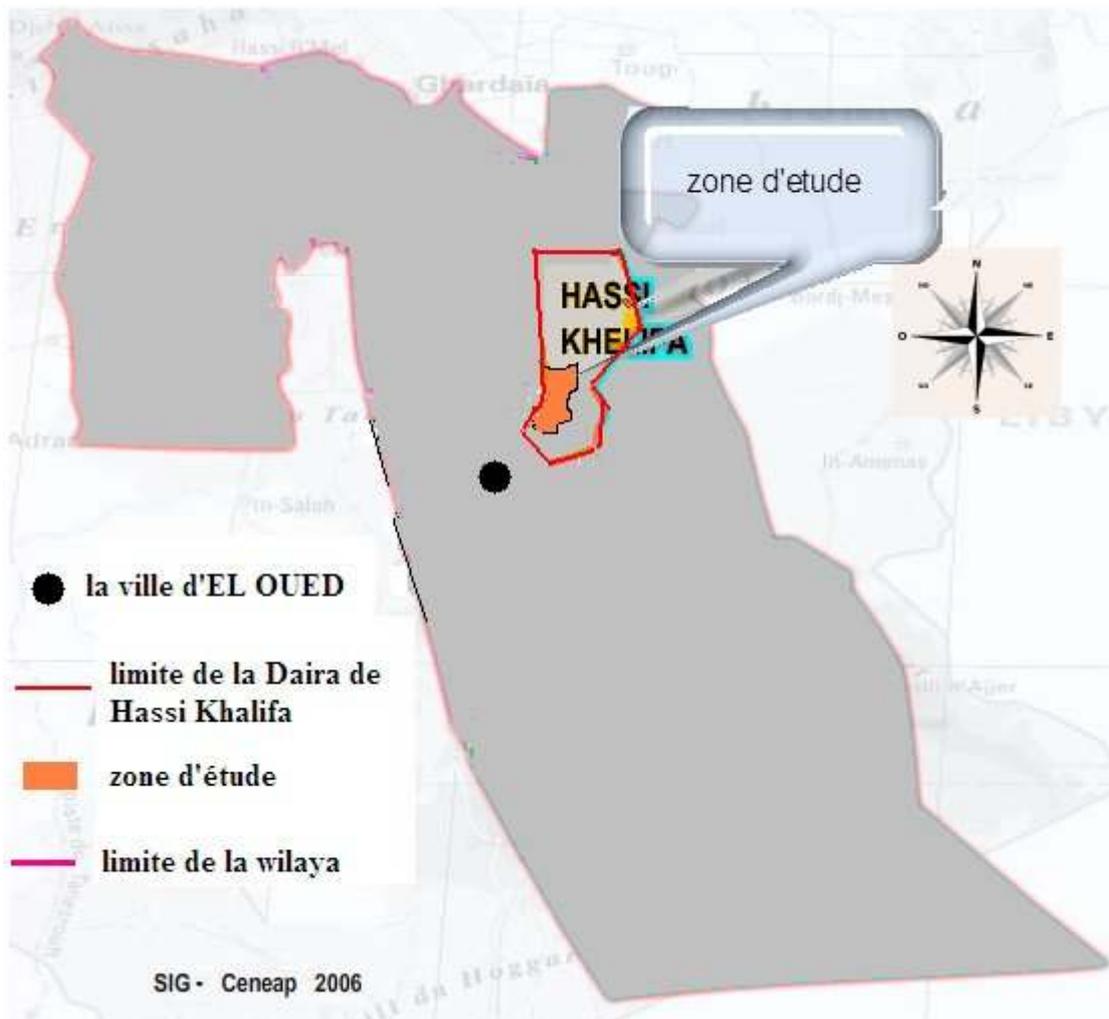
HASSI KHALIFA se trouve à une latitude de 33° 36 04 Nord, et à une longitude de 7° 01 44Est, dont les limites de la ville sont comme suit: (Figure. I.2)

Au Nord par la commune de Taleb Larbi et Beni Guecha.

Au Sud par la commune de Trifaoui el Debila.

A l'Est par la commune Taleb Larbi.

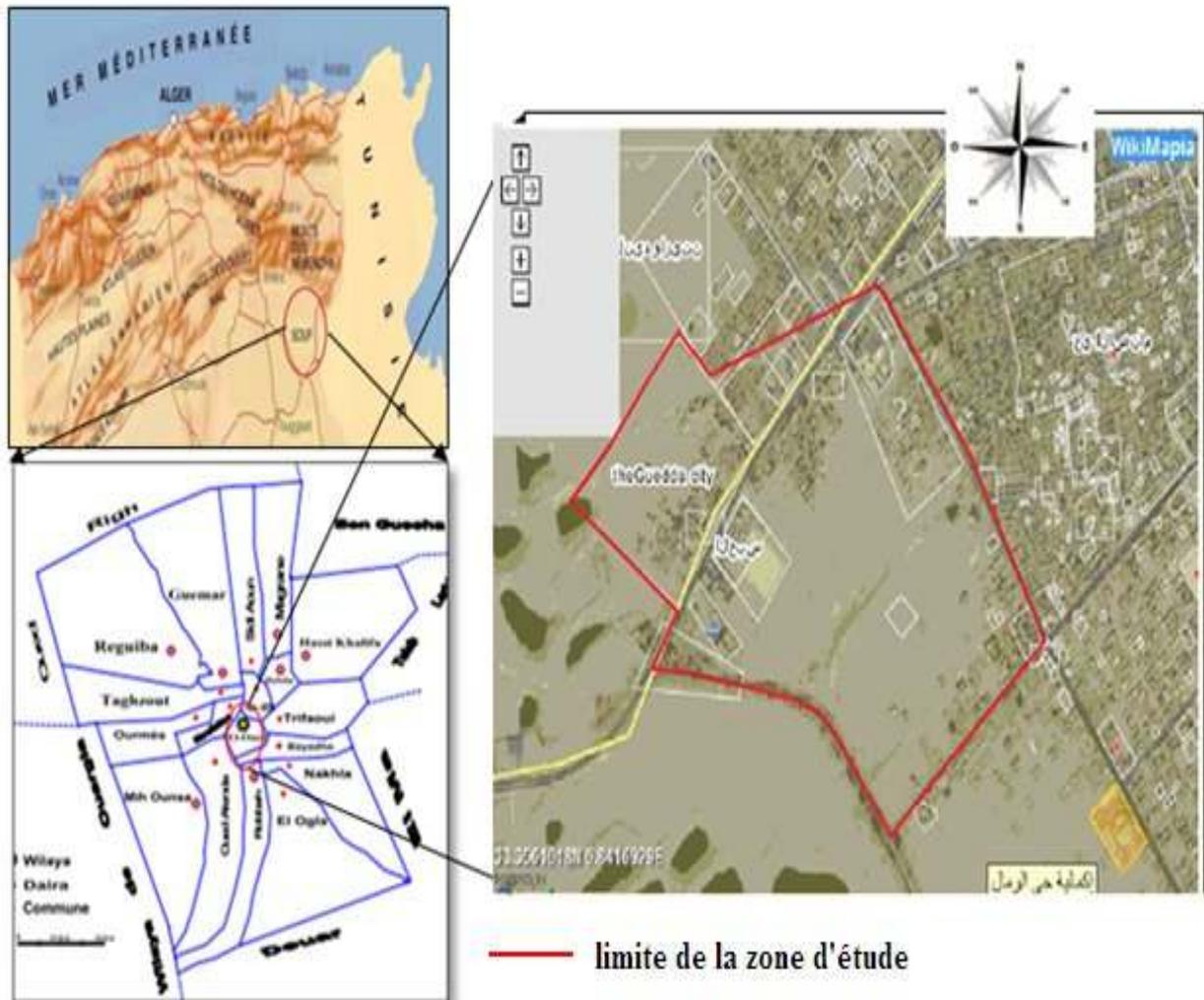
A l'Ouest par la commune de Magrane.



Source : (D H W) HASSI KHALIFA

**Figure I.3** : présentation de la zone d'étude

La ville de Hassi Khalifa est l'une des plus anciennes villes dans la wilaya d'El Oued. La superficie est 168 hectares, dont 110 hectares sont équipés et le reste 58 hectares est un espace qui pourra être équipé.



Source : (D H W) HASSI KHALIFA

**Figure I.4 :** Situation géographique de la ville de Hassi Khalifa et la zone d'étude

### I.2- Situation topographique

Les reliefs de la ville de Hassi Khalifa sont caractérisés par l'existence de trois principales formes:

- Une région sableuse qui se présente sous un double aspect ; l'Erg et le Sahara.
- Une forme de plateaux rocheux qui s'étend vers le Sud avec une alternance des dunes et des crêtes rocheuses.

Il est à signaler que l'altitude diminue du Sud vers le Nord, et de l'Ouest vers l'Est pour devenir négative au niveau des chotts.

#### Erg :

Une région sableuse qui occupe 3/4 de la superficie du Souf et ce trouve sur les lignes (80m Est 120m Ouest). Cette région fait partie du grand Erg oriental.

### I.3- Situation climatologique

Le climat de Hassi Khalifa est un climat saharien se caractérise par un faible taux des précipitations et des températures élevées, d'une évaporation importante et d'un rayonnement solaire excessif.

Comme un référence des stations climatiques couvrant toute la Wilaya, on prendra la station de Guemar pour caractériser la zone d'étude. Les caractéristiques géographiques de la station de Guemar sont :

- Code A.N.R.H : 13 04 14
- Altitude : 62m
- Longitude : 06°46' 57' ' E
- Latitude : 33°30' 47' ' N

#### I.3.1-La température

Les températures de la station de Guemar nous ont été fournées par l'ONM pour une période de 10 ans (1995-2004). (Tableau I.1)

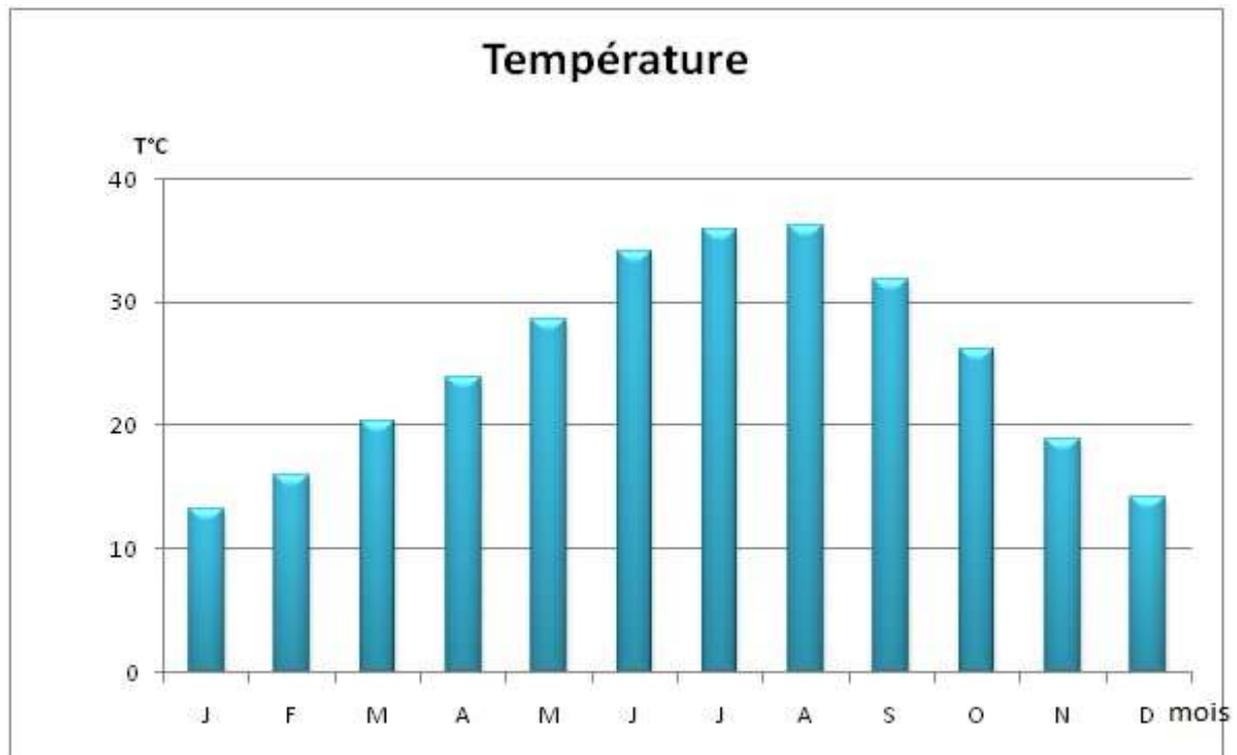
**Tableau I.1:** valeurs moyennes mensuelles de la température (O.N.M 1995-2004).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T°C	13.3	16.02	20.32	23.95	28.58	34.13	35.88	36.19	31.74	26.11	18.93	14.19

Source (O N M 1995-2004)

D'après le tableau de la variation moyenne mensuelle montre une période froide qui s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril avec un minimum durant le mois de Janvier (13.3°C), alors que la période chaude commence à partir du mois de Mai jusqu'au mois de

Septembre avec un maximum de température relevé pendant le mois de Juillet ( 35.88 °C).  
(Figure I.5)



**Figure I.5** : variation moyenne mensuelle interannuelle de la température (1995-2004)

### I.3.2-Les précipitations

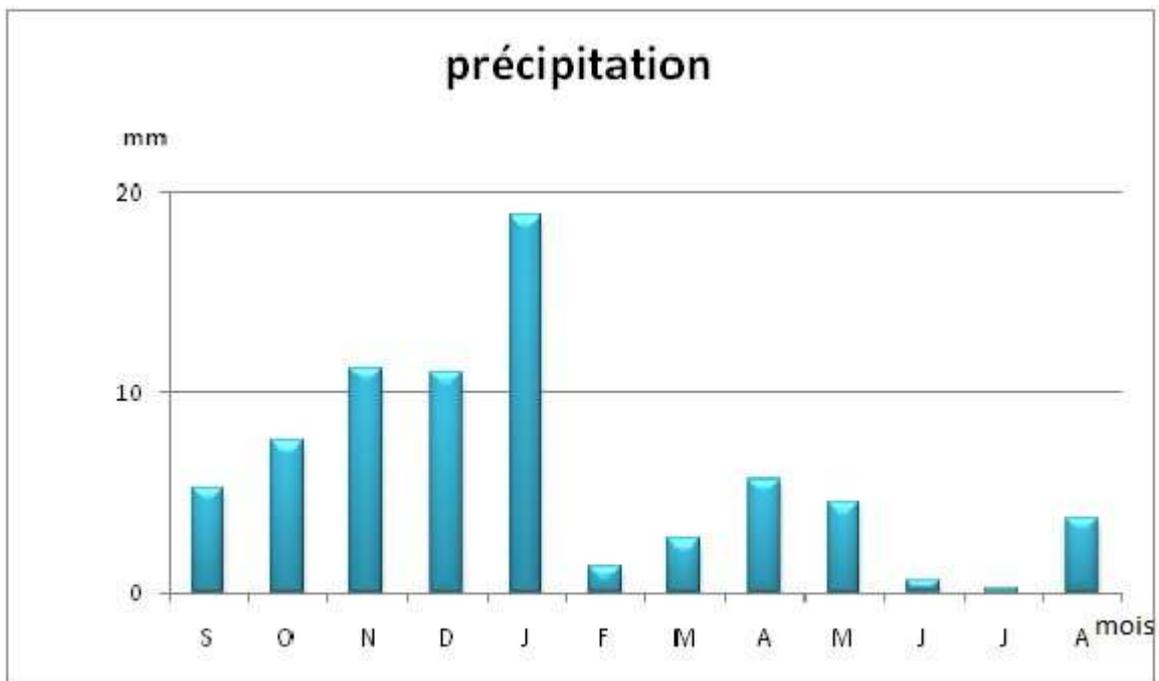
Les précipitations sont un facteur fondamental pour caractériser le climat d'une région. Les variations moyennes mensuelles des précipitations d'une durée d'observation de 10 ans (1994-2005) sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau I.2** : Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations (O.N.M 1995-2004).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>P (mm)</b>	5.19	7.51	11.1	10.96	18.74	1.28	2.68	5.63	4.51	0.62	0.22	3.71

Source (O N M 1995-2004)

La pluviométrie maximale est de l'ordre de 18.74 mm enregistré pendant le mois de Janvier, et le minimum est de l'ordre de 0,22 mm enregistré pendant le mois de Juillet (Figure I.6)



**Figure I.6:** variation moyenne mensuelle des précipitations (1995-2004)

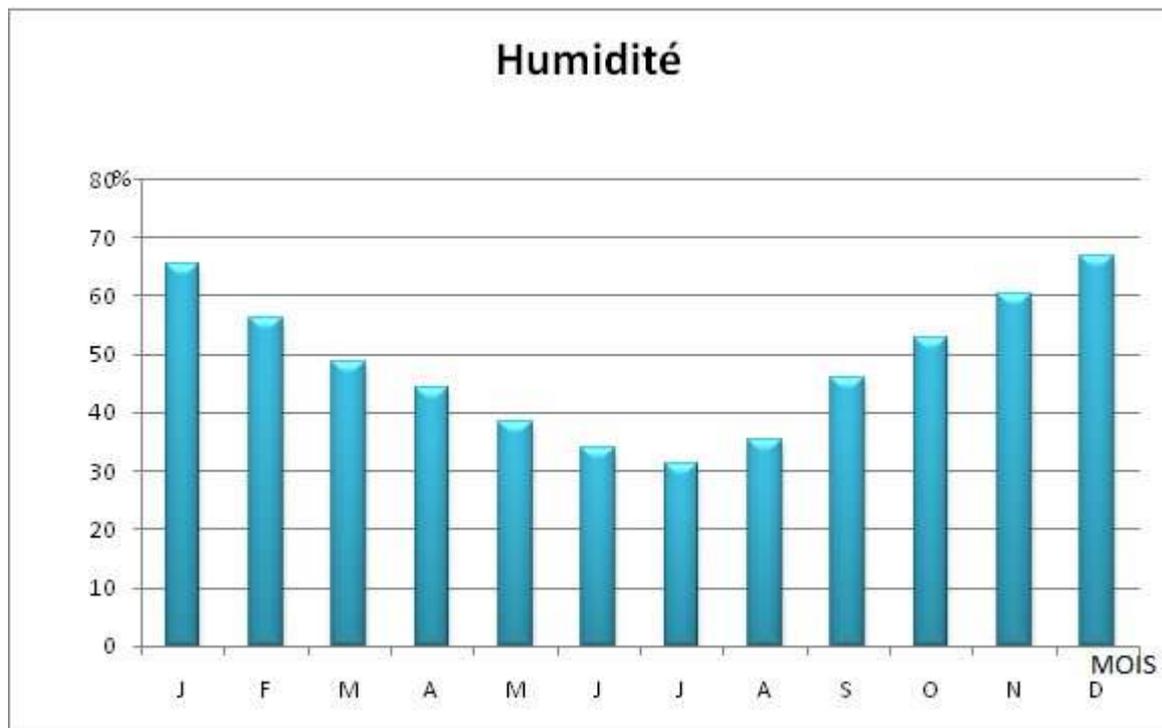
### I.3.3-L'humidité

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère, elle a des effets sur les altérations chimiques telles que l'oxydation.

**Tableau I.3:** Les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité (O.N.M1995/2004)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hum (%)	65.59	56.21	48.83	44.21	38.23	33.80	31.35	35.19	45.83	52.90	60.19	66.71

Source (O N M 1995-2004)



**Figure I.7:** variation moyenne mensuelle interannuelle de l'humidité (1995/2004)

L'humidité moyenne de la région représentée dans le tableau (I.3) où on remarque un minimum enregistré pendant le mois de Juillet avec une valeur de 31.35 %, et un maximum enregistré pendant le mois de Décembre avec une valeur de 66.71%. (Figure I.7)

### **I.3.4-Le vent**

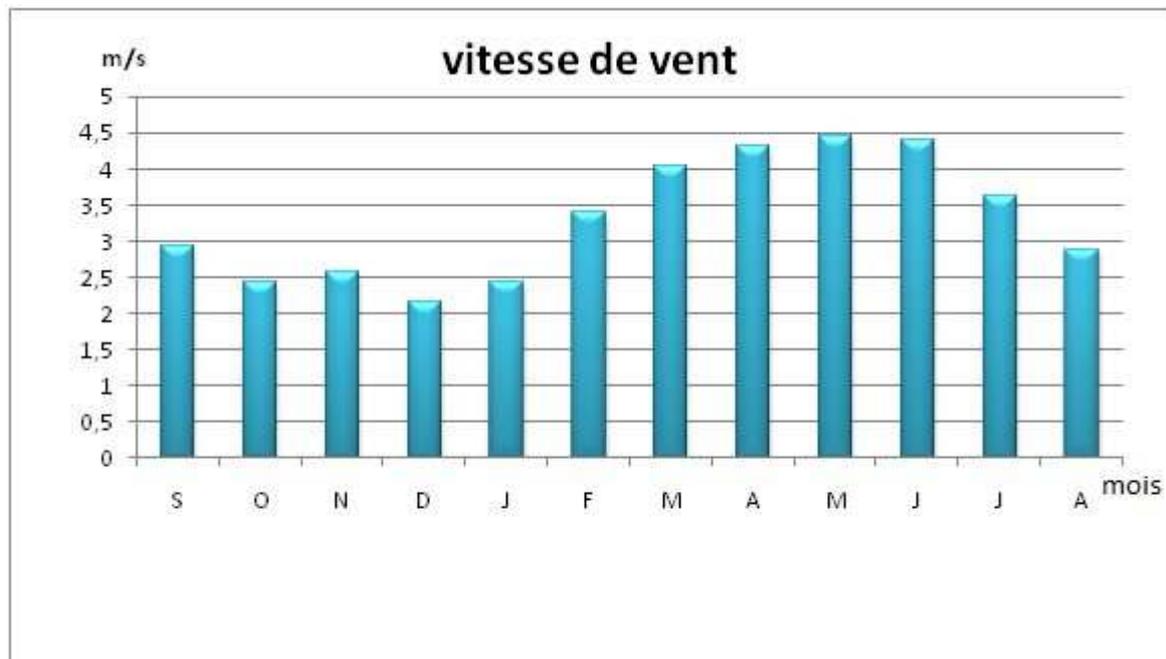
Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord- Est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud Ouest.

Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud-Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre Février et Avril (durant le printemps), mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares. La vitesse moyenne des vents enregistrée pour la période de (1994-2005) est reportée sur le tableau I.4. On remarque qu'au printemps les vents sont les plus forts dominés par le vent d'Est communément appelé "El- Bahri". Ce dernier souffle principalement pendant la période qui s'étale d'Avril à Juillet. En été, il apporte de la fraîcheur, mais il est peu apprécié au printemps car il donne naissance au vent de sable.

**Tableau I.4** : valeurs moyennes mensuelles de vitesse du vent (O.N.M 1994-2005)

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté		
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vitesse (m/s)	2.93	2.42	2.56	2.15	2.44	3.4	4.04	4.31	4.46	4.39	3.63	2.87

Source (O N M 1995-2004)

**Figure I.8** : La variation moyenne mensuelle de vitesse du vent (1994-2005)

### I.3.5-l'insolation

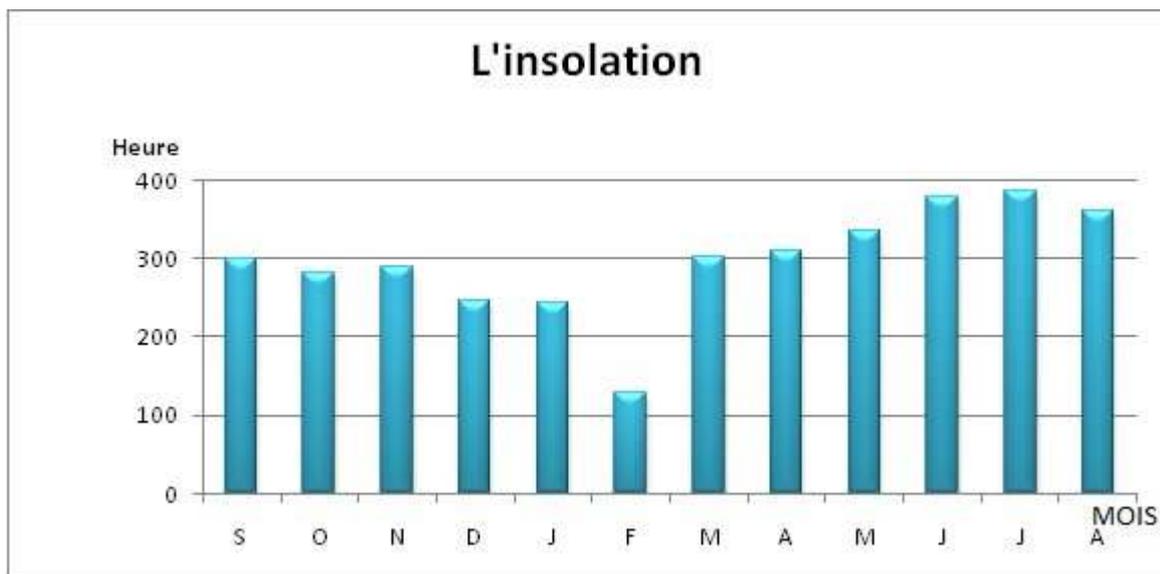
On appelle insolation ou radiation solaire globale la période durant laquelle le soleil peut briller, on la détermine par des mesures directes ou par dépouillement des bandes héliographiques.

- La durée moyenne d'insolation annuelle est de 296,31 heures.
- Le maximum est enregistré en Juillet avec 384,74 heures.
- Le minimum apparait en Février avec 129,59 heures.

**Tableau I.5** : Les valeurs moyennes mensuelles d'insolation (1994-2005)

M	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
Insol (h)	299,4	281,27	289,9	244,4	242,33	129,59	300,61	310,3	334,8	377,83	384,74	360,6	296,31

Source (O N M 1995-2004)

**Figure I.9** : La variation moyenne mensuelle d'insolation (1994-2005)

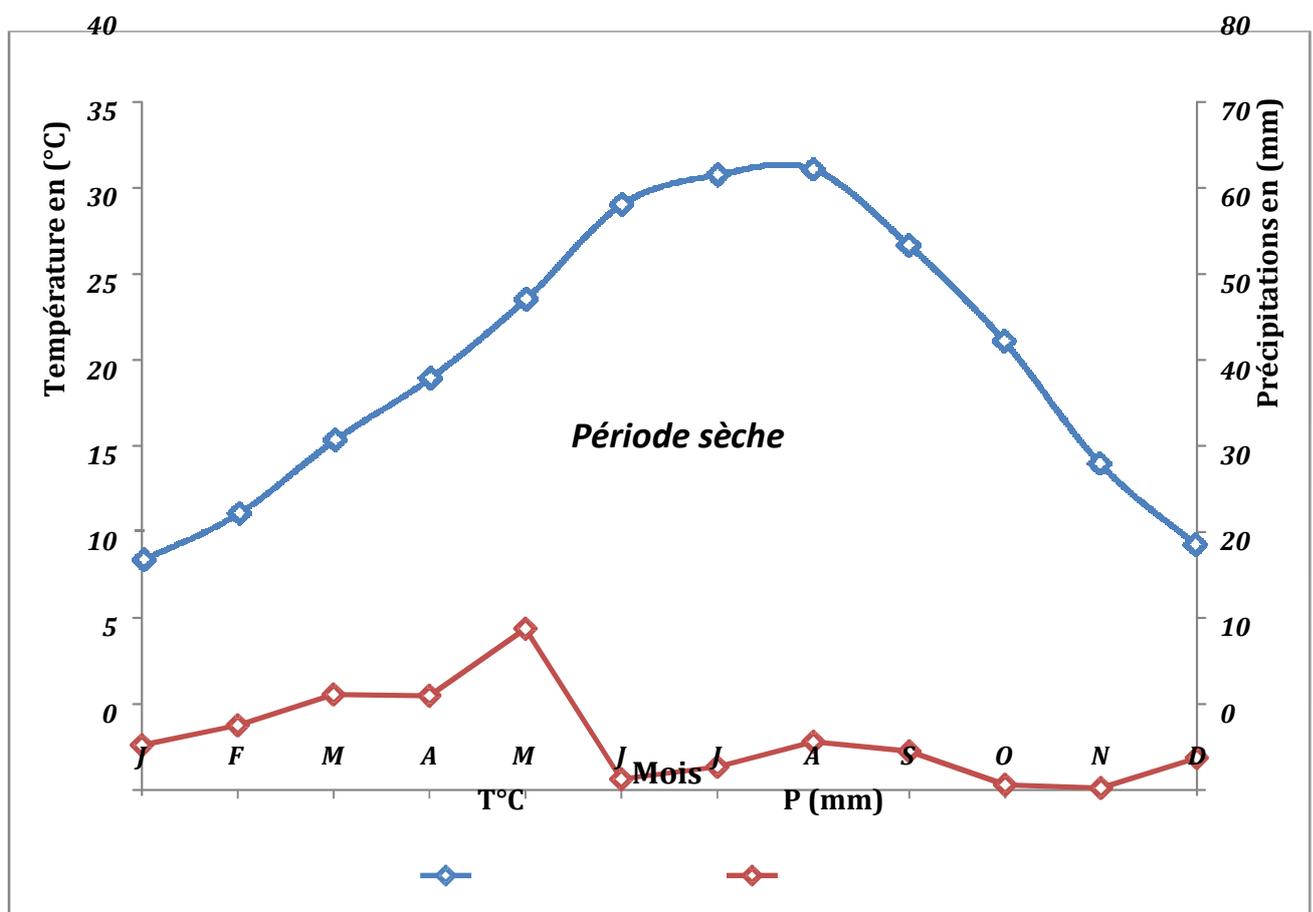
### I.3 .6-Synthèse climatique :

Les températures et les précipitations constituent les deux paramètres fondamentaux qui caractérisent les milieux continentaux. Ces facteurs climatiques sont non seulement des éléments décisifs du milieu physique, mais ils ont aussi des répercussions profondes sur les êtres vivants (RAMADE, 1984). Les précipitations et la température sont les principaux facteurs régissant le développement des êtres vivants ;il est intéressant de les utiliser pour construire d'une part le diagramme ombrothermique de Gausson et d'autre part le climagramme d'Emberger.

## ❖ .Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique (Ombro = pluie, thermo = température) est construit en portant en abscisse les mois et en ordonnées les précipitations (P mm) sur un axe et les températures (T °C.) sur le seconde en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations ( $P = 2T$ ), on obtient en fait deux diagrammes superposés. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe thermique pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique. Dans ce diagramme, un mois est sec quant le total mensuel des précipitations exprimé en (mm) est inférieur à deux fois la moyenne thermique mensuelle exprimée en degrés centigrades (°C.) soit :  $P \text{ mm} < 2T \text{ C}$ . L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche.

Dans la région de Souf, la période sèche s'étale sur la totalité de l'année, avec une augmentation remarquable pendant l'été (Fig. I.10 ).



**Figure.I.10** : Diagramme ombrothermique de Gaussien de la région HASSI KHALIFA (1995-2004)

**❖ .Climogramme pluviométrique d'Emberger :**

le climatogramme d'Emberger indique l'étage bioclimatique de la région étudiée.

En utilisant l'équation d'EMBERGER (1932).

$Q_2 = (2000 \times P) / (M^2 - m^2)$ . Qui a été simplifié par STEWART (1969) et devenant :

$Q_3 = (3,43 \times P) / (M - m)$ . Et qu'on a appliqué.

P : la précipitation moyenne des années en (mm);

M : la moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C.);

m : la moyenne des minima du mois le plus froid en (°C.);

$Q_3$  : le quotient pluviométrique.

$$Q_3 = 3,43 \times P / (M - m)$$

D'après les données climatiques de la région de Souf (1997-2007).

$M = 42.03^\circ\text{C}$      $m = 5.26^\circ\text{C}$      $p = 97.9 \text{ mm}$

Alors  $Q_3 = (3,43 \times 97.15) / (42.03 - 5.26) = 335.8 / 36.77 = 9.13$

En portant cette valeur sur le climogramme d'EMBERGER et la température du mois le plus froid, la région de Souf se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hivers chaud (Fig. 10), caractérisé par :

- La faiblesse des précipitations ;
- Les fortes températures ;
- Une grande luminosité ;
- Une évaporation intense.

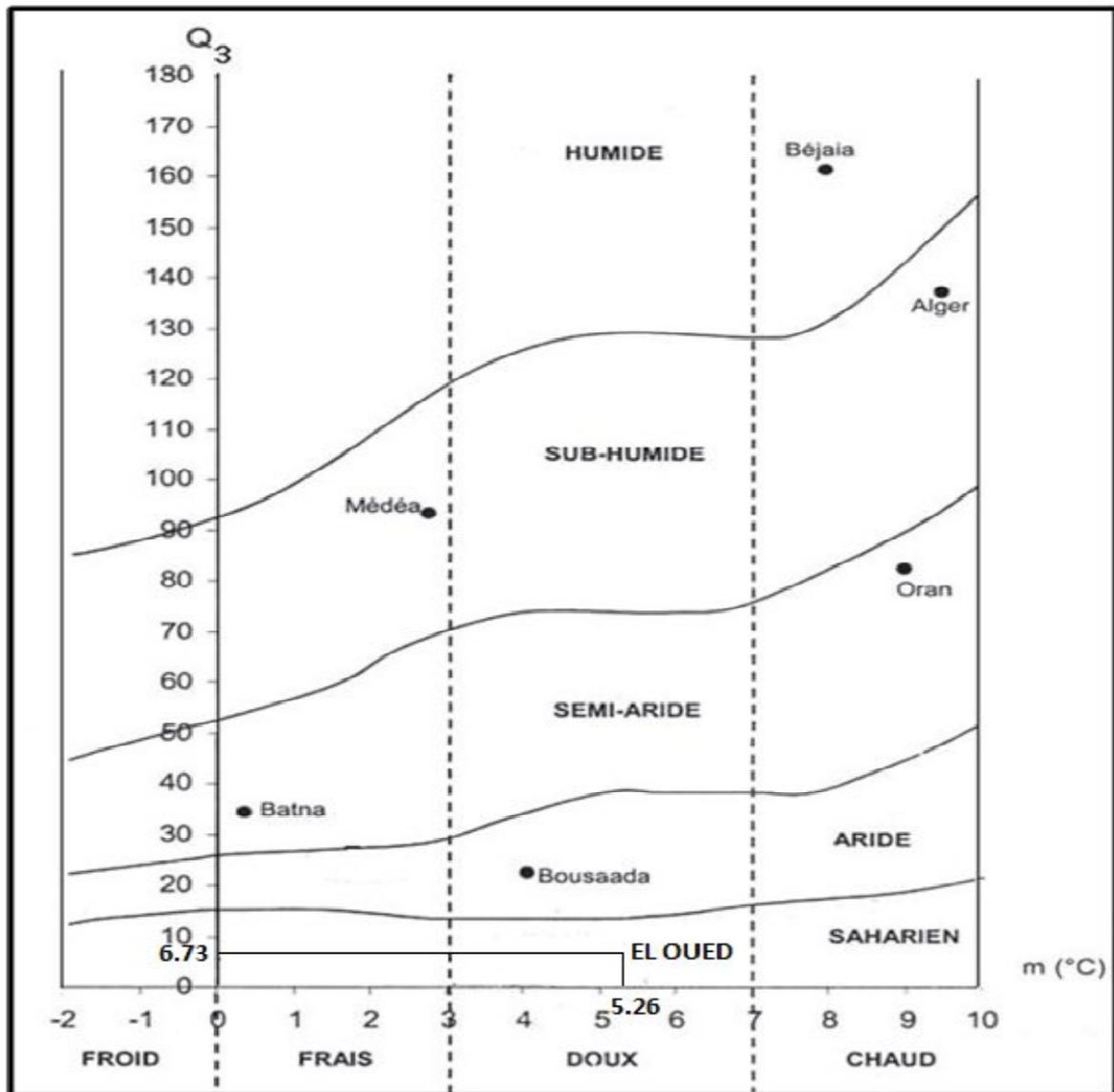


Figure.I.04 : Diagramme ombrothermique de Gaussen

#### I.4-Situation géologique

La région d'étude est exactement dans la partie Nord de la plate forme saharienne, elle s'est caractérisée par des formations détritiques particulièrement sableuses, elles apparaissent sous forme de dunes et anti dunes (ANRH).

Coupe du forage d'El-Oued F1		X=885.300 Y=314.000 Z=98	Description géologique	Etages	
50			Alternance d'argile parfois sableuse et de sable hétérogène à intercalation de gypse	<b>Mio-pliocène</b>	
100					
150					
200					
250					
300					
350		300			<b>Eocène</b>
400					
450				Alternance de calcaire fissuré et de calcaire massif	
500					
550					
600		640			
650					
700		740		Alternance de marne gris- verdâtre et de calcaire gris, compact et dur ;	<b>Sénonien Carbonaté</b>
750					
800		840		Alternance de dolomie beige compact d'hanydrite blanche et de calcaire argileux	
850					
900					
950					
1000			Anhydrite blanche, massive dure avec passage de dolomie gris claire et intercalation de calcaire	<b>Sénonien Lagunaire</b>	
1050	1110				
1100					
1150	1200				
1200			Anhydrite massive et calcaire argileux à passages de marnes	<b>Cénomaniien</b>	
1250					
1300			Anhydrite avec passage de calcaire, de dolomie et de marne		
1350	1374				
1400			Anhydrite avec passage de calcaire, marne et dolomie avec intercalation d'argile		
1450	1498				
1500			Calcaire gris clair argileux à passage de dolomie compact, parfois microcristalline	<b>Vraconien</b>	
1550	1589				
1600	1613		Marne grise à passage d'argile gris-vert, intercalation de silex, à faible passage de grés calcaire	<b>Albien</b>	
1650					
1700			Argile brune rouge à intercalations de grés	<b>Barrémien</b>	
1750	1770				
1800			Grés, dolomie, calcaire et sable, intercalation de silex		
1850					

Figure I.10 : coupe du forage F1 à l'Albien (coupe d'après ANRH 1993)

D'après le log lithostratigraphiquement du forage F1 dans la région de Hassi Khalifa, on constate qu'il existe les étages des formations géologiques suivants :

- Le secondaire
  - ❖ Crétacé inférieur
  - ❖ Crétacé moyen
  - ❖ Crétacé supérieur
- Le Tertiaire
- Le Quaternaire

Elles se présentent sous forme des dunes de sable dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours. Les terrains quaternaires représentent la couverture superficielle qui se localisent surtout au niveau des dépressions et couvrent la plus grande extension au niveau du bas Sahara, ils sont formés d'un matériel et éolien d'où on trouve la formation des alluvions sableuses et argileuses.

**Tableau I.6 : Caractéristiques de forage d'alimentation**

Nom du forage	Coordonnées			Profondeur (m)	Année d'exploitation
	X	Y	Z(m)		
Hassi khalifa	6° 50' 19"	33° 21' 40"	87	1819	1987

(ANRH 2005)

### **I.5- Aspect hydrogéologique :**

La wilaya d'El-Oued qui fait partie du Sahara septentrional recèle dans son sous sol d'importantes réserves en eau contenues dans des aquifères superposées de la nappe phréatique dite libre à la nappe la plus profonde dit Albien. la vallée du Souf et sa périphérie puisent son eau dans les nappes profondes suivants:

#### **➤ La nappe du Complexe Terminal :**

La zone de production de cette nappe se situe entre 200 et 500 m, le débit moyen par forage varie entre 25 et 35 l/s avec une qualité chimique de 2.3 à 3.4 g/l de résidu sec. Le niveau hydrostatique de la nappe oscille entre 10 et 60 mètres selon les zones.

➤ **La nappe du Continental Intercalaire :**

La nappe du Continental Intercalaire est captée à une profondeur moyenne de 1900 m, l'eau de cette nappe se distingue par sa température très élevée atteignant plus de 60 °C, et un résidu sec de 2 à 3 g/l.

➤ **Constat de l'exploitation des nappes :**

La nappe phréatique s'étale sur presque la quasi-totalité du territoire de la vallée, elle est exploitée par environ 10.000 puits traditionnels à une profondeur moyenne de 40 m. Le recours aux forages profonds pour l'irrigation a engendré un problème néfaste pour l'environnement dans certaines zones de la vallée, notamment la remontée des eaux dans le Souf. Cette situation a perturbé l'écosystème des oasis de la vallée considéré déjà assez fragile

**Chapitre II**  
**Mode et technique**  
**d'irrigation**

## II. Introduction

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures. Il existe actuellement plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales.[1]

Un système d'irrigation en conduites sous pression est un réseau constitué de conduites raccords et autres dispositifs conçus et installés pour acheminer l'eau sous pression de la source jusqu'à la superficie à irriguer.

Les différences fondamentales entre l'irrigation traditionnelle de surface et les techniques d'irrigation sous pression sont:

- Le régime d'écoulement de l'eau: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, l'écoulement doit être important, alors qu'avec les systèmes d'irrigation en conduites sous pression, de très faibles débits, même de l'ordre de 1 m<sup>3</sup>/h, peuvent être utilisés
  - Le parcours de l'écoulement: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, l'eau d'irrigation est transportée à partir de la source et distribuée par gravité sur les champs par des canaux à ciel ouvert qui suivent les courbes de niveau. Avec les systèmes d'irrigation par conduites sous pression, l'eau est transportée et distribuée dans des conduites fermées sous pression en suivant le tracé le plus favorable (souvent le plus court), sans tenir compte de la pente ni de la topographie de la zone traversée.
  - Les superficies irriguées simultanément: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, des volumes d'eau importants sont appliqués par unité de surface, alors qu'avec les systèmes d'irrigation par conduites sous pression, l'eau est distribuée avec de faibles débits sur de grandes surfaces
- .
- L'énergie extérieure (pression) requise: le fonctionnement des méthodes traditionnelles d'irrigation de surface par gravité ne nécessite pas d'énergie extérieure, alors que les systèmes d'irrigation par conduites sous pression nécessitent une certaine pression (2–3 bars) , fournie par une unité de pompage ou un réservoir d'alimentation situé à une altitude supérieure .[1]

## II.1.L'irrigation gravitaire :

**II.1.1.L'irrigation par planche :** consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables.

Une des formules pratiques est celle de Crevat qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment là il ferme la vanne d'arrivée.[2]

**II.1.2.L'irrigation par bassin :** L'eau submerge le terrain et s'y infiltre.

Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. De hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 %de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

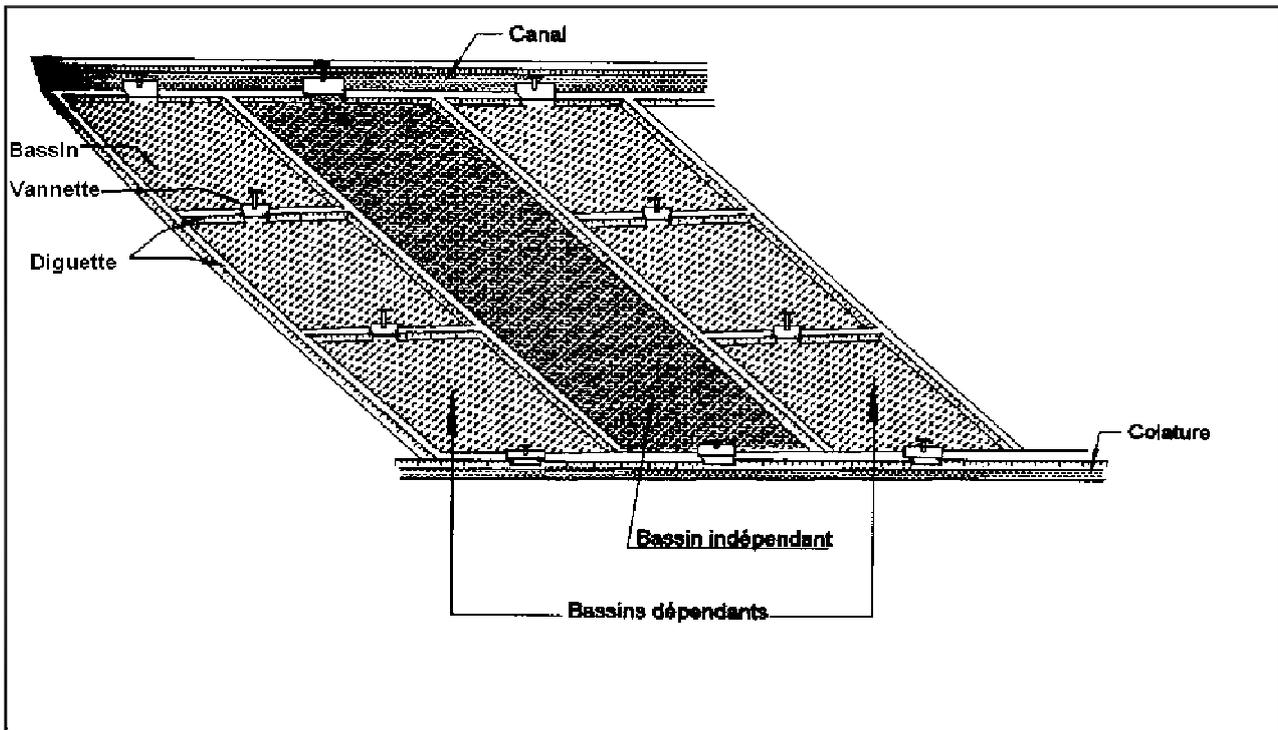
La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux.

Ce système d'irrigation s'emploie dans les rizicultures, les pâturages, les vergers, les prairies, les céréales en ligne, mais en raison du coût du nivellement des parcelles, il est généralement réservée à des terrains plats.

L'efficience de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 70%

L'application d'une couche d'eau sur la surface de sol à irriguer provoque leur tassement et le rend moins perméable et par conséquent gêne l'aération du sol. [1]

Fig.II-1: irrigation par submersion



**II.1.3.L'irrigation à la raie ou par rigole :** Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes  $< 02\%$ . Pour des pentes  $> 02\%$  les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente.

La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec :

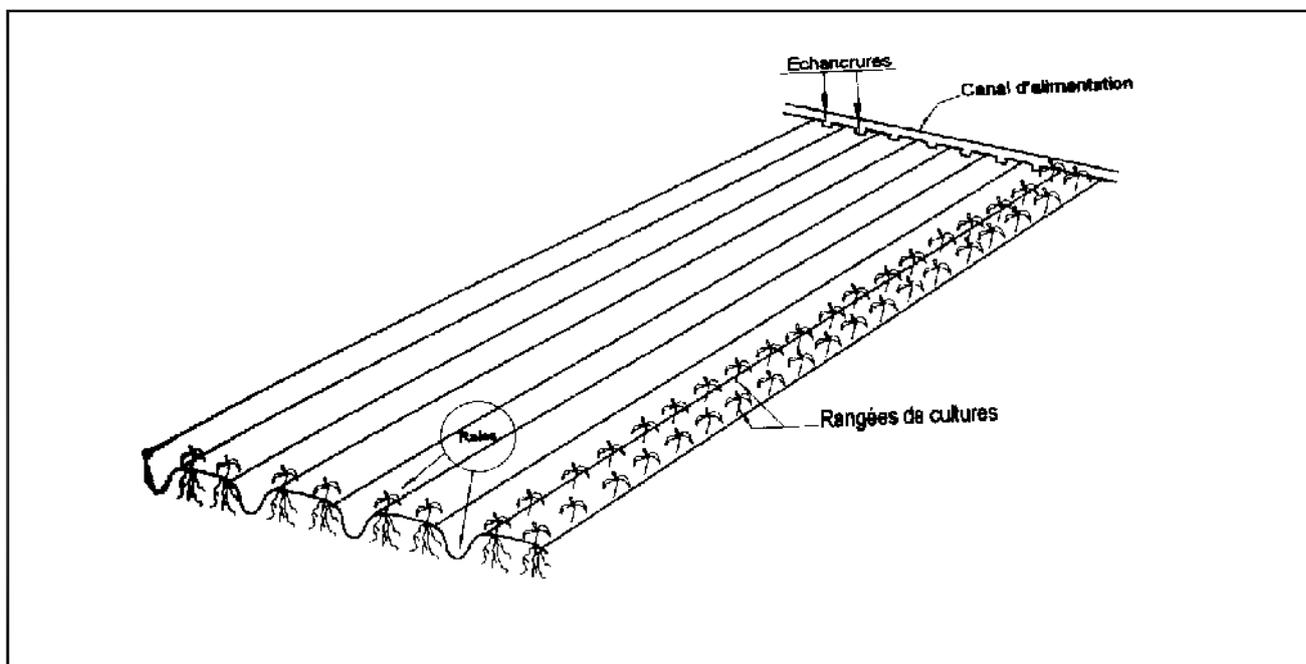
- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées ( Maïs, Coton, Pomme de terre etc.)L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m.).

Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

L'efficacité des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 70 %. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par transirrigation . [1]

Fig. II-2 : irrigation à la raie



**II.1.3.1.L'irrigation par siphon :** s'adapte bien à l'irrigation des raies. Les siphons en PVC, d'épaisseur 1,5 mm et de diamètre variant entre 20 et 43 mm, sont relativement légers lorsque leur longueur est comprise entre 1 et 1,5 m. Une charge de 10 cm est suffisante pour travailler dans des conditions adéquates. Les débits varient entre 0,25 et 2 Vs, respectivement pour une charge de 5 et 20 cm. On peut par ailleurs réaliser une irrigation à deux débits, soit en utilisant des diamètres différents, soit en utilisant des bouchons percés à l'extrémité des tubes ou tout simplement en jouant sur le nombre des siphons. Dans ce type d'irrigation, ramorçage des siphons nécessite un entraînement et une certaine agilité pour mieux maîtriser l'irrigation. Il existe aussi de petites pompes à main pour effectuer cette tâche, mais ramorçage risque d'être plus lent.

Ce type d'irrigation est d'un intérêt certain car il permet d'éviter la construction d'une "séguia" d'amenée, et donc tous les travaux liés à la distribution. Il permet également de réduire l'érosion du sol à la tête de la raie. Par ailleurs, l'irrigation par siphon permet une bonne répartition de reau et présente un avantage du fait que l'investissement est faible.

**II.1.3.2.Irrigation par rampe à vannettes :** ce type de matériel correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de réglage du débit par des vannettes coulissantes; qui offrent des positions d'ouverture de 25, 50, 75 et 100‰.

Par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsqu'on remplace les vannettes par des cannes verticales qui alimentent des raies ou des planches; on obtient alors le système californien. Il est constitué d'une conduite enterrée sur laquelle on fixe des cannes dont on peut régler le débit ainsi que l'orientation du jet. La conduite enterrée, de diamètre variant de 160 à 300 mm, est relativement épaisse (3 à 5 mm).

Cette technique ne gêne pas les travaux agricoles. Par contre, une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche. [1]



**figII.3.Irrigation par rampe à vannettes**

**II.1.3.3.Irrigation par gaine souple :** La gaine souple est posée dans une rigole préparée à l'avance pour éviter les déplacements de la gaine une fois remplie d'eau. La pose peut être effectuée à l'aide d'un engin ou d'un petit tracteur. Les perforations peuvent être effectuées sur un ou deux côtés. Elles peuvent être standards ou selon les espacements des cultures. La gaine peut être munie de manchettes souples de dérivation qui permettent d'irriguer au centre des raies, sans se soucier d'un emplacement précis des perforations

Ce type d'irrigation, ayant une charge de 0,4 à 1 m, convient pour un sol relativement plat. Les débits de dérivation sont de l'ordre de 2 Vs. Les gaines sont facilement installées sur le terrain et demandent un investissement modeste. Cependant elles présentent l'inconvénient d'être fragiles et le réglage des débits est peu précis.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour élever l'eau et leur extrémité reste ouverte sous peine de destruction par une surpression. Les extrémités doivent donc être posées sur des objets d'une hauteur d'environ 1m.



**FigII.4.GAINE SOUPLE**

**II.1.3.4. Transirrigation :** La transirrigation de surface ou souterraine convient parfaitement à l'irrigation de la raie. La parcelle à irriguer par ce type d'irrigation est relativement grande et peut atteindre 6 ha.

Une conduite en PVC rigide de diamètre 250 mm et d'épaisseur 4,9 mm est installée suivant une inclinaison régulière variant entre 0,25 et 0,6 % sur laquelle sont percés des orifices bien alignés et formant un angle de 30° par rapport à la verticale. Le diamètre des orifices est fonction du débit. L'ensemble du système n'est pas sous pression mais la charge au niveau de chaque orifice est créée par le déplacement d'un piston placé à l'intérieur de la conduite.

**II.2. L'irrigation goutte à goutte :** Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol Ceci permet de Limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes . Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers, et permet la fertigation. Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes. [2]

## **II.2.1 Composition De l'installation**

### **1. point de fourniture d'eau**

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre.

### **2. L'unité de tête**

Reliée au point de fourniture d'eau elle permet de réguler la pression et le débit, de filtrer l'eau et d'y introduire des élément fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des porte rampes ou même des rampes.

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale. Avoir un bon filtre principal est une chose primordiale dans toutes les unités de tête. Le filtre à sable (ou à gravier), avec vannes permettant un nettoyage par contre courant, est le meilleur, mais, avec de l'eau claire, un simple filtre à tamis peut suffire. Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessaleurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex. [2]

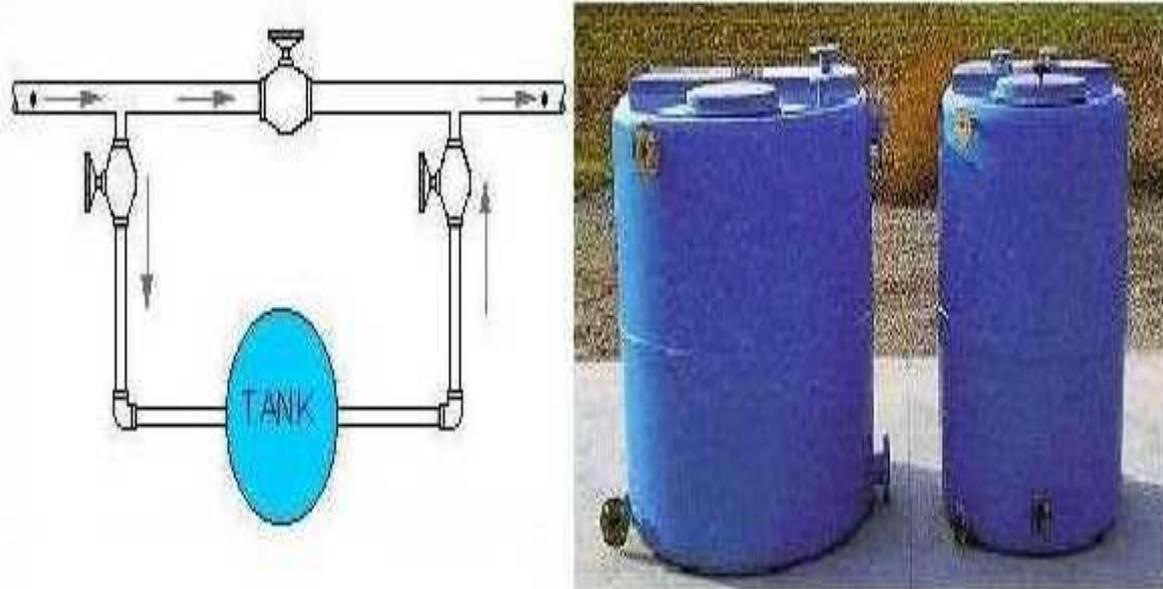


Fig II.1.1:Dilueur d'engrais

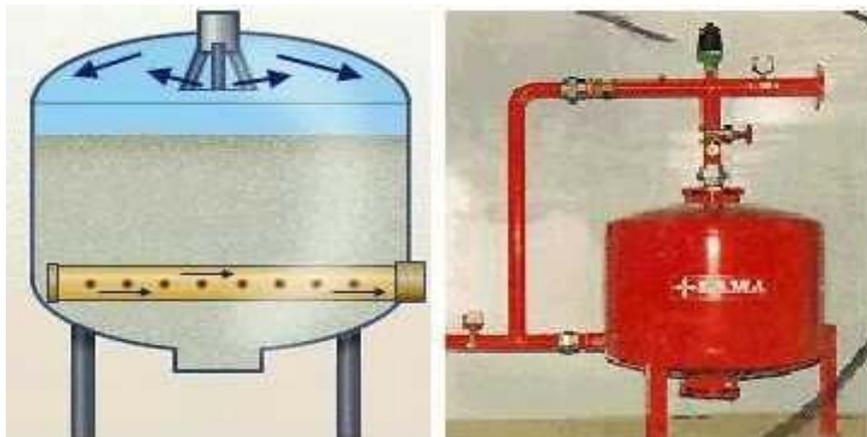


Fig II.2.2:Filtre à gravier

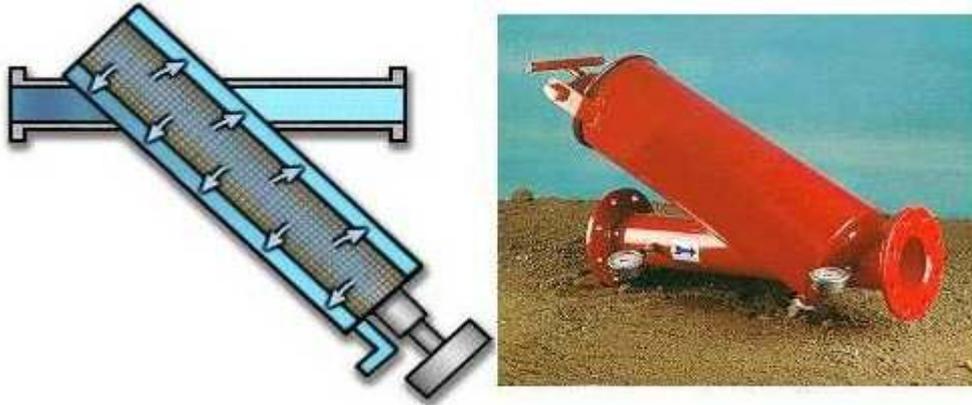


Fig II.3.3: Filtre à tamis

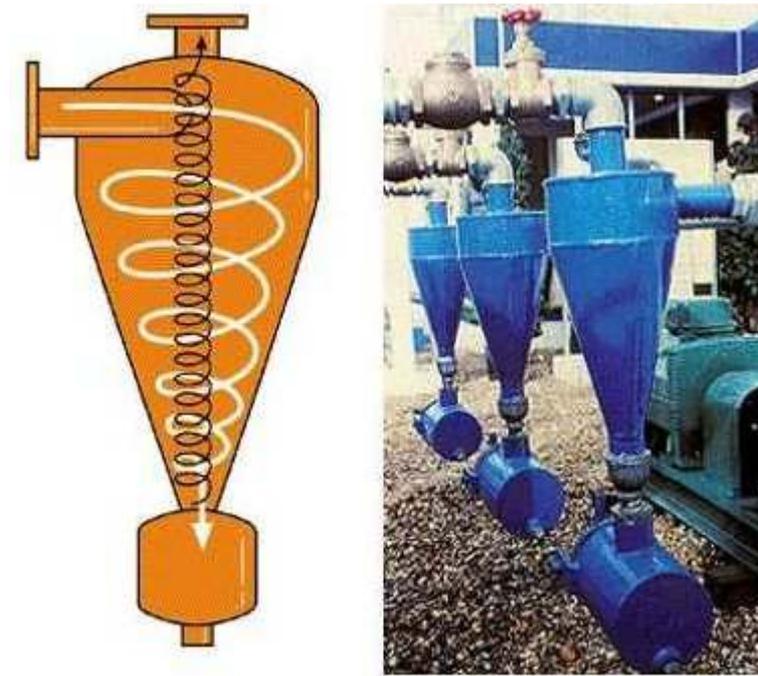


Fig II.4.4: Filtre hydro-cyclone

### **3. la conduite principale**

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

### **4. porte rampes**

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

### **5. les rampes**

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

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

### **6. 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).

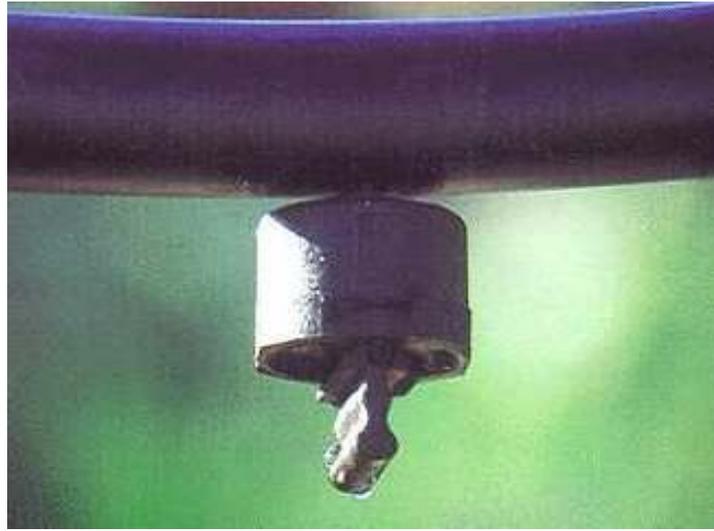


Fig.II.6: Goutteur

### II.3. L'irrigation par aspersion : est recommandée dans les cas suivants:

sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante; sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface; terrains à pente irrégulière avec micro-relief accidenté, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre.

Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées (les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage) et aussi lorsque l'irrigation se fait avec l'eau salée sur des plantes au feuillage sensible au sel. Une installation d'irrigation sous pression est généralement composée d'un équipement fournissant la pression nécessaire à son fonctionnement, d'appareils de mesure et de contrôle de débit, et d'une conduite principale amenant l'eau jusqu'aux conduites secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou une batterie de filtres et un dispositif d'adjonction d'éléments fertilisants.

La considération des facteurs suivants est nécessaire à la conduite d'un projet de dimensionnement de tout système d'irrigation sous pression: a) la dimension et la forme de la surface à irriguer, sa topographie et le type du sol; b) les sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques et c) Les conditions climatiques dans la région, l'accessibilité à la parcelle et la culture à irriguer.[3]



**FigII.Asperseur**

**II.3.1.Aspersion traditionnelle :** les arroseurs utilisés en agriculture sont à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille sous l'effet de l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Les petits arroseurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre. La portée de leur jet est relativement faible, leur pression de service se situe entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les arroseurs moyens ont des buses de 8 à 14 mm de diamètre et nécessitent une pression de service d'au moins 4 bars. Les grands arroseurs ont des buses de 15 à 25 mm de diamètre et fonctionnent à des pressions d'au moins 4,5 bars. Ils ont une pluviométrie horaire élevée et conduisent à la formation de grosses gouttelettes. La taille des gouttelettes ne doit occasionner aucun dommage ni au sol, ni à la culture. Une augmentation de la pression s'accompagne normalement d'une réduction de la taille des gouttelettes. L'angle idéal d'inclinaison par rapport au plan horizontal est de  $32^\circ$  en conditions calmes. Les perturbations causées par le vent sont influencées par le montant sur lequel repose l'arroseur ainsi que l'angle de projection du jet d'eau. La plupart des arroseurs moyens à usage agricole ont des angles compris entre  $25^\circ$  et  $2^\circ$ , alors que ceux des grands arroseurs se situent entre  $23^\circ$  et  $24^\circ$ . Dans l'irrigation par aspersion, on rencontre les installations suivantes :

**II .3.1.1.Les installations mobiles portatives :** comprennent des canalisations principales ainsi que des rampes pouvant être déplacées à la main. De ce fait, les conduites formant l'ensemble du système doivent être légères, facilement accordables et détachables les unes des autres. Elles sont habituellement en aluminium léger ou en alliage d'aluminium et sont présentées en segments, munies de raccords rapides et mesurant en général 6 m de longueur.

Ces installations sont conseillées pour les régions à capital d'investissement faible mais disposant d'une main d'œuvre abondante. [3]

**II.3.1.2. Les installations semi-mobiles portatives** : ont des canalisations principales qui sont fixes et enterrées à intervalles réguliers. En général, la station de pompage est permanente, elle est située de manière à réduire le trajet de Veau. Les canalisations fixes sont généralement en acier ou en amiante-ciment et sont protégées contre la corrosion. D'autres variantes existent, en combinant les tuyaux flexibles. [3]

**II.3.1.3. Les installations permanentes (ou couverture totale)**, où les conduites principales et les rampes sont enterrées, se rencontrent principalement dans les exploitations de vergers.

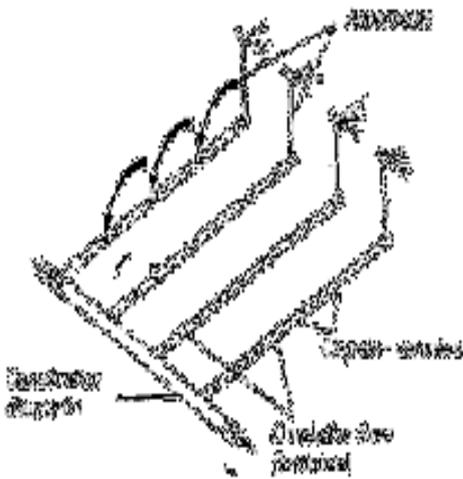


Fig. 12 - Couverture totale

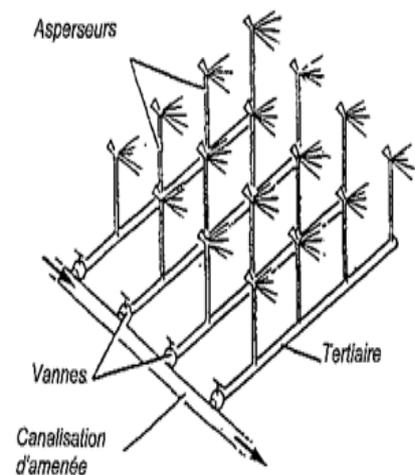


Fig. 13 - Couverture intégrale

**II.3.1.4. Les installations temporaires** : sont des systèmes mobiles ou semi-mobiles ayant la particularité d'avoir assez de canalisations pour pouvoir être montés au moment de la plantation et laissés en place jusqu'à la dernière irrigation avant la récolte. [3]

## II.3.2. Aspersion mécanisée

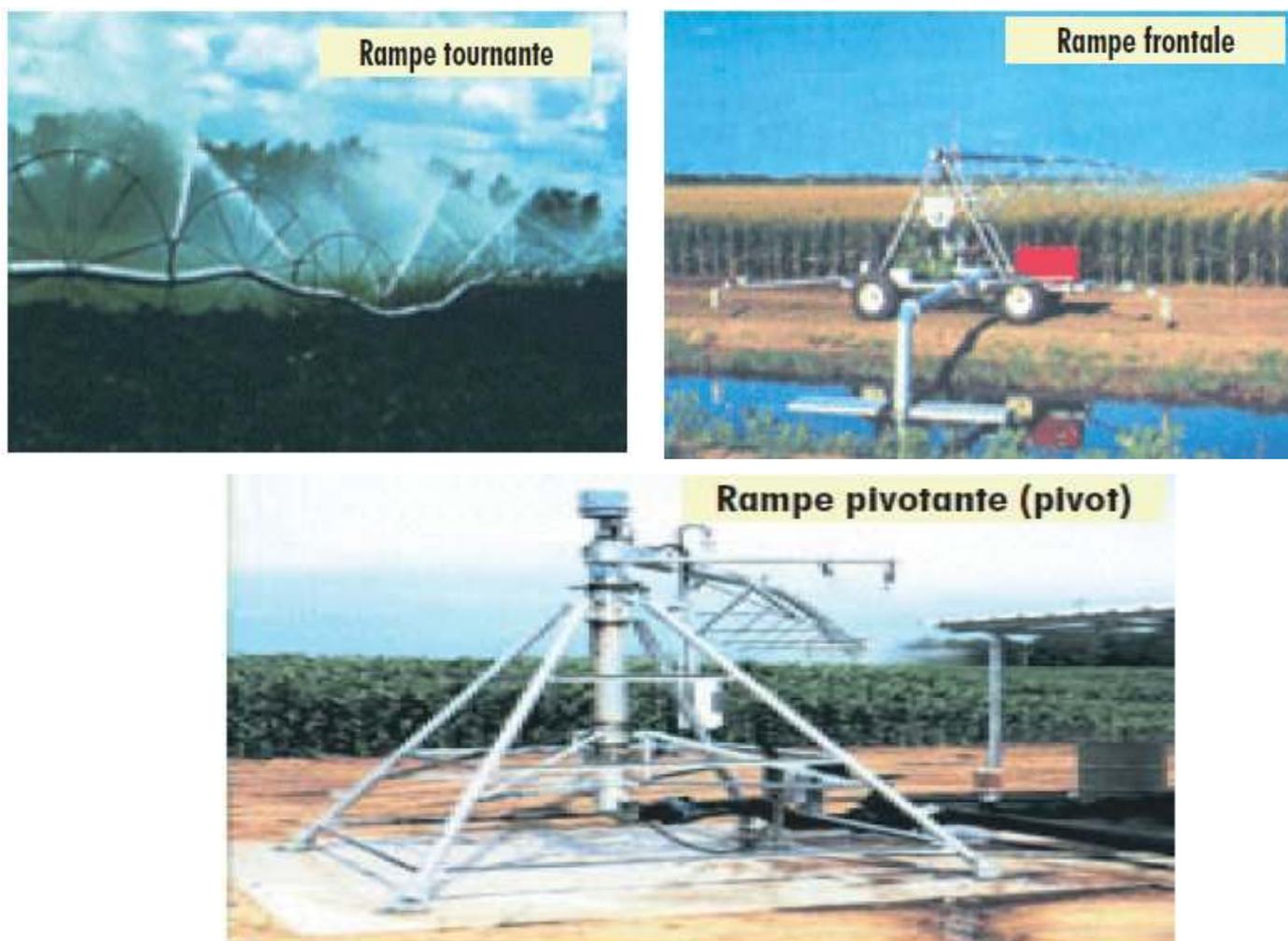
**II.3.2.1. Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale** : sont des installations utilisées essentiellement dans les grandes exploitations. Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supportée à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central, une série de tours munies de roues et un moteur électrique (ou hydraulique). La conduite peut mesurer de 100 à 500 m, pouvant irriguer jusqu'à 75 ha. L'ensemble permet d'irriguer une surface circulaire, mais nécessite un capital d'investissement élevé. Les débits sont de l'ordre de 250 à 850 m<sup>3</sup>/h pour une pression de 6 bars.

**II.3.2.2. Le système de rampe frontale** : diffère de la rampe pivotante par le fait que toutes les tours sont mobiles et le déplacement se fait latéralement

L'alimentation en eau se fait soit par un fossé creusé au milieu ou au bord du champ, soit par un tuyau flexible. Il nécessite un investissement aussi important sinon supérieur à celui du système à rampe pivotante. La consommation énergétique de ces deux systèmes est élevée.

D'autres types de rampes peuvent très bien convenir à l'irrigation de cultures ayant une hauteur relativement faible, tels que les céréales; ce sont les rampes ou les ailes tournantes.

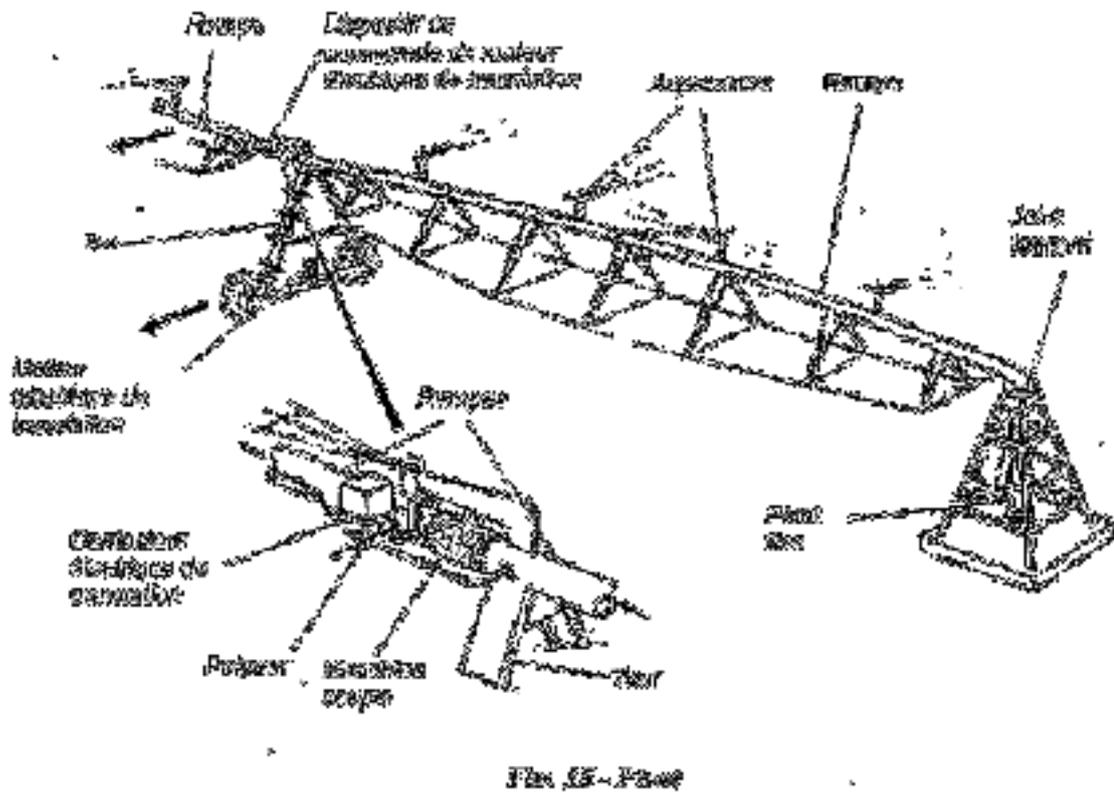
Les autres types d'installations sont l'aile traînée ou remorquée, bras tournant ou arroseur géant, et le canon automoteur (machine automotrice d'irrigation à tuyau flexible: enrouleurs). [4]



**FigII.7** differant types des rampes



FigII.8 : Irrigation par pivot



**II.3.2.3.L'enrouleur :** est constitué d'une bobine mue par un bande, sans intervention. Au cours de l'arrosage, la moteur hydraulique, sur laquelle s'enroule un tuyau vitesse d'enroulement est réglée automatiquement flexible en polyéthylène. L'enroulement du tuyau de façon à apporter la dose d'eau choisie. En fin de provoque le déplacement d'un canon d'arrosage monté parcour l'enroulement s'arrête automatiquement et sur un chariot à roues fixé à l'extrémité du tuyau l'ensemble est déplacé au moyen d'un tracteur pour (Fig. 14). L'enrouleur effectue ainsi un arrosage en arrosant la bande suivante.

L'enrouleur est le dispositif le plus utilisé en France pour arroser les grandes cultures annuelles. Il présente l'avantage d'une grande souplesse d'utilisation, pouvant être aisément déplacé d'un seuil à l'autre. Il présente l'inconvénient du canon à savoir que la sensibilité au vent qui peut entraîner un arrosage très hétérogène. On peut y palier en remplissant le canon par une rampe d'asperseurs montée sur roue. Le dispositif, beaucoup plus encombrant, perd alors de sa souplesse. Exigeant une pression de fonctionnement élevée (7 à 8 bars), l'enrouleur consomme beaucoup d'énergie. [3]

type d'équipement	Temps de travaux (h/ha)		
	Installation - enlèvement (1)	à chaque irrigation	pour 5 irrigation/an
rampes mobiles	0h30 1h15	2 h	10h
couverture totale	3 à 4 h	0 h 50	4 h 10
couverture intégrale:	6 à 7 h 30		
-à commande manuelle		0 h 10	0 h 50
-automatique		p.m.	p.m.
enrouleur	0 h 30 à 1 h 15	0 h 45	3 h 45
pivot	p.m.		p.m.

Fig. 17 - Valeurs moyennes des temps de travaux nécessaires en irrigation par aspersion - Référence: étude technico-économique IGER-BCMA - France 1987.

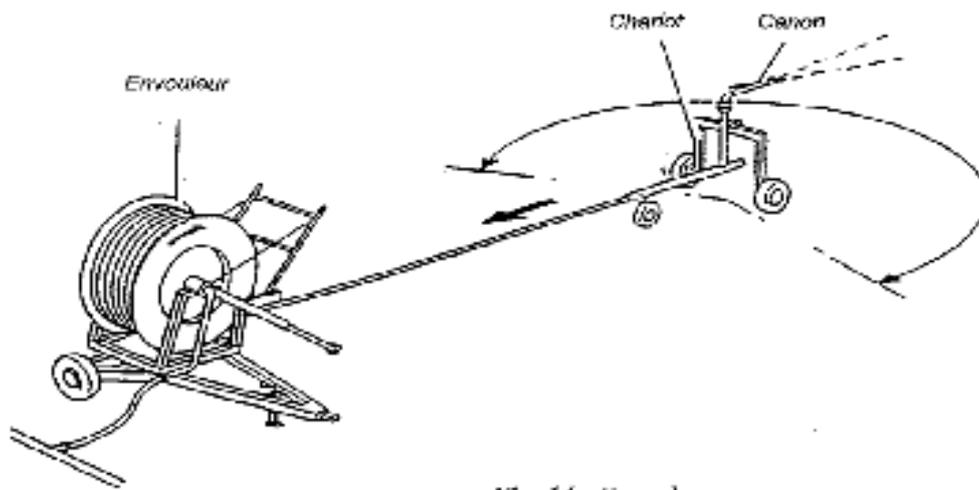
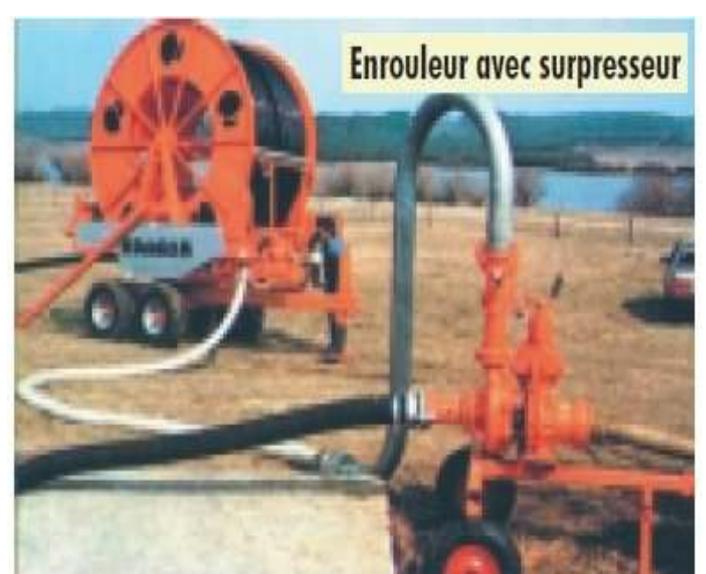


Fig. 14 - Enrouleur



FigII.9 differant types des enrouleurs

**II.4. Choix de la technique d'irrigation convenable :**

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

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

**II.5. Mode d'arrosage**

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

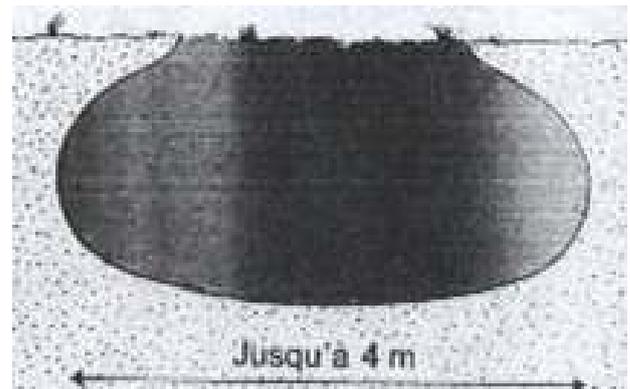
**II.5.1. Définition**

L'irrigation au goutte à goutte est l'une des techniques de l'irrigation localisée (micro irrigation) qui consiste à apporter à chaque plante ou arbre, individuellement la quantité d'eau dont elle a exactement besoin, en fonction des types de sol, des spécificités du climat et de son développement, sans ruissellement appréciable. [2]

**III-4- Principe**

Dans ce procédé original, l'eau est administrée aux plantes quotidiennement, à faible dose, par le moyen de goutteurs qui délivrent, au goutte à goutte, dans la zone d'extension racinaire l'eau nécessaire qui migre par capillarité.

Il se forme ainsi, sous chaque goutteur, un bulbe d'humidité d'extension variable en fonction des caractéristiques physiques et pédologiques du sol, le temps d'irrigation ne doit pas dépasser seize heures par jour, surtout en terrain argileux, pour laisser le temps à l'air de pénétrer dans le sol entre deux irrigations et éviter l'asphyxie du système racinaire. [2]

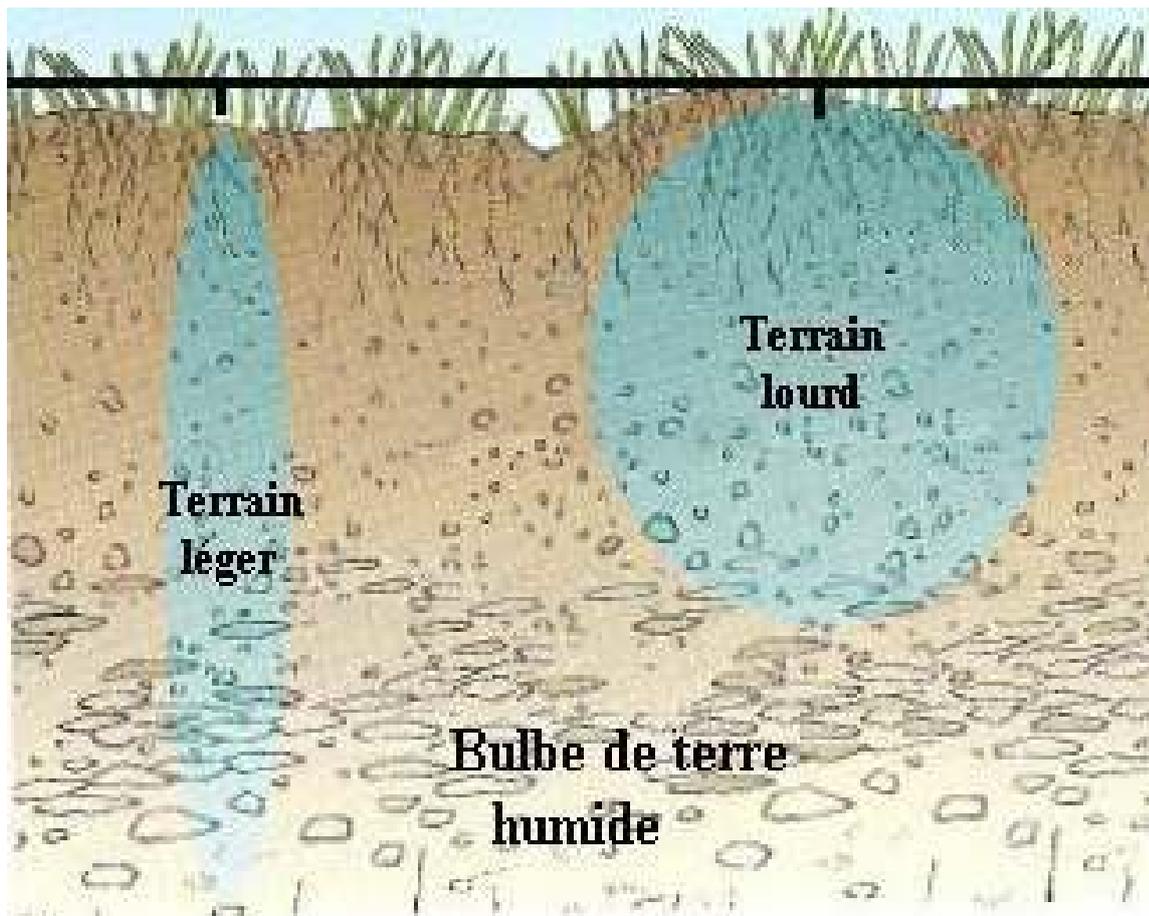


**Figure 10 : Bulbe étroit en « carotte »**

Terrain sableux ou Caillouteux à très faible teneur en argile

**Figure 11 : Large bulbe en « oignon »**

Terrain argileux et /ou présentant un horizon à forte compacité à moyenne profondeur



**FigureII-12 : Forme du bulbe au dessous de goutteur**

### III-5- Avantages et inconvénients de l'irrigation au goutte à goutte

#### III-5-1-Les avantages du goutte à goutte

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9- S'il est entretenu correctement, un dispositif d'irrigation au goutte à goutte de bonne qualité peut durer de quinze à vingt ans. [2]

### III-5-2- Inconvénients du goutte à goutte

#### a-L'obstruction des goutteurs

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

##### 1-Colmatage physique

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

##### 2-Colmatage biologique

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

##### 3-Colmatage chimique

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

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

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

#### b-Accumulation des sels

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

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

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

#### c-Difficulté à déterminer le volume minimal de sol à humidifier

Le développement radiculaire se limite à la zone humidifiée, la croissance optimale de la culture globale exige l'humidification d'un volume minimum de sol. Il apparaît que les dimensions de ce

volume sont liées à différentes variables et plus spécialement, au débit des goutteurs, à leur distance et à la nature du sol. [2]

### **II.6.Conclusion :**

En tenant compte des conditions climatique de la région d'étude et de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible, on peut choisi la technique d'irrigation goutte à goutte, cette technique présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface

# **Chapitre III**

**ETUDE**

**HYDROLOGIQUE**

**III.1- Introduction :**

Le présent chapitre a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures à projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement de réseau de distribution.

**III.2- Analyse des données pluviométriques et choix du type de la loi d'ajustement :**

En général, l'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'irrigation. Pour cela, une série pluviométrique comportant les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible. Mais à cause du manque des données on travaille par analogie, alors on prend comme base de calcul la série pluviométrique de la station de Guemar (wilaya d'El Oued), sur une période de fonctionnement de 1990 à 2012 qui a été fournie par

l'A.N.R.H de Touggourt ; (tableau N°II-1). Les caractéristiques sont les suivantes :

STATION METEOROLOGIQUE : ELO Guemar, Assistance Aéronautique (DAUO)

CODE : 130414

X=06°46'57''

Y=33°30'47''

Z=62m

Sur une période de fonctionnement de l'année 1990 à 2012 qui a été fournie par l'ANRH de Touggourt (tableau III.2 )

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières de 22années.

Tableau III.2 : La série pluviométrique de 1990 à 2012 à la station de Guemar

(A.N.R.H. de Touggourt)

Année	Précipitations (mm)												Max	Total
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou		
1990 / 1991	0	0	5,2	1,2	22,3	0	0	20	19	0	0	0	22,3	67,7
1991 / 1992	0	4	10,6	5	0	0,2	4,9	0	0	10	3	0	10,6	37,7
1992 / 1993	0	0	2,5	25,1	7,7	0	7,8	7	0	0	0	0	25,1	50,1
1993 / 1994	0	0	6,6	7,6	0	6,7	0,9	0	0	0	0	0	7,6	21,8
1994 / 1995	0	0,4	13,3	2	3,8	0	9,5	2,2	0	0	0	0	13,3	31,2
1995 / 1996	19,8	16,4	2,8	1,5	0,7	0	14,4	0	0	0	0	0	19,8	55,6
1996 / 1997	13,7	16,5	3,7	4,5	27,5	5,6	9,6	2,8	0,6	0,2	0	0	27,5	84,7
1997 / 1998	5,7	0	0	0,7	0	2	0	8	0,2	0	0	0	8	16,6
1998 / 1999	17,5	10,1	0	10,8	0	0,8	2,9	5,8	0	2,8	0	0	17,5	41,7
1999 / 2000	6,4	0	0	0	19,8	0,4	0	0	0	0	0	0	19,8	26,6
2000 / 2001	1	1,3	16,3	6,4	0	0	3,2	0	13,2	0	0	0	16,3	41,4
2001 / 2002	0	20,7	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	20,7	21
2002 / 2003	2,5	2,4	1,6	5	0,1	0	0	0	7,2	0	0	1,5	7,2	20,3
2003 / 2004	0,1	6,4	2,5	0	12,5	5,5	8,9	0	0	0	0	1,4	12,5	37,3
2004 / 2005	3,9	3,8	1	0,6	11,6	0	0,6	5,4	0	1,2	0	8,5	11,6	36,6
2005 / 2006	0	15,7	18,5	10,9	0	0,2	0	0	0	0	0	0	18,5	45,3
2006 / 2007	9,1	3,3	16,5	1,9	9,9	0,6	0,8	4,7	0	0	0	2,5	16,5	49,3
2007 / 2008	5,4	10,6	0	1,9	0,1	0,5	0,1	3,7	1,2	0	0	1,6	10,6	25,1
2008 / 2009	0	0,8	0	3,6	7,6	2,3	0,2	0	0	0	0	0	7,6	14,5
2009 / 2010	14,4	26,8	0	0	27	1,1	12	0,8	0	1,5	0	0	27	109,6
2010 / 2011	5,3	0	0	0	6,7	0	0,2	0	0,3	0	5	0,2	6,7	17,7
2011 / 2012	0,51	2,04	9,14	9,39	3,05	0	2,03	0	0	4,57	0	0	9,39	30,73
<i>p moy</i>	4,79	6,42	5,01	4,46	7,29	1,17	3,54	2,76	1,9	0,92	0,36	0,72	7,29	39,34

Source A.N.R.H

Au vu du tableau III-2 la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes au printemps et maximales en hiver

### III.2.1- 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 pluviométrique on procède au test de **Mood** la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous [5].

Ce test permet de vérifier si une série de données est homogène.

Soit un échantillon  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ; déterminons sa médiane après avoir classé l'échantillon par ordre croissant.

La médiane  $M$  est une constante de telle sorte que 50% des  $x_i$  lui soient inférieures et 50% des  $x_i$  lui soient supérieures.

Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe :

+ Pour les  $x_i > M$

- pour les  $x_i < M$

Calculons les quantités  $N_s$  et  $T_s$ , avec :

$N_s$  : nombre totale de séries de + ou -

$T_s$  : taille de la plus grande série de + ou -

$N_s$  suit approximativement une loi normale de moyenne  $\frac{N+1}{2}$  et de variance  $\frac{N-1}{4}$  et  $T_s$  suit une loi binominale.

Ceci a permis d'établir que pour un seuil de signification compris entre 91% et 95%, les conditions du test sont les suivantes :

$$N_s > \frac{N+1}{2} \left( 1 - U_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{N-1}{4}} \right)$$

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

$$N_s = 11$$

$$T_s = 3$$

$$N = 22$$

$$U_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$$

On calcule le tableau suivante :

Valeur classées	- et +	Valeurs des départ	-ou+
14,5	-	67,7	+
16,6	-	37,7	+
17,7	-	50,1	+
20,3	-	21,8	-
21	-	31,2	-
21,8	-	55,6	+
25,1	-	84,7	+
26,6	-	16,6	-
30,73	-	41,7	+
31,2	-	26,6	-
36,6	-	41,4	+
37,3	+	21	-
37,7	+	20,3	+
41,4	+	37,3	+
41,7	+	36,6	-
45,3	+	45,3	-
49,3	+	49,3	-
50,1	+	25,1	+
55,6	+	14,5	+
67,7	+	83,6	-
83,6	+	17,7	+
84,7	+	30,73	+

$$N_s > \frac{1}{2} (22+1 - 1.96 \sqrt{22+1})$$

$$11 > 6.8$$

$$3 < 7.72$$

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

**III.2.2-Etude de l'échantillon et choix du type de loi :**

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

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

**Traitement des données :**

La simulation des apports annuels avec le logiciel HYDROLAB nous donne les résultats suivantes :

Station Guemar Statistiques de base :

Nombre d'observations : 22

Minimum : 14

Maximum 109

Moyenne : 40

Ecart-type: 23.8

Médiane : 37

Coefficient de variation (Cv) 0.59

Coefficient d'asymétrie (Cs) : 1.57

Coefficient d'aplatissement (Ck) : 4.50

### III.3-Choix du type de loi :

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

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

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

### III.4- Ajustement de la série pluviométrique :

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

#### III.4.1- Ajustement a la loi normale:

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

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

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

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

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

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

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYDROLAB**. Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **GUEMAR** sont regroupés dans le **tableau III.3** et la figure **III.1** suivantes :

Tableau III.3 : Ajustement a la loi normale.

Ajustement à une loi de GAUSS

Taille n = 22

Moyenne= 38.93

Ecarte -type= 20.08

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
67,7	14,5	1	0,0227	-2,001	14,5	-1,252	-21,0329108	10,83752635
37,7	16,6	2	0,0682	-1,490	16,6	9,013	-7,20982522	19,50874507
50,1	17,7	3	0,1136	-1,208	17,7	14,682	0,265753199	24,45433257
21,8	20,3	4	0,1591	-0,998	20,3	18,886	5,709705132	28,22530828
31,2	21	5	0,2045	-0,825	21	22,358	10,12204729	31,42051596
55,6	21,8	6	0,2500	-0,674	21,8	25,393	13,90773245	34,28623746
84,7	25,1	7	0,2955	-0,537	25,1	28,146	17,2745453	36,95178049
16,6	26,6	8	0,3409	-0,410	26,6	30,70796038	20,34530574	39,49625129
41,7	30,73	9	0,3864	-0,288	30,73	33,14141807	23,20028226	41,97397063
26,6	31,2	10	0,4318	-0,171	31,2	35,49072651	25,89639441	44,42614909
41,4	36,6	11	0,4773	-0,057	36,6	37,791402	28,477132	46,88712752
21	37,3	12	0,5227	0,057	37,3	40,07496164	30,97923612	49,38923163
20,3	37,7	13	0,5682	0,171	37,7	42,37563712	33,44021454	51,96996923
37,3	41,4	14	0,6136	0,288	41,4	44,72494557	35,89239301	54,66608138
36,6	41,7	15	0,6591	0,410	41,7	47,15840326	38,37011234	57,52105789
45,3	45,3	16	0,7045	0,537	45,3	49,72078972	40,91458314	60,59181834
49,3	49,3	17	0,7500	0,674	49,3	52,47352178	43,58012618	63,95863118
25,1	50,1	18	0,7955	0,825	50,1	55,50874395	46,44584767	67,74431635
14,5	55,6	19	0,8409	0,998	55,6	58,9802809	49,64105536	72,1566585
83,6	67,7	20	0,8864	1,208	67,7	63,18530912	53,41203106	77,60061044
17,7	83,6	21	0,9318	1,490	83,6	68,85343319	58,35761857	85,07618885
30,73	84,7	22	0,9773	2,001	84,7	79,11821095	67,02883728	98,89927442

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	55,83290526	46,74773907	68,15279426	55,83290526	0,800	5,0
0,5	0,000	38,93318385	29,73561488	48,1307532	38,93318385	0,500	2,0
0,2	-0,841	22,03345838	9,713569378	31,11862456	22,03345838	0,200	1,3

Ajustement à une loi Normale

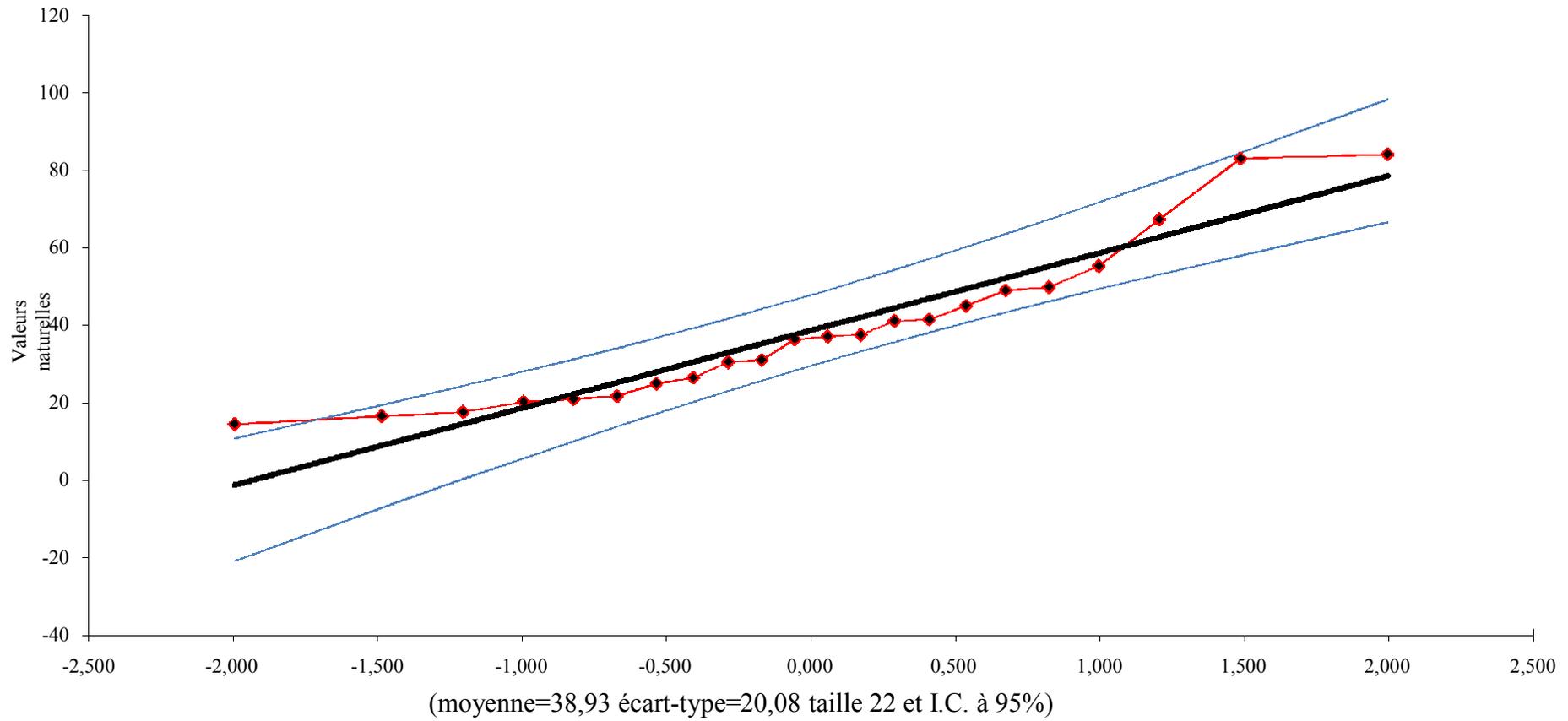


Figure III.1 : Ajustement a la loi normale

III.4.2-Ajustement à une loi Log-normale :

Taille= 22

$X_0= 0$

Moy  $\log(x-x_0)= 1.537595334$

E.T. $\log(x-x_0)= 0.219457878$

I.C.à(en%)= 95

U Gauss= 1.960

( $x_0=0,00$  Moy. $\log(x-x_0)=1,5376$  E.T.  $\log(x-x_0)=0,2195$  n=22 et I.C. à 95%)

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	Log (x-x <sub>0</sub> )	U	x-x <sub>0</sub> exp	x-x <sub>0</sub> Théo	x-x <sub>0</sub> inf	x-x <sub>0</sub> sup
67,7	14,5	1	0,023	-2,001	14,5	12,5456	7,6268	17,0056	1,1614	-2,0009	14,5	12,5456	7,6268	17,0056
37,7	16,6	2	0,068	-1,490	16,6	16,2426	10,7991	21,1516	1,2201	-1,4898	16,6	16,2426	10,7991	21,1516
50,1	17,7	3	0,114	-1,208	17,7	18,7323	13,0339	23,9543	1,2480	-1,2075	17,7	18,7323	13,0339	23,9543
21,8	20,3	4	0,159	-0,998	20,3	20,8228	14,9472	26,3384	1,3075	-0,9982	20,3	20,8228	14,9472	26,3384
31,2	21	5	0,205	-0,825	21	22,7234	16,7022	28,5433	1,3222	-0,8253	21	22,7234	16,7022	28,5433
55,6	21,8	6	0,250	-0,674	21,8	24,5267	18,3713	30,6774	1,3385	-0,6742	21,8	24,5267	18,3713	30,6774
84,7	25,1	7	0,295	-0,537	25,1	26,2856	19,9954	32,8053	1,3997	-0,5371	25,1	26,2856	19,9954	32,8053
16,6	26,6	8	0,341	-0,410	26,6	28,0361	21,6015	34,9742	1,4249	-0,4095	26,6	28,0361	21,6015	34,9742
41,7	30,73	9	0,386	-0,288	30,73	29,8063	23,2103	37,2239	1,4876	-0,2884	30,73	29,8063	23,2103	37,2239
26,6	31,2	10	0,432	-0,171	31,2	31,6213	24,8394	39,5929	1,4942	-0,1714	31,2	31,6213	24,8394	39,5929

41,4	36,6	11	0,477	-0,057	36,6	33,5057	26,5058	42,1220	1,5635	-0,0569	36,6	33,5057	26,5058	42,1220
21	37,3	12	0,523	0,057	37,3	35,4872	28,2281	44,8590	1,5717	0,0569	37,3	35,4872	28,2281	44,8590
20,3	37,7	13	0,568	0,171	37,7	37,6020	30,0312	47,8684	1,5763	0,1714	37,7	37,6020	30,0312	47,8684
37,3	41,4	14	0,614	0,288	41,4	39,8917	31,9425	51,2283	1,6170	0,2884	41,4	39,8917	31,9425	51,2283
36,6	41,7	15	0,659	0,410	41,7	42,4104	33,9972	55,0435	1,6201	0,4095	41,7	42,4104	33,9972	55,0435
45,3	45,3	16	0,705	0,537	45,3	45,2347	36,2448	59,4649	1,6561	0,5371	45,3	45,2347	36,2448	59,4649
49,3	49,3	17	0,750	0,674	49,3	48,4788	38,7590	64,7217	1,6928	0,6742	49,3	48,4788	38,7590	64,7217
25,1	50,1	18	0,795	0,825	50,1	52,3260	41,6569	71,1896	1,6998	0,8253	50,1	52,3260	41,6569	71,1896
14,5	55,6	19	0,841	0,998	55,6	57,1020	45,1441	79,5482	1,7451	0,9982	55,6	57,1020	45,1441	79,5482
83,6	67,7	20	0,886	1,208	67,7	63,4746	49,6371	91,2256	1,8306	1,2075	67,7	63,4746	49,6371	91,2256
17,7	83,6	21	0,932	1,490	83,6	73,2042	56,2144	110,1039	1,9222	1,4898	83,6	73,2042	56,2144	110,1039
30,73	84,7	22	0,977	2,001	84,7	94,7763	69,9195	155,9008	1,9279	2,0009	84,7	94,7763	69,9195	155,9008

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	52,7545	41,9745	71,9250	52,7545	0,800	5,0
0,5	0,000	34,4822	27,3585	43,4608	34,4822	0,500	2,0
0,2	-0,841	22,5388	16,5314	28,3273	22,5388	0,200	1,3

Ajustement à une loi Log-normale

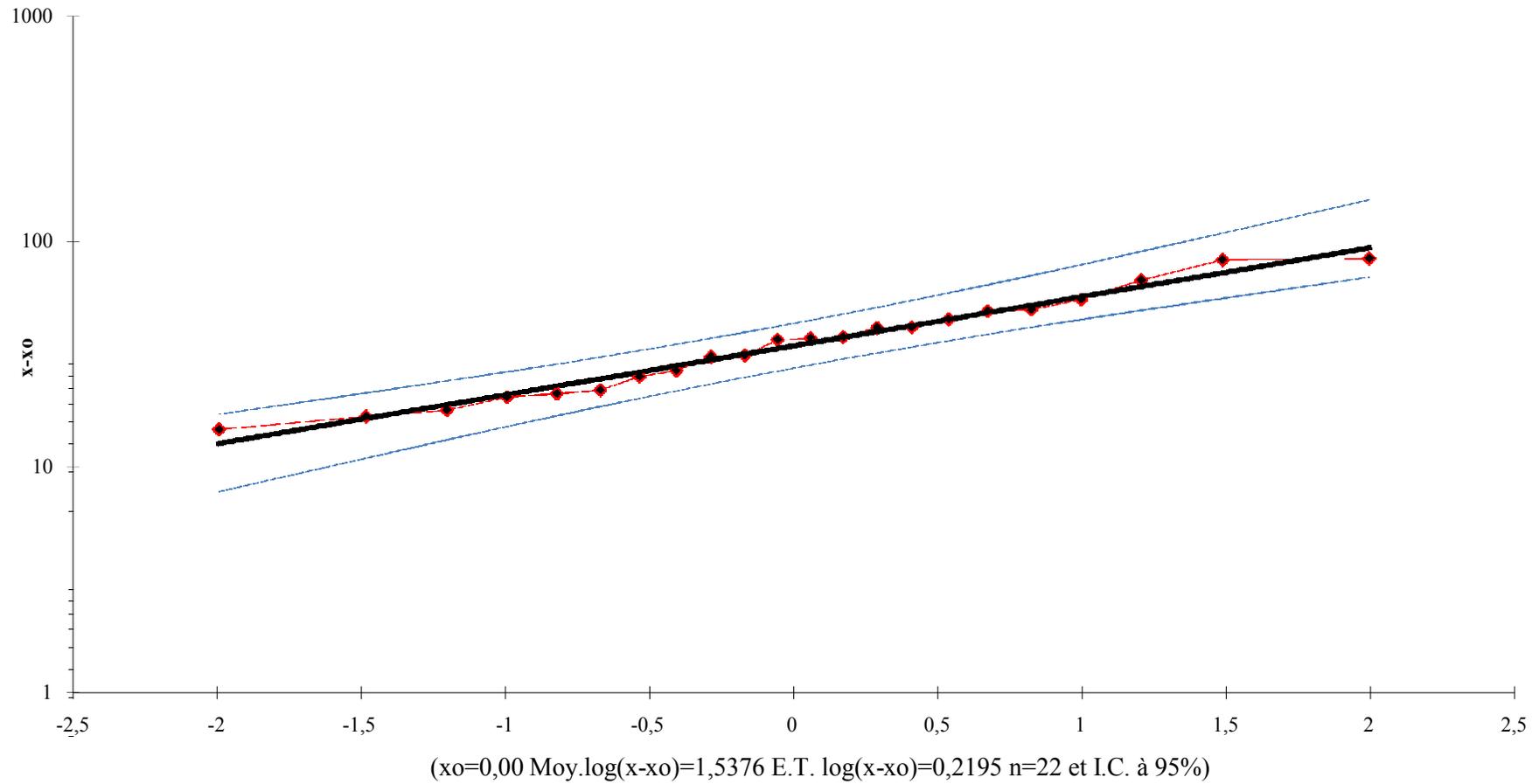


Figure III.2 : Ajustement a la loi de log-normal

### III.5- Test de validité d'un ajustement :

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carrée " $\chi^2$ ".[5]

#### III.5.1. Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Station **GUEMAR**

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel **Hyfran**.

Test d'adéquation : Loi Normale

Résultats

Khi carré = 2 =  $\chi^2$  calculée

Probabilité  $p_{(\chi^2 \text{ calculée})} = 0,5724$

Degrés de liberté :  $\gamma = 3$ .

Nombre des classes :  $k = 6$

#### III.5.2. Test de validité de l'ajustement à la loi log-Normale :

Station **GUEMAR**

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi log-Normale est fait par le logiciel **Hyfran**.

Test d'adéquation : Loi log-Normale

Résultats

Khi carré = 1,45 =  $\chi^2$  calculée

Probabilité  $p_{(\chi^2 \text{ calculée})} = 0,6928$ .

Degrés de liberté :  $\gamma = 3$

Nombre des classes :  $k = 6$ .

Le test de Khi carré est les **Figure III.1 ; Figure III.2** montrent que la loi log-Normale présente une adéquation meilleure que la loi Normale.

**III.6- Détermination de l'année de calcul :**

Puisque la loi GALTON est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région, et comme nous sommes dans une région saharienne et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75 % et 90 %.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80%

**Tableau III.5 :** Précipitations mensuelles moyenne.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A	Année
P <sub>moy</sub>	<b>4,79</b>	<b>6,42</b>	<b>5,01</b>	<b>4,46</b>	<b>7,29</b>	<b>1,17</b>	<b>3,54</b>	<b>2,76</b>	<b>1,90</b>	<b>0,92</b>	<b>0,36</b>	<b>0,72</b>	<b>39,34</b>

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$P_{\text{mensuelle } 80\%} = P_{\text{mensuelle moy}} * P_{80\%} / P_{50\%}$$

D'après le Tableau III.4 : Ajustement à la loi de log-Normale, on a trouve :

$$P_{80\%} = 22.54 \text{ mm}$$

$$P_{50\%} = 34,48 \text{ mm}$$

Donc le tableau de l'année de calcule est représenté dans le tableau IV.6 suivant :

**Tableau III.6 :** précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A	Total annuel
P <sub>80%</sub>	<b>3,13</b>	<b>4,20</b>	<b>3,28</b>	<b>2,92</b>	<b>4,77</b>	<b>0,76</b>	<b>2,31</b>	<b>1,80</b>	<b>1,24</b>	<b>0,60</b>	<b>0,24</b>	<b>0,47</b>	<b>25,72</b>

**III.7-CONCLUSION :**

D'après l'analyse statistique des données hydrologiques le périmètre est caractérisé par une pluie moyenne interannuelle est de **39,34mm**, la pluie de 80% est de l'ordre de **22.54 mm**, la pluie de 50% est de l'ordre de **34,48 mm**.

D'après le (Tableau III.6 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul), on déduit que l'année de calcul a:

- ❖ La saison sèche s'étale sur toute l'année (jan – dèc).

**Chapitre IV**  
**Bilan hydrique et**  
**évaluation des besoins**  
**des cultures**

**IV-1- Introduction**

Selon l'espèce à laquelle appartient, soixante à quatre vingt dix pour cent du matériel végétal de la plante est constitué d'eau. C'est l'eau qui permet l'absorption et la translocation des sels minéraux contenus dans le sol.

C'est elle qui permet la photosynthèse en alimentant les cellules des feuilles et encore elle favorise la turbulence des fleurs pour mettre leur fécondation et ainsi donner des bonnes graines et semences.

Dans ce chapitre on va déterminer les besoins en eau de la culture ainsi que leur régime d'irrigation.

*Périmètre*

<b>CULTURE</b>	<b>PARCELLE 1 : POMME DE TERRE</b>	<b>PARCELLE2 : POMME DE TERRE</b>	<b>PARCELLE 3 : TOMATE</b>
Espacement entre plantes	0.45m	0.45m	0.5m
Espacement entre rangs	0.6m	0.6m	1m
Surface de périmètre	30 ha	30 ha	10 ha
<b>Ressource en eau :</b> Forage1 de débit	50l/s	50l/s	20l/s

## IV-2- 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.

## IV-3- Besoins en eau des cultures

### IV-3-1. Définition

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

De façon précise, 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. [5]

### IV-3-2. L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en  $m^3/ha/jour$ , en  $m^3/ha/mois$  ou en  $m^3/ha/an$ . Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en  $mm/jours$  par mois ou par an. [4]

On distingue : l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

- **L'évapotranspiration potentielle** : est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air. [4]

- **L'évapotranspiration réelle** : Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non. [4]

#### IV-3-2-1. Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures.

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

#### IV-3-2-1-1. Méthodes directes

- **L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique**

Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal

- **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.

- **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 lie directement sur les graduations du tube.

#### IV-3-2-1-2. Méthodes indirectes

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

##### 1) Formule de Blaney et Criddle

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température et la durée du jour étaient les facteurs déterminants de l'évapotranspiration potentielle. Ils ont proposé la formule suivante :

$$ETP = K (0,46t + 8,13) P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

##### 2) Formule de Turc

- Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \quad \text{en (mm/mois)}$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

### Remarque

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 pour le mois de février.

- Si l'humidité relative de l'aire est inférieure à 50%. L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \cdot \left( \frac{T}{T+15} \right) \cdot \left( 1 + \frac{50-H_r}{70} \right)$$

Dans laquelle :

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale en (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

H<sub>r</sub> : L'humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$$

### Avec :

I<sub>ga</sub> : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.

$\frac{h}{H}$  : Insolation relative en heures.

### 3) Méthode de Penman & Monteith

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montrée que l'expression obtenue, est valable pour les régions humides et aussi dans les régions très chaudes et semi-arides ; la formule de Penman & Monteith modifiée se présentant comme suit :

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

Où

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

W: Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitudes.

$R_n$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

F (u) : Fonction liée au vent.

ea : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

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

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

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 4.3** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**, tenue à **Rome** en **Mai 1990**.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes ou fiable suivantes : (Chapitre1)

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau **V-1** nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée à l'aide du logiciel CROPWAT 4.3 selon la formule de Penman modifié (ou Penman & Monteith)

#### **IV-3-2-2. Calcul de l'évapotranspiration**

La détermination de l'évapotranspiration se fait par la formule de Penman, en raison de son exactitude pour l'estimation de l'ETP.

Le calcul se fait par le logiciel Cropwat.

Tableau IV-1 : Evapotranspiration en mm/jour

Evapotranspiration de référence ET <sub>0</sub> de Penman et Monteith						
Pays		: ALGERIE		Station climatique : GUEMAR (EL OUED)		
Altitude		: 62 mètres		latitude : 33,30 S°		longitude : 6,46 E°
MOIS	temp Moy	humidité	Vent	Insolation	Radiation	ET <sub>0</sub> Penman
	C°	%	m/s	heures	MJ/m <sup>2</sup> .jour	mm/jour
Janvier	13,3	66	2.4	8.1	26,3	<b>4,05</b>
Février	16	56	3.4	4.3	23,9	<b>4,33</b>
Mars	20,3	49	4.0	10.0	21,5	<b>4,77</b>
Avril	23,9	44	4.3	10.3	15,8	<b>4,19</b>
Mai	2,6	38	4.5	11.5	12,7	<b>4,5</b>
Juin	34,1	34	4.4	12.6	7,9	<b>6,15</b>
Juillet	35,9	31	3.6	12.8	13,4	<b>7,66</b>
Août	36,2	35	2.9	12.0	16,7	<b>8,56</b>
Septembre	31,7	46	2.9	10.0	22,1	<b>8,05</b>
Octobre	26,1	53	2.4	9.4	27,4	<b>7,22</b>
Novembre	18,9	60	2.6	9.7	30,1	<b>5,62</b>
Décembre	14,2	67	2.1	8.2	29,8	<b>4,48</b>
moyen	24.9	48	3.3	9.9	19.8	5.69

#### IV -4 Traitement des données pluviométriques :

afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique sera faite pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous donnons quelques définitions des précipitations

##### IV -4-1 Précipitation moyenne mensuelle :

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevé pluviométriques, la pluviométrie mensuelle moyenne

##### IV -4-2 Précipitation de projet : (ou l'année de calcul)

La quantité de précipitations sur la quelle on peut compter **quatre années sur cinq**, correspond à une **probabilité de 80%** et représente une année "Normale" Sèche, donc

c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent **précipitation de projet**.

**Tableau V.2:** précipitation mensuelles de l'année de projet

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUIL	A	Total annuel
P <sub>80%</sub>	3,13	4,20	3,28	2,92	4,77	0,76	2,31	1,80	1,24	0,60	0,24	0,47	25,72

#### IV -5 Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 4.3 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.....

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits.

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliserons couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode pourcentage fixé. Dans notre cas on fixe le pourcentage à 80% (on considère que 20% de précipitations sont des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur).

Les valeurs mensuelles de  $ET_0$ ,  $P_{80\%}$  et  $P_{eff}$  sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3 :** Précipitation efficaces dans la zone de projet

Pays : ALGERIE Station climatique : Guemar (El Oued)			
Mois	ET <sub>0</sub> mm/mois	P <sub>80%</sub> mm/mois	Pluieff mm/mois
Janvier	121,5	4,77	3,82
Février	129,9	0,76	0,61
Mars	143,1	2,31	1,85
Avril	125,7	1,8	1,44
Mai	135	1,24	0,99
Juin	184,5	0,6	0,48
Juillet	229,8	0,24	0,19
Août	256,8	0,47	0,38
Septembre	241,5	3,13	2,50
Octobre	216,6	4,2	3,36



$\alpha$  : Coefficient tenant compte de l'efficacité des pluies.

Le calcul des besoins en eau d'irrigation se fait par le logiciel cropwat.

**-Tableau IV.5 :** Besoins en eau d'irrigation de la culture de pomme de terre

Mois	KC	ET <sub>0</sub> mm/mois	ETM	RFU	Pluieff mm/mois	B mm
Janvier	-	121,5	-	-	3,82	-
Février	0.6	129,9	77,94	0	0,61	<b>77.33</b>
Mars	1.25	143,1	178,875	0	1,85	<b>177.03</b>
Avril	1.38	125,7	173,466	0	1,44	<b>172.03</b>
Mai	1.25	135	168,75	0	0,99	<b>167.76</b>
Juin	-	184,5	-	-	0,48	-
Juillet	-	229,8	-	-	0,19	-
Août	-	256,8	-	-	0,38	-
Septembre	0.6	241,5	144,9	0	2,50	<b>142.4</b>
Octobre	1.25	216,6	270,75	0	3,36	<b>267.39</b>
Novembre	1.38	168,6	232,668	0	2,62	<b>230.05</b>
Décembre	1.25	134,4	168	0	2,34	<b>165.66</b>

**-Tableau IV.6 :** Besoins en eau d'irrigation pour la culture de tomate

Mois	KC	ET <sub>0</sub> mm/mois	ETM mm/mois	RFU mm/mois	Pluieff mm/mois	B mm/mois
Janvier	-	121,5	-	-	3,82	-
Février	-	129,9	-	-	0,61	-
Mars	-	143,1	-	-	1,85	-
Avril	-	125,7	-	-	1,44	-
Mai	-	135	-	-	0,99	-
Juin	-	184,5	-	-	0,48	-
Juillet	-	229,8	-	-	0,19	-
Août	0.5	256,8	128,4	0	0,38	<b>128.02</b>
Septembre	0.85	241,5	205,28	0	2,50	<b>202.78</b>
Octobre	1.02	216,6	220,93	0	3,36	<b>217.57</b>
Novembre	0.85	168,6	143,31	0	2,62	<b>140.7</b>
Décembre	0.75	134,4	100,8	0	2,34	<b>98.46</b>

## 5. Besoins mensuel en eau d'irrigation des cultures

Tableau IV.7 : besoins en eau des cultures

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P d t desaisan		77.33	177.03	172.03	167.76							
P d t arrière-saison									142.4	<b>267.39</b>	230.05	165.66
Tomate								128.02	202.78	217.57	140.7	98.46
Totale		75.33	177.03	172.03	167.76			124.02	343.18	484.96	371.2	264.12

On calculé le débit spécifiques pour déterminer ETM. D'après calculé, le débits spécifiques

**On peut défini le débit spécifiques** : Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Le débit spécifique ou débit fictif continu représente le débit qui devra être véhiculé par le système d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures durant le mois de pointe pendant un nombre fixe d'heures par jour et pour une surface d'un hectare. Ce débit est donné par la relation suivante :

$$q = \frac{B}{T * t * k * 3,6} \quad (\text{l/s/ha})$$

Avec :

B : besoins mensuels nets en eau des cultures (m<sup>3</sup>/ha) ;

T : durée de l'irrigation en jours (T = 30 jours) ;

t : durée de l'irrigation en heures par jour (t = 24h) ;

K : Coefficient correcteur du débit  $\approx 0,75$  (car l'irrigation ne se fait pas en 24h/24h).

**Remarque** : Pour le calcul des débits de pointe des modèles :

- Si  $q < 1,5 \text{ l/s/ha}$  : la valeur de débit spécifique est acceptable ;
- Si  $q > 1,5 \text{ l/s/ha}$  : on prend la valeur de débit spécifique de la culture la plus exigeante du modèle du mois de pointe

De notre cas :

$$q = \frac{B}{T * t * k * 3,6}$$

$$q = \frac{2673.9}{31.24 \cdot 0.75 \cdot 3.6} = 1.33 \text{ (l/s/ha)} < \mathbf{1,5 \text{ l/s/ha}}$$
 la valeur de débit spécifique est acceptable

D'après le tableau V-2; le mois de pointe est le mois de Octobre B = 267.39 mm

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

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM$$

**Avec :**

K<sub>r</sub> : Coefficient de réduction, tel que :

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

C<sub>s</sub> : Couverture du sol

pour la culture de pomme de terre , C<sub>s</sub>=95%

$$K_r = 0.95 + 0,5 (1 - 0.95) = 0.98$$

**D'où :**

$$ETM_{loc} = 0.98 \cdot 9.03 = 8.85 \text{ mm/j.}$$

• **Le pourcentage du sol humidifié**

Le pourcentage du sol humidifié est déterminé soit :

- Selon l'écartement entre les rampes et la texture du sol (voir l'annexe 3).
- En appliquant la formule suivante :

$$\frac{P}{100} = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot Sh}{S_a \cdot S_r}$$

**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 ;

S<sub>r</sub> : Ecartement entre rangs d'arbres ;

S<sub>a</sub> : Espacement des arbres sur les rangs.

D'où :

$$P = 100. \frac{1.0,6.0,45}{0,6.0,45} = 100\%.$$

- **Doses d'arrosage**

- Dose d'arrosage nette

La dose d'arrosage maximale nette qui peut être apportée par arrosage s'exprime comme en irrigation par aspersion, mais en tenant compte du fait que seule une partie du volume de sol est humidifiée. [3]

$$D_{\text{nette}} = (H_{\text{CC1}} - H_{\text{pfl}}).Z Y. \frac{P}{100}$$

**Avec :**

$D_{\text{nette}}$  : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).

$H_{\text{CC}}$  : Humidité à la capacité de rétention (mm/m) ;

$H_{\text{pf}}$  : 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

Sableuse  $H_{\text{CC}} = 9\%$  ;  $H_{\text{pf}} = 4\%$  (Voir l'annexe 01 )

La valeur de  $Z$  dépend des cultures (voir l'annexe 04).

Rfu pour pomme de terre :

$$R_{\text{fu}} = (H_{\text{cc}} - H_{\text{pp}}) Z * y$$

$$R_{\text{fu}_1} = \frac{(9 - 5)}{100} * 100 * 1/3 = 2 \text{ mm}$$

$$R_{\text{u}_2} = \frac{(9 - 5)}{100} * 200 * 1/3 = 4 \text{ mm}$$

$$R_{\text{u}_3} = \frac{(9 - 5)}{100} * 300 * 1/3 = 5 \text{ mm}$$

$$R_{\text{u}_4} = \frac{(9 - 5)}{100} * 400 * 1/3 = 7 \text{ mm}$$

R<sub>fu</sub> pour tomate :

$$R_{fu_1} = \frac{(9-5)}{100} * 200 * 1/3 = 4 \text{ mm}$$

$$R_{u_2} = \frac{(9-5)}{100} * 400 * 1/3 = 7 \text{ mm}$$

$$R_{u_3} = \frac{(9-5)}{100} * 600 * 1/3 = 10 \text{ mm}$$

$$R_{u_4} = \frac{(9-5)}{100} * 800 * 1/3 = 14 \text{ mm}$$

$$R_{u_5} = \frac{(9-5)}{100} * 1000 * 1/3 = 17 \text{ mm}$$

#### IV.5. Calcul des débits à transiter par le réseau collectif :

##### Débits caractéristiques :

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

$$Q = q * S$$

$Q$  : Débit caractéristique en (l/s).

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

$S$  : Surface de l'îlot (ha).

Pour pomme de terre  $Q = 1.33 * 30 = 39.9$  (l/s)

Pour tomate  $Q = 1.33 * 10 = 13.3$  (l/s)

#### IV -8-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)

**Chapitre V**  
**Dimensionnement du**  
**réseau d'irrigation et**  
**différents ouvrage**  
**annexes**

## V-1- Introduction

Dans ce chapitre, nous essayons de faire un calcul hydraulique du réseau d'irrigation goutte à goutte afin d'obtenir des mesures acceptables, et un dimensionnement plus économique sans oublier les conditions hydrauliques.

## V.2. Calcul de l'installation

### › Pomme de terre :

1- besoins journaliers ( $B_j$ )

$$B_j = \frac{\text{Cv} \times \text{Cp} \times \text{Cf} \times \text{Cm}}{\text{Cv} \times \text{Cp} \times \text{Cf} \times \text{Cm}}$$
$$B_j = \frac{267.39}{30} = 8.91 \text{ m m/j}$$

2- besoins journalier en tenant compte de la réduction  $K_r$

$$K_r = C_s + 0.5 * (1 - C_s) \dots \text{formule Gazoli}$$

$C_s$  = couverture du sol en %

$$K_r = 1 + 0.5 * (1 - 1) = 1$$

$$B_{jL} = B_j * K_r$$

$$B_{jL} = 8.91 \text{ m m/j}$$

3- Doze nette pratique : ( Doze nette maximale )

$$D_p = (H_{CC1} - H_{pf}) \cdot Z \cdot Y \cdot \frac{P}{100}$$

$D_p$ : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).

$H_{CC}$  : Humidité à la capacité de rétention

$H_{pf}$  : Humidité au point de flétrissement

$Y$  : Degrés d'extraction de l'eau du sol (%)

$Z$  : Profondeur d'enracinement (m) ;

$P$  : pourcentage du sol humidifié.

$$D_p = \frac{(9 - 5)}{100} * 400 * 1/3 * 100/100 = 6.67 \text{ mm}$$

4- Doze nette pratique réelle ( $D_n$ )

$D_n = 90\%$  ou  $80\%$  de la doze max

$$D_n = 0.9 * 6.67 = 6 \text{ mm}$$

5- Doze brute ( $D_b$ )

$$D_b = \frac{D_n}{\text{Cv}}$$

Cu : coefficient d'uniformité

$$D_b = \frac{6}{0.96 \times 0.75} = 8.34 \text{ mm}$$

6- La fréquence des arrosages (Ng)

$$Fr = \frac{0.96 \times 0.75 \times 6}{0.96}$$

$$Fr = \frac{6}{6} = 1 \text{ jour}$$

Chaque jour irrigue

7-durée d'arrosage( $\theta$ ) :

$$\theta = \frac{0.96 \times 0.75 \times 6}{0.96}$$

Sr : Ecartement entre rangs de culture

Sa : Espacement des arbres sur les rangs

N : Nombre de goutteur

qg :debit de goutteur

$$\theta = \frac{0.96 \times 0.75 \times 6}{0.96}$$

$$\theta = 3 \text{ h}$$

8-Durée d'arrosage journalier(Dj)

$$Dj = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{0.96 \times 0.75 \times 6}$$

$$Dj = \frac{3}{0.96} = 3 \text{ h}$$

9-Nombre de postes

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{T_F}$$

Avec :

$T_{\max}$  : temps maximum journalier de travail ;

$T_F$  : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 18h ce qui donne :

$$N(p) = \frac{18}{3} = 6 \text{ postes}$$

10-surface de parcelle :

$$sp = \frac{0.96 \times 0.75 \times 6 \times 0.96}{0.96}$$

$$sp = \frac{80}{16} = 5 \text{ ha}$$

11- surface de la rampe (Al)

$$Al = lr * sr$$

Lr : longueur de la rampe

Sr : Ecartement entre rangs de culture

$$Al = 100 * 0.6 = 60 \text{ m}^2$$

12- Nombre de rampe (Nr)

$$L=100\text{m} , l=62.5 \text{ m} .$$

$$Nr = \frac{100}{62.5} = 105$$

$$Nr = 105 \text{ rampe}$$

13- Nombre de goutteur par rampe (Ng)

$$Ng = \frac{100 \times 105}{62.5} = 1680$$

$$Ng = \frac{1680}{7.5} = 223$$

$$Ng = 223 \text{ goutteurs}$$

14- Débit d'un rampe (Qr)

$$Qr = Ng * qg$$

$$Qr = 223 * 1 = 223 \text{ l/h}$$

15- Débit de porte rampe (Qpr)

$$Qpr = Qr * Nr$$

$$Qpr = 223 * 105$$

$$Qpr = 23415 \text{ l/h}$$

### **V.3. Le débit d'installation**

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

$$Q = \frac{S}{N} \cdot \frac{D_{brut}}{d} \cdot 10 , \text{ Avec :}$$

Q = Débit de l'installation en m<sup>3</sup>/h ;

S = Surface totale à irriguer en ha ;

N = Nombre de parcelles ;

$D_{brut}$  = Dose brute en mm ;

d = Durée d'arrosage en heures.

Donc :

$$Q = \frac{30}{6} \cdot \frac{8.34}{3} \cdot 10 = 139 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$Q = 38.61 \text{ l/s}$$

#### **V.4. Calcul hydraulique du réseau**

##### **V.4.1. Conditions hydrauliques**

La variation maximale du débit entre goutteur :

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

La variation maximale de la pression.

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

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

Avec :

$q(g)$  : débit nominal du goutteur ;

$H(n)$  : pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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

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

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

##### **V.4.2. Calcul de la rampe**

- **Le diamètre**

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

On propose que les rampes en PEBD

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

Avec :

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

Q(r) : Le débit de la rampe en l/h ;

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

• **La perte de charge**

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

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

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

**V.4.3. Calcul du porte-rampe**

Le diamètre

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

On propose que les porte-rampes en PEBD

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

La perte de charge

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

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

- Les résultats de calcul des différents postes sont représentés dans le tableau V-4.4 :

**Tableau V.4.4- : Résultats de calcul théorique du réseau localisé**

N°Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D <sub>cal</sub> (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D <sub>cal</sub> (mm)	D nominal (mm)	L (mm)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
Poste	12.86	16	100	223	0.31	0.427	74.92	75	62.5	23415	1.47	0.597

Pour le diamètre de la rampe, on choisit le 16mm en raison de commodité et disponibilité sur le marché.

**V.4.5- La conduite principale**

❖ **Le débit**

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = Q_{PR} \cdot N_{PR}$$

$N_{PR}$  : nombre de porte rampe

$Q_{PR}$  = Débit de porte  $\Theta$  rampe l / h

❖ **La longueur :**

ona :  $L_{C,P} = 380$  m

❖ **Le diamètre :**

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après la formule de « Bonin »

On dimensionne la conduite pour irriguer une poste

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c,p} = 8 \cdot 23415 = 187320 \text{ l/h}$$

**Le diamètre :**

D'après la formule de « chezy » le débit de la conduite principale est :

$$Q = V \cdot S$$

V = la vitesse de la conduite principale

S = section de la conduite principale

Q ; débit en m<sup>3</sup>/s

On suppose la vitesse dans la conduite principale est égale 1.8 m/s

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{187320 \text{ l/h}}{1.8 \text{ m/s}} = 0.029 \text{ m}^2$$

$$= \frac{\pi \cdot \text{Ø}_{cp}^2}{4}$$

$$\text{Ø}_{cp} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = 192 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 200 mm

❖ **La perte de charge**

Elle est donnée par toujours la formule

$$J_{lin} = \frac{K \cdot L \cdot Q^5}{C^5 \cdot D^5}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 2.082 m

❖ **La vitesse :**

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

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

V = 1,71 m/s donc la vitesse acceptable

**V.4.6-La pression en tête de l'installation**

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

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

**Avec :**

P = Pression entête de l'installation en m ;

P<sub>G</sub> = Pression d'un goutteur = 1 bar ;

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

J<sub>AB</sub> (PR) = Perte de charge dans le porte- rampe ;

J<sub>cp</sub> = Perte de charge dans la conduite principale;

J<sub>tot</sub> = Perte de charge totale ; J<sub>tot</sub> = (1.1÷1.15)\* J<sub>lin</sub>.

J<sub>lin</sub> = Perte de charge linéaire en m ; tel que

$$J_{lin} = \frac{K \cdot L \cdot Q^5}{C^5 \cdot D^5} \quad (06)$$

$$J_{lin} = 3.55 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad J_{totale} = 3.55 * 1.1 = 3.91 \text{ m}$$

**Tableau V-4.7-:** les pressions aux extrémités du réseau

Les extrémités	J(R) m	J(PR) m	J tot( m)	Pi (m)
p1	0.427	0.597	1.87	14.92
p2	0.427	0.597	1.31	13.05
p3	0.427	0.597	0.58	11.74
p4	0.427	0.597	0.14	11.16
p5	0	0	0	10

**Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale**

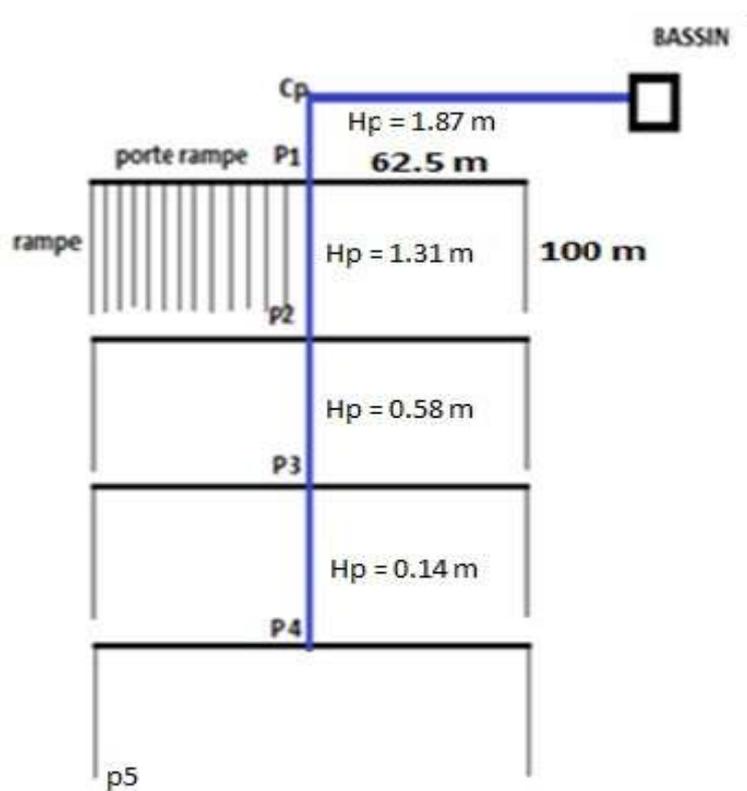


figure V.1 : Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale

› **Pour tomate :**

1- besoins journaliers (Bj)

$$B_j = \frac{\text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv}}{\text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv}}$$

$$B_j = \frac{217.57}{30} = 7.5 \text{ m m/j}$$

2- besoins journalier en tenant compte de la réduction kr

$$K_r = C_s + 0.5 \cdot (1 - C_s) \dots \text{formule Gazoli}$$

**Cs** = couverture du sol en %

$$K_r = 0.75 + 0.5 \cdot (1 - 0.75) = 0.9$$

$$B_{jL} = B_j \cdot K_r$$

$$B_{jL} = 6.75 \text{ m m/j}$$

3- Doze nette pratique :( Doze nette maximale )

$$D_p = (H_{CC1} - H_{pf1}) \cdot Z \cdot Y \cdot \frac{P}{100}$$

$D_p$ : Quantité (hauteur d'eau maximale à apporter par arrosage (mm)).

$H_{CC}$  : Humidité à la capacité de rétention

$H_{pf}$  : Humidité au point de flétrissement

$Y$  : Degrés d'extraction de l'eau du sol (%)

$Z$  : Profondeur d'enracinement (m) ;

$P$  : pourcentage du sol humidifié.

$$D_p = \frac{(9 - 5)}{100} \cdot 1000 \cdot 1/3 \cdot 90/100 = 15 \text{ mm}$$

4- Doze nette pratique réelle (Dn)

$D_n = 90\%$  ou  $80\%$  de la doze max

$$D_n = 0.9 \cdot 15 = 13.5 \text{ mm}$$

5- Doze brute ( $D_b$ )

$$D_b = \frac{D_n}{C_u}$$

$C_u$  : coefficient d'uniformité

$$D_b = \frac{13.5}{0.96 \cdot 0.75} = 18.75 \text{ mm}$$

6- La fréquence des arrosages ( $N_g$ )

$$F_r = \frac{\text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv}}{\text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv} \cdot \text{Cv}}$$

$$Fr = \frac{Q_{max}}{Q} = 2 \text{ jour}$$

Chaque 2 jour irrigue

7-durée d'arrosage( $\theta$ ) :

$$\theta = \frac{Sr \cdot Sa \cdot N}{qg}$$

Sr : Ecartement entre rangs de culture

Sa : Espacement des arbres sur les rangs

N : Nombre de goutteur

qg :debit de goutteur

$$\theta = \frac{Sr \cdot Sa \cdot N}{qg}$$

$$\theta = 10 \text{ h}$$

8-Durée d'arrosage journalier(Dj)

$$Dj = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{N}$$

$$Dj = \frac{10}{1} = 10 \text{ h}$$

**9-Nombre de postes**

Le nombre de postes est calculé par :

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(p) = \frac{T_{max}}{T_F}$$

Avec :

$T_{max}$  : temps maximum journalier de travail ;

$T_F$  : L'irrigation journalière.

Théoriquement on prend une durée de travail de 18h ce qui donne :

$$N(p) : = \frac{20}{10} = 2 \text{ poste}$$

10-surface de parcelle

$$sp = \frac{L \cdot l}{10000} = 5 \text{ ha}$$

11- surface de la rampe (Al)

$$A_l = l_r \cdot s_r$$

$l_r$  : longueur de la rampe

$s_r$  : Ecartement entre rangs de culture

$$A_l = 100 \cdot 1 = 100 \text{ m}^2$$

12- Nombre de rampe ( $N_r$ )

$$N_r = \frac{A_{\text{tot}}}{A_l} = 62$$

$$N_r = 62 \text{ rampe}$$

13- Nombre de goutteur par rampe ( $N_g$ )

$$N_g = \frac{L_r \cdot s_r}{S_g}$$

$$N_g = \frac{100}{0.5} = 200$$

$$N_g = 200 \text{ goutteurs}$$

14- Débit d'une rampe ( $Q_r$ )

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 200 \cdot 1 = 200 \text{ l/h}$$

15- Débit de porte rampe ( $Q_{pr}$ )

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

$$Q_{pr} = 200 \cdot 62$$

$$Q_{pr} = 12400 \text{ l/h}$$

### V.5. Le débit d'installation

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

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

**Avec :**

$Q$  = Débit de l'installation en  $\text{m}^3/\text{h}$  ;

$S$  = Surface totale à irriguer en ha ;

$N$  = Nombre de parcelles ;

$D_{brut}$  = Dose brute en mm ;

$d$  = Durée d'arrosage en heures.

Donc :

$$Q = \frac{10}{2} \cdot \frac{18.75}{10} \cdot 10 = 93.75 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$Q = 26.04 \text{ l/s}$$

## **V.6. Calcul hydraulique du réseau**

### **V.6.1. Conditions hydrauliques**

H (n) : pression nominale.

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

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

La répartition de la perte de charge est :

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

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

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

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

### **V.6.2. Calcul de la rampe**

- **Débit de la rampe**

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

$$Q_R = N_G \cdot Q_G$$

- **Le diamètre**

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

On propose que les rampes en PEBD

- **La perte de charge**

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

### **V.6.3. Calcul du porte-rampe**

- **Débit du porte-rampe**

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

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

- **Le diamètre**

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

On propose que les porte-rampes en PEBD

- **La perte de charge**

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

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

**Tableau V-2 : Résultats de calcul théorique du réseau localisé**

N°Poste	Rampes						Porte- rampes					
	D <sub>cal</sub> (mm)	D nominal (mm)	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)	D <sub>cal</sub> (mm)	D nominal (mm)	L (mm)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m.c.e)
Poste	12.36	16	100	200	0.27	0.35	65.44	75	62.5	12400	0.78	0.2

Pour le diamètre de la rampe, on choisit le 16mm en raison de commodité et disponibilité sur le marché.

### V.4.4. La conduite principale

- ❖ **Le débit**

Le débit de la conduite principale est calculé par la formule

$$Q_{c,p} = Q_{PR} \cdot N_{PR}$$

$N_{PR}$  : nombre de rampe

$Q_{PR}$  = Débit de rampe l / h

- ❖ **La longueur :**

ona :  $L_{C,P} = 380$  m

- ❖ **Le diamètre :**

Le diamètre de la conduite principale est calculé D'après la formule de « Bonin »

On dimensionne la conduite pour irriguer une poste

Donc Le débit de la conduite principale est de :

$$Q_{c,p} = 8 \cdot 12400 = 99200 \text{ l/h}$$

### Le diamètre :

D'après la formule de « chezy » le débit de la conduite principale est :

$$Q = V \cdot S$$

V = la vitesse de la conduite principale

S = section de la conduite principale

$Q$  ; débit en  $m^3/s$

On suppose la vitesse dans la conduite principale est égale 1.8 m/s

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{0.032}{1.8} = 0.0178 m^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot \varnothing_{cp}^2}{4}$$

$$\varnothing_{cp} = \sqrt{4 \cdot S / \pi}$$

$$\varnothing_{cp} = 149 \text{ mm}$$

On choisit un diamètre commercialisable de 160 mm.

### ❖ La perte de charge

Elle est donnée par toujours la formule N°46

$$J_{lin} = \frac{10.67 \cdot Q^{1.854}}{d^{4.754}}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = 5.125 m

### La vitesse :

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

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

$$V = 1,4 \text{ m/s}$$

### V.4.5. La pression en tête de l'installation

Elle est calculée à partir du point le plus défavorable (figure VI.2)

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

Avec :

$P$  = Pression entête de l'installation en m ;

$P_G$  = Pression d'un goutteur = 1 bar ;

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

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

$J_{tot}$  = Perte de charge totale ;  $J_{tot} = (1.1 \div 1.15) \cdot J_{lin}$ .

$J_{lin}$  = Perte de charge linéaire en m ; tel que

$$J_{lin} = \frac{10.67 \cdot Q^{1.854}}{d^{4.754}} \quad (06)$$

$$J_{lin} = 3.27 \text{ m}$$

$$J_{totale} = 3.27 \cdot 1.1 = 3.6 \text{ m}$$

**Tableau V-3 : les pressions aux extrémités du réseau**

Les extrémités	J(R)m	J(PR)m	J tot(m)	Pi (m)
p1	0.35	0.2	1.73	14.03
p2	0.35	0.2	1.21	12.3
p3	0.35	0.2	0.54	11.09
p4	0.35	0.2	0.12	10.55
P5	0	0	0	10

Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale

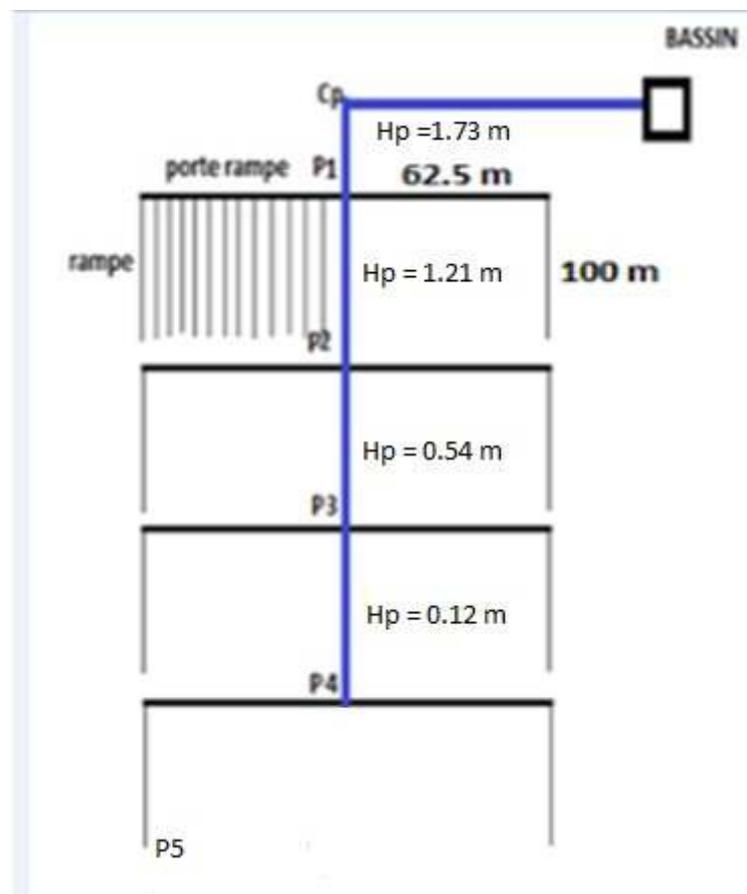


Figure V.2 : Répartition de la pression et la perte de charge dans la conduite principale

**V.7. Choix de la pompe**

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

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

**V.7.1. Débit de la pompe**

$$Q = 70 \text{ l/s}$$

**V.7.2. Hauteur d'élévation**

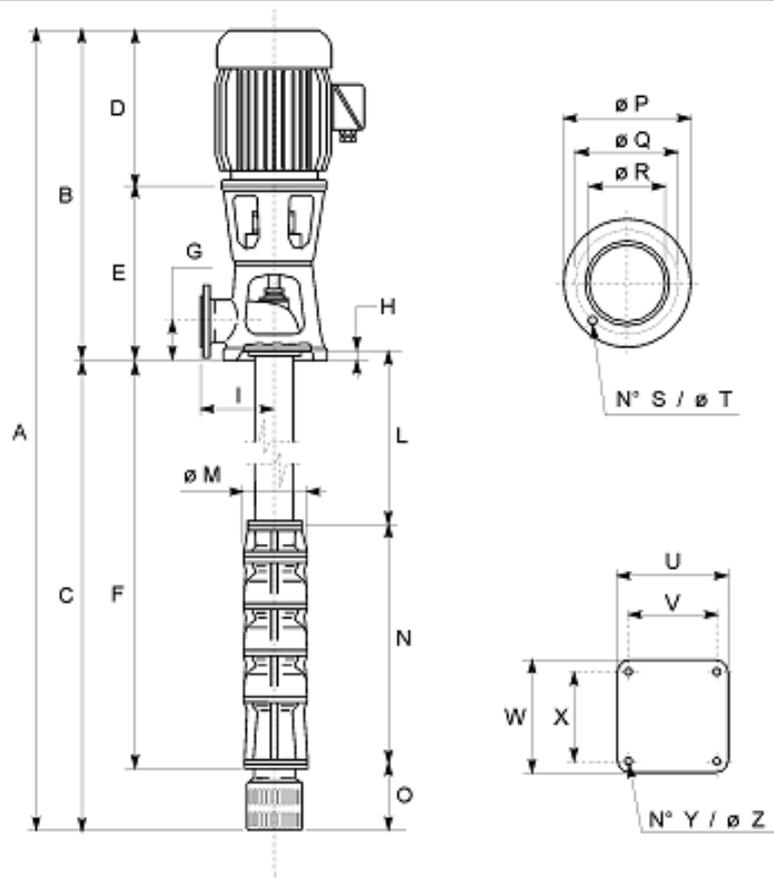
$$HMT = H_g + H_p + H_{exp}$$

Avec :

$$HMT = 16.2 + 0.3 + 1 = 17.5 \text{ m.}$$

Pour choisir la pompe on utilise logiciel **caprari** ; on trouve en fonction de (Q, HMT), une pompe de type **P14C /8/35/1D**

**Dimension : de la pompe**



A = 5208	F = 3665	N = 615	T = 22
B = 1250	G = 200	N <sub>0</sub> = 12	U = 550
C = 3958	H = 48	O = 293	V = 470
D = 585	I = 350	P = 340	W = 550
DN = 200	L = 3050	Q = 295	X = 470
E = 665	M = 342	R = 200	Z = 30

### **V.8. Capacité du bassin d'irrigation**

Le bassin d'irrigation pour pomme de terre a une capacité de 417 m<sup>3</sup> et de dimension de forme trapèze à deux bases ; petite base a dimension 10\*8 , grande base a dimension 16 \*15, et a une hauteur de 3m .

Le bassin d'irrigation pour tomate a une capacité de 937.5m<sup>3</sup> et de dimension forme trapèze à deux bases ; petite base a dimension 15 \*12 , grande base a dimension 22\*19 , a une hauteur de 3.5 m

### **V.9. Conclusion**

Dans ce chapitre on peut déterminer les éléments nécessaires et le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte, pour assurer un bon écoulement dans le réseau de distribution d'irrigation.

**Chapitre VI**  
**Evaluation du cout de  
projet**

**Généralité :**

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

**VI.1. devis de réseau d'irrigation localisée.**

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau VI-1-Facture des pièces de réseau d'irrigation localisée :**

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø16 PEBD	m/l	1384000	15,02	20787680
Tube Ø 75 PEBD	m/l	7000	473.63	3315410
Tube Ø160 PEHD	m/l	960	1786.51	1214826,8
Tube Ø200 PEHD	m/l	4260	2805.48	11951344,8
Vanne Ø160	U	2	4200	8400
Vanne Ø200	U	12	5200	62400
Réduction 160-75	U	20	120	2400
Réduction 250-75	U	120	150	18000
Bouchon Ø16	U	20	46	920
Bouchon Ø75	U	120	215	25800
Bouchon Ø160	U	20	300	6000
Bouchon Ø250	U	120	450	54000
Filtre	U	3	25926	77778
TE égal	U	8	250	2000
accessoire	U	1	250000	250000
Pompe	U	3	750000	2250000
Total 01				40026959,6

**VI-2- Dépenses des travaux :**

Le prix de terrassement est égal à :

Pour le déblai :  $F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} \cdot K_{\text{deb}}$

$K_{\text{deb}}$  : prix de  $1 \text{ m}^3$  de déblai=300 DA

$V_{\text{deb}}$  : volume total de déblai

Pour le remblai :  $F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} \cdot K_{\text{rem}}$

$K_{\text{rem}}$  : prix de  $1 \text{ m}^3$  de remblai=100 DA

$V_{\text{rem}}$  : volume total de remblai

- Calcul du volume de déblai et remblai

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

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

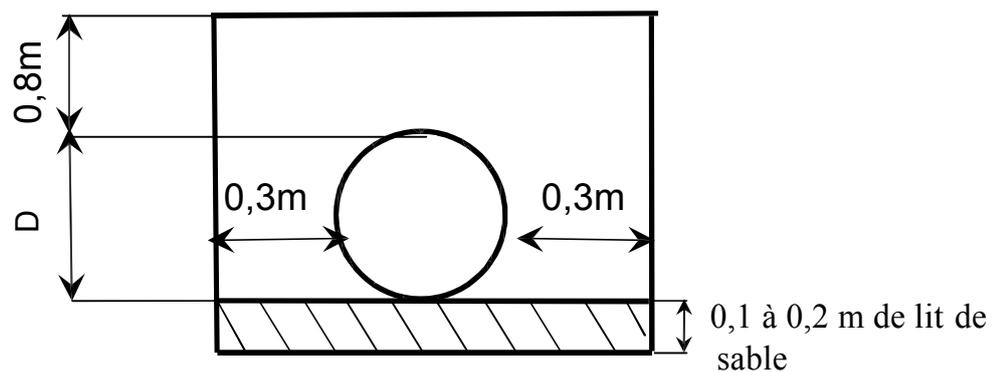
D : diamètre de la conduite (m)

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

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

$$\text{Déblai} = L \cdot H \cdot B$$

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



**Fig .VI.postion de la conduite**

Tableau VI-3-Calcul de terrassement :

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )
Conduite Principale (pomme de terre)	160	0,76	1.06	4880	4770,2	3812,5
Conduite Principale (tomate)	200	0.85	1.15	820	668,648	65,915

Donc pour le déblai:

$$F_{\text{deb}} = (4770,2 + 668,648) \times 300 = 1631654.4 \text{ DA}$$

Pour le remblai :

$$F_{\text{rem}} = (3812,5 + 65,915) \times 100 = 387841.5 \text{ DA}$$

Le coût du 3 bassin

$$F_{\text{bassins}} = 3 \times 4200000 = 12600000 \text{ DA}$$

Donc : le total de terrassement est de 2019495.9 DA

Donc le totale de projet est de 54646455.5 DA

#### **N.B**

La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation à la goutte à goutte a été fournie par le représentant commercial de S.T.P.M CHIALI

#### **VI-4- Conclusion :**

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenue, on remarque que l'estimation du réseau d'irrigation localisée est très élevée. Cette élévation est due à l'utilisation, le réseau d'irrigation localisée, d'un nombre de conduite assez important, et a la filtration qui demande des équipements trop chers.

## **CONCLUSION GENERALE**

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

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat saharien; et l'analyse du sol nous donne un sol sableux.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul.

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

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

La meilleure technique pour l'irrigation de culture maraîchère de point de vue économique en eau est l'irrigation localisée, et les cultures en plein champ en utilisant l'irrigation goutte à goutte, avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine d'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 nationale.

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

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] **Ollier, Ch, Poirée, M, 1983.** Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P;

[2] **DANIEL VESCHAMBRE et PIERRE VAYSSE, 1980 :** Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

[3] **CLEMENT et GALAND, 1979 :** Irrigation par aspersion et réseaux collectifs des distributions sous pression. Edition Eyrolles.Paris ;

[4]**L.S.BAHBOUH, 2003\_:** Cours et travaux pratiques d'agro-pédologie, 3<sup>ème</sup> Année ENSH, Blida ;

[4]**TOUAIBIA B.** (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).

## Annexes

### Annexe N°1 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

**ANNEXE N° 02**  
Guide d'estimation de p

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

**ANNEXE N° 03**  
Caractéristique de quelque sol

**ANNEXE 04**  
Rapport entre le type de sol et les caractéristiques hydriques  
sur la base du poids de sol sec

No.	Type de sol	Emplacement	Capacité de rétention	Point de flétrissement permanent	Rapport entre la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent	Eau disponible dans une épaisseur de 30 cm exprimée en cm <sup>1</sup>
1	Sable fin	Californie	3,29	1,33	2,47	0,86
2	Sable	Arizona	4,79	3,17	1,51	0,66
3	Limon sableux	Californie	9,69	4,17	2,17	2,03
4	Limon sableux	Californie	11,09	3,08	3,60	3,31
5	Limon sableux fin	Californie	16,80	8,93	1,88	3,20
6	Limon fin	Nouveau Mexique	17,28	8,23	2,10	3,76
7	Limon sableux	Orégon	18,79	6,61	2,85	5,06
8	Limon argileux fin	New York	21,70	5,02	4,35	6,93
9	Limon fin	Ohio	23,56	6,12	3,82	7,35
10	Limon argileux	Ohio	24,51	11,55	2,12	5,02
11	Argile	Californie	27,33	12,53	2,18	6,00
12	Limon argileux fin	Californie	28,33	12,49	2,26	6,43
13	Argile	Nouveau Mexique	30,42	16,00	1,91	6,00
14	Limon argileux	Californie	31,12	25,70	1,21	1,81
15	Limon	Orégon	37,90	19,03	1,99	7,82

**ANNEXE N° 04**

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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