

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

**DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage**

**THEME :**

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION D'EL AMRA A  
PARTIR D'UN BARRAGE SIDI M'HAMED BEN TAIBA  
W. (AIN DEFLA)**

**Présenté par :**  
**M<sup>r</sup> BOUMAHDJI NADJIB**

**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>Ingénieur 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> M.MESSAHEL</b>	<b>Professeur</b>	<b>Promoteur</b>

**Septembre 2012**

## **DEDICACE**

*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :*

*Ma mère*

*Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.*

*Je le dédie également à*

*Mes frères et mes sœurs*

*En un mot, à toute ma famille, mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation*

***Boumahdi nadjib***

## **REMERCIEMENT**

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

*Mon promoteur M' MESSAHEL pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente mémoire.*

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

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

***Boumahdi nadjib***



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

## RESUME

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

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

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

## ABSTRACT

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

The principal aim of this dissertation is a pursuance of a local area network realized without study and makes a comparison between theoretical results. Finally, we have given some observations and recommendations.

# **Sommaire**

<b><u>Titre</u></b>	<b><u>Page</u></b>
❖ Introduction	
<b><u>CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles</u></b>	
I-Situation et climat .....	1
I-1-Situation géographique .....	1
I-2-Climatologie .....	3
I-2-1-Pluviométrie .....	3
I-2-2-Température .....	4
I-2-3-Nébulosité .....	5
I-2-4-Vent .....	6
I-2-5-Evaporation .....	7
I-2-6-Insolation .....	7
I-2-7-Humidité relative .....	8
I-2-8-Indice climatique .....	8
I-3-Caractéristiques de la région.....	11
I-3-1-Géologie.....	11
I-3-2-Géomorphologie.....	11
I-3-3-Hydrogéologie.....	11
I-3-4-Hydrologie .....	12
I-3-4-1-Réseau hydrographique.....	12
I-3-4-2-Traitement des données pluviométriques.....	12
I-2-5-Ressources en eau de la zone d'étude.....	17
Conclusion .....	18
<b><u>CHAPITRE II : Etude agro-pédologique</u></b>	
II-1-Introduction .....	20
II-2-Classification du sol de la région d'étude .....	20
II-3-Profil pédologique .....	20
II-3-1-Description du profil pédologique .....	20
II-3-2-Caractéristiques physiques du sol.....	21
II-3-2-1-La texture .....	21
II-3-2-2-La structure.....	21
II-3-2-3-La perméabilité .....	21
II-3-2-4-La densité apparente.....	22
II-3-2-5-La densité réelle .....	22
II-3-2-6-La porosité totale .....	22
II-3-3-Caractéristiques chimiques du sol .....	22
II-4-Qualité des eaux d'irrigation.....	24
II-4-1-La salinité .....	24

II-4-1-1-La conductivité électrique .....	24
II-4-1-2-Le coefficient d'adsorption du sodium .....	24
II-4-2-Ressources d'eau d'irrigation .....	25
II-4-3-Carastéristiques des eaux d'irrigation .....	25
II-5-Les aptitudes culturales .....	27
Conclusion .....	27

### **CHAPITRE III : CHOIS DES TECHNIQUES D'ARROSAGES**

III-1-Introduction .....	28
III-2- Les techniques d'arrosage des cultures .....	28
III-2-1- L'irrigation gravitaire .....	28
III-2-1-1- L'irrigation par ruissellement .....	28
III-2-1-2- l'irrigation par submersion .....	28
III-2-1-3- l'irrigation par infiltration .....	29
III-2-2- l'irrigation par aspersion .....	29
III-2-3- l'irrigation localisée .....	30
III-3- Choix des techniques d'arrosage .....	30
III-3-1- Les contraintes naturelles .....	30
III-3-1-1-L'évaporation .....	30
III-3-1-2-Le vent .....	30
III-3-1-3-Le sol .....	30
III-3-1-3-La pente .....	31
III-3-2- Les contraintes techniques .....	31
III-3-3- Les contraintes agronomiques .....	31
Conclusion .....	33

### **CHAPITRE IV : Régime d'irrigation**

IV-1-Introduction.....	35
IV-2-Définition d'un régime d'irrigation .....	35
IV-3-Besoins en eau des cultures .....	35
IV-3-1-Définition .....	35
IV-3-2-L'évapotranspiration .....	35
IV-3-2-1-Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration .....	36
IV-3-2-2-Calcul de l'évapotranspiration .....	39
IV-4-Détermination des besoins en eau d'irrigation .....	39
IV-4-1-Définition .....	39
IV-4-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures .....	40
IV-4-3-Découpage de la parcelle .....	40
IV-5-Assolement et rotation choisie .....	41
IV-5-1-Définitions.....	41
IV-5-1-structure de l'assolement .....	42
Conclusion .....	46

## **CHAPITRE V : Calcul de réseau d'irrigation**

Généralités .....	48
V-1- L'exploitation, des ouvrages hydrauliques .....	48
V-2- Classification des réseaux d'irrigation .....	49
V-3- Choix du type de réseau d'irrigation .....	50
V-4-Choix du type de matériau des conduites .....	51
V-5- Réseau d'irrigation localisée .....	51
V.5.1. Composition De l'installation .....	51
V.5.2. Caractéristiques d'installation .....	57
V.5.3. Choix d'un distributeur .....	58
V.6. Entretien du réseau .....	59
V.7. Contrôle de l'installation .....	60
V-8-Calcul de l'installation .....	63
V-9- Calcul hydraulique de la parcelle .....	65
V-9-1. Calcul de la rampe .....	65
V-9-2. Calcul de la porte rampe .....	67
V-9-3. La conduite principale .....	67
V-10- La Pression en tête de l'installation .....	68
V.11. Station de pompage.....	70
V.12. Réservoir de réglage .....	74
V.13. Travaux de terrassement pour .....	74
Conclusion .....	75

## **CHAPITRE VI : Impact du projet**

VI.1. Introduction.....	77
VI.2.2. Impact socioculturel de projet.....	77
VI.2.3. Impact environnemental du projet .....	77

# **LISTE DES FIGURES**

<b><u>TITRE</u></b>	<b><u>PAGE</u></b>
<b><u>CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles</u></b>	
Figure I.1 : Situation de la région d'étude (moyen et haut Cheliff).....	2
Figure I.2: Graphes de température .....	5
Figure I.3: Rose des vents .....	7
Figure I.4: Climogramme de Gaussen .....	10
Figure I.5: Ajustement à une loi normal .....	15
<b><u>CHAPITRE II : Etude agro-pédologique</u></b>	
Figure 7 : Localisation du profil pédologique .....	23
<b><u>CHAPITRE V : CALCUL DE RESEAU D'IRRIGATION</u></b>	
Figure V.1:Diluer d'engrais .....	52
Figure V.2:Filtre à tamis .....	52
Figure V.3:Filtre hydro-cyclone .....	53
Figure V.4: Goutteur .....	54
Figure V.5: Goutteur turbulent .....	55
Figure V.6: Gaines .....	55
Figure V.6: Tubes poreux .....	55
Figure V.7: Mini diffuseurs .....	56
Figure V.8.Schéma général d'une installation d'irrigation localisée .....	56
Figure V.9. Filtre à gravier .....	60
Figure V.9. Nettoyage filtre à tamis .....	61
Figure V.11. Contrôle et nettoyage des distributeurs .....	62
Figure V.12. Purge du réseau .....	63
Figure 19 : La pression en tête de l'installation (schéma) .....	69

## **LISTE DES PLANCHES**

PLANCHE N°1 : Plan de situation

PLANCHE N°2 : plan parcellaire de l'exploitation de tomate

PLANCHE N° 3 : plan de stations de pompage Amra

PLANCHE N° 5 : profil en long de la conduite de refoulement

# **LISTE DES TABLEAUX**

<b><u>TITRE</u></b>	<b><u>PAGE</u></b>
<b><u>CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles</u></b>	
Tableau I-1-Pluviométries moyennes mensuelles.....	3
Tableau I-2-Nombre moyen de jours pluvieux.....	3
Tableau I-3-Températures extrêmes et moyennes mensuelles.....	4
Tableau I-4-Nébulosités moyennes mensuelles.....	6
Tableau I-5-Vitesses moyennes mensuelles des vents.....	6
Tableau I-6-L'évaporation moyenne mensuelle.....	7
Tableau I-7-Insolations moyennes mensuelles.....	7
Tableau I-8-Humidités relatives moyennes mensuelles.....	8
Tableau I-9-Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.....	9
Tableau I-10- Ajustement à une loi de Gauss .....	14
Tableau I-11-Précipitations mensuelles de l'année de probabilité 80%.....	16
<b><u>CHAPITRE II : Etude agro-pédologique</u></b>	
TableauII-1-Fiche analytique.....	27
TableauII-2-Caractéristiques des eaux d'irrigation .....	23
<b><u>CHAPITRE III : Choix des techniques d'arrosage</u></b>	
TableauIII-1- Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	32
<b><u>CHAPITRE IV : Régime d'irrigation</u></b>	
Tableau IV-1-Evapotranspiration.....	39
Tableau IV-2: Pourcentages et superficie pour des types de culture .....	41
Tableau IV-3 : Assolement et période de végétation des cultures .....	42
Tableau IV-4: Besoins en eau d'irrigation pour la pomme de terre et tomate .....	43
Tableau IV-2-Besoins en eau d'irrigation pour différent type des cultures.....	43
<b><u>CHAPITRE V : Calcul de réseau d'irrigation</u></b>	
TableauV-1-Caractéristiques générales du réseau d'irrigation.....	66
TableauV-2-Résultats de calcul de différents éléments du réseau .....	69
Tableau V-3 : Variantes pour le choix du nombre de pompes .....	72
Tableau V-4 : Détermination du diamètre économique de conduite de refoulement .....	73

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau est un élément clef pour l'augmentation de la production agricole, qu'elle soit récupérée par gravitation ou par pompage cette eau d'irrigation doit être amenée aux différentes parcelles du périmètre irrigué. Aujourd'hui du plus archaïque au plus perfectionné, les systèmes d'irrigation sont légions.

En Algérie l'agriculture est pratiquée dans des conditions climatiques relativement compliquées, presque toutes terres sont situées dans la zone climatique sèche ou la pluviométrie est insuffisante.

L'Algérie connaît depuis certaines décennies de longue période de sécheresse caractérisée par une pluviométrie insuffisante (même pour les zones réputées être humides) et souvent avec une très mauvaise répartition.

De ce fait les volumes d'eau mobilisables sont de plus en plus irréguliers et la cote part décernée à l'agriculture se voit réduite au fur et à mesure au profit de l'AEP.

Le niveau des nappes se trouve également affecté par les cycles de sécheresse, ce qui se répercute directement sur les systèmes de pompage, notamment sur les niveaux d'aspersion. Cette situation a pour conséquence de renchérir les coûts d'exploitation. Il est donc nécessaire de rechercher ou d'adopter d'autres systèmes d'irrigation, plus performant et plus rentable.

Cette démarche s'inscrit dans la logique de la politique des pouvoirs publics en matière d'hydraulique agricole puisque tous les projets structures autour de l'irrigation localisée bénéficient de soutien financier.

Toute fois nos observations sur le terrain dans le cadre de la préparation de ce mémoire de fin d'étude ont révélé, beaucoup d'insuffisance dans la mise en place et la projection de tels systèmes.

Ainsi, sur la base de ces différents constats, nous avons tenté de mener une étude du réseau d'irrigation réalisé et fonctionnel d'une parcelle située à El-Amra wilaya da Ain El Defla.

*CHAPITRE I*  
*ANALYSE DES CONDITIONS*  
*NATURELLES*

## I-Situation et climat

### I-1- Situation géographique

Le périmètre à étudier se trouve dans la Wilaya de Ain Defla, il est située à 5km ouest de la ville de Ain Defla, est se situe sur la rive droite de l'oued chlef elle est limitée :

- ❖ Au nord par les montagnes du D'Ahra.
- ❖ A l'ouest par le périmètre El Abadia.
- ❖ A l'Est par l'oued massine.
- ❖ Au sud par l'oued Chlef.

Les coordonnées de la parcelle sont :

Longitude :  $X=1^{\circ}45$      $\longrightarrow$      $1^{\circ}53$  Est.  
Latitude :  $Y=36^{\circ}10$      $\longrightarrow$      $36^{\circ}15$  Nord.  
Altitude     $Z=180$      $\longrightarrow$     250m

(Voir Fig:I.1)

**Fig:1.1 : Situation de la région d'étude (moyen et haut Cheliff)**

## I.2. Climatologie

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

Les principales composantes du climat sont : les précipitations, la température, le vent, l'évaporation et l'humidité relative....

### I.2.1. Pluviométrie

#### a) Pluviométrie moyenne mensuelle

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période d'observation de 31 ans (1980 à 2010) à la station d'El-Ain Defla (la série pluviométrique est représentée à l'Annexe).

**Tableau I.1 : Pluviométrie moyenne mensuelle**

mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Des	Année
P (mm)	68,2	59,3	48,7	32,4	27,1	5,8	1,6	1,9	14,5	25,4	50,3	68,7	403,8

Source A.N.R.H (service hydrologie)

#### b) Répartition annuelle de la pluviométrie

D'après le tableau précédent ; on remarque que la pluviométrie annuelle moyenne est répartie comme suite :

- Saison pluvieuse de Novembre à Mars.
- Saison sèche de juin à septembre.
- Saison moyenne d'Avril, Mai et Octobre.

#### e) Nombre moyen de jours pluvieux

Le moyen mensuel de jour pluvieux dans la région sur une période de 11 ans (2001-2011) est porté dans le tableau suivant :

**Tableau I.2: Nombre moyen des jours pluvieux.**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Jour	10	9	8	7	6	2	0	1	3	4	7	10

Source A.N.R.H (service hydrologie)

## I.2.2. Température

### a) Température moyenne mensuelle

Relevés mensuels moyens des températures sur une période de 11 ans (2001à2011).

**Tableau I.3: Température moyenne mensuelle.**

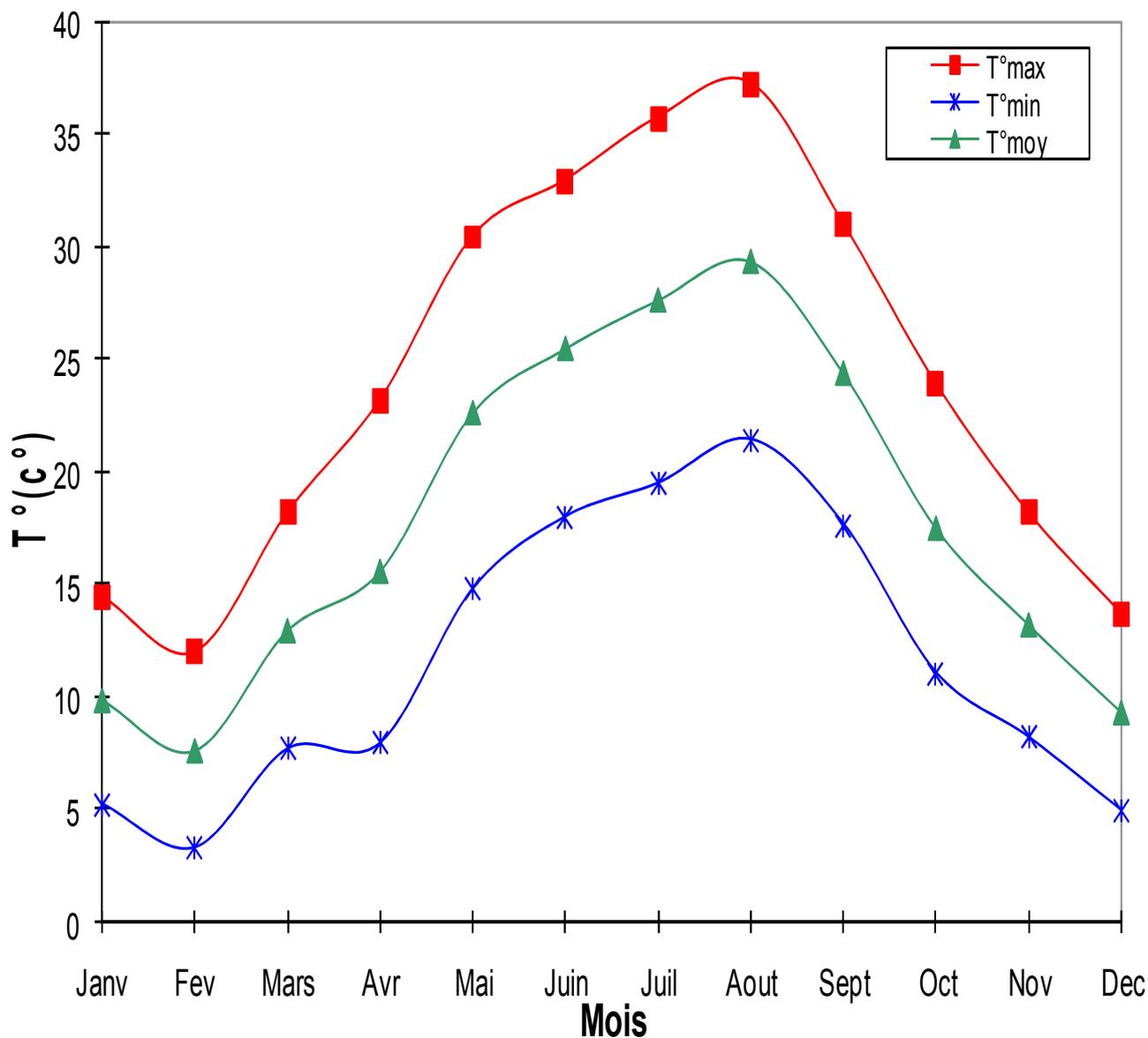
Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T°min(C°)	5,22	3,29	7,68	7,94	14,80	18,01	19,50	21,45	17,7	11,08	8,20	4,94
T°max(C°)	14,47	12,01	18,21	23,23	30,50	33	35,8	37,3	31,04	23,93	18,20	13,7
T°moy(C°)	9.84	7.60	12.94	15.58	22.64	25.50	27.65	29.37	24.40	17.50	13.20	9.30

Source A.N.R.H (service hydrologie)

D'après les résultats portés au tableau précédent ; on trouve que :

- La moyenne du mois le plus froid est de 7.6C° correspondant au mois de Janvier.
- La moyenne du mois le plus chaud est de 29.37C° correspondant au mois d'Août.
- La température moyenne annuelle est de 17.97°C.

A partir du tableau I.3 on trace les graphes des températures (Fig:I.2)



**Figure I.2: Graphes de température**

**I-2-3- Nébulosité**

La nébulosité comme facteur climatique correspond à la fraction du ciel couvert par les nuages ou la quantité de nuage qui empêche l’ensoleillement de la surface du sol.

Les valeurs moyennes mensuelles de la nébulosité pour une période de 11 ans sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I-4 : Nébulosité moyenne mensuelle**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Valeur	4,7	4,3	4,5	4,6	3,5	3,0	2,1	2,4	3,1	4,0	4,7	4,5	3,8

Source: ANRH

- La valeur mensuelle maximale est de 4,7 observée au mois de Janvier et Novembre.
- La valeur mensuelle minimale est de 2,1 observée au mois de Juillet.
- Nébulosité = 10 indique un ciel totalement couvert.
- Nébulosité = 0 indique un ciel tout à fait claire.

#### I-2-4- Vent

Le vent constitue un facteur écologique important à des titres divers.

- Agent de transport.
- Facteur climatique.
- Facteur mécanique.

Son action : influe à la fois sur le sol (évaporation et érosion) et sur la plante (distribution), donc la connaissance de la direction des vents et leurs vitesses est importante.

- Les vents proviennent des directions suivantes :

N = 1,2%      N.E = 16,5%      N.W=6.1%      S = 3,5%  
 S.E = 1,4%      S.W = 10,6%      W = 16,8%      E = 6,5%

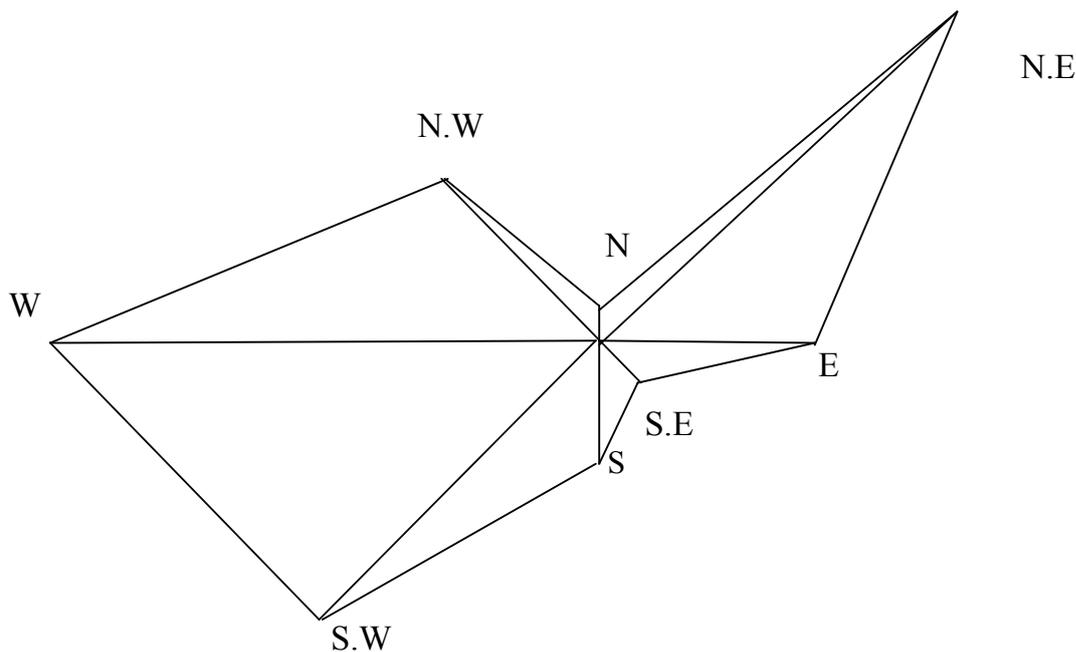
La rose des vents est tracée suivant ces valeurs (fig:I.3)

**Tableau I-5 : Vitesses moyennes mensuelles des vents (2001à2011)**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
V(m/s)	1,96	3	1,56	2,5	3,42	1,41	3,12	1,42	2,42	1,92	1,54	1,68

Source : ANRH

- La vitesse maximale est de 3,42m/s, elle est observée au mois de Janvier.
- La vitesse minimale est de 1,41m/s, elle est observée au mois de Février.



**Figure I.3: Rose des vents**

**I-2-5- Evaporation**

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

L'évaporation est mesurée par un bac cylindrique (bac classe A).

**Tableau I-6 : L'évaporation moyenne mensuelle (2001à2011)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Evapo (mm)	47,1	44,2	93,4	140	228,6	237,9	292,7	268,2	179,4	112,3	56,7	48,4	1749

Source : ANRH

L'évaporation est maximale dans le mois de Juillet, elle atteint 292,7mm.

**I-2-6- Insolation**

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol.

**Tableau I-7 : Insolation moyennes mensuelles (2001à2011)**

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov	Déc
Insolation (heures)	5,43	7,00	8,09	8,65	9,66	11,12	12,29	10,58	9,29	7,07	6,32	5,09

Source : ANRH

**I-2-7- Humidité relative de l'air**

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal.

L'humidité relative moyenne mensuelle est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau I-8 : Humidités relatives moyennes mensuelles (2001à2011)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Hr(%)	62.5	64.5	55	58.5	52	50	49.5	50	52	53.5	56	60	53.65

Source : ANRH

- Le mois le plus humide est le mois de février avec 64.5%
- Le mois le moins humide est le mois de Juillet avec 49.5%.

**I-2-8- Indice climatique****1) Indice d'aridité de Martonne**

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

Avec :

$I_A$  : indice climatique

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

A.N:

$$I_A = \frac{403.8}{17.96 + 10} = 14.44$$

$$I_A = 14,44$$

**Tableau I-9 : Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne**

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

Donc d'après la résultat de calcul précédant on a  $10 < I_A \leq 20$  d'où notre climat est Sec, alors l'irrigation est Souvent indispensable.

## 2) Quotient pluviométrique d'Emberger

Il s'agit selon les principes de trace au (1905) d'exprimer la sécheresse globale d'un climat en comparant la dépense en eau (évaporation et transpiration) au gain (précipitation) par le rapport (P / E) dans la quel l'évaporation est exprimée par une fonction de la température.

Expression définitive du quotient Q :

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

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales (Kelvin)

m : moyenne des températures minimales (Kelvin)

$$M = 37,30 + 273 = 310,28 \text{ K}$$

$$m = 5,22 + 273 = 278,22 \text{ K}$$

$$Q = 2000 \frac{403,8}{(310,30)^2 - (278,22)^2} = 42.78 \quad Q = 42.78$$

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est un climat semi-aride à hiver chaud.

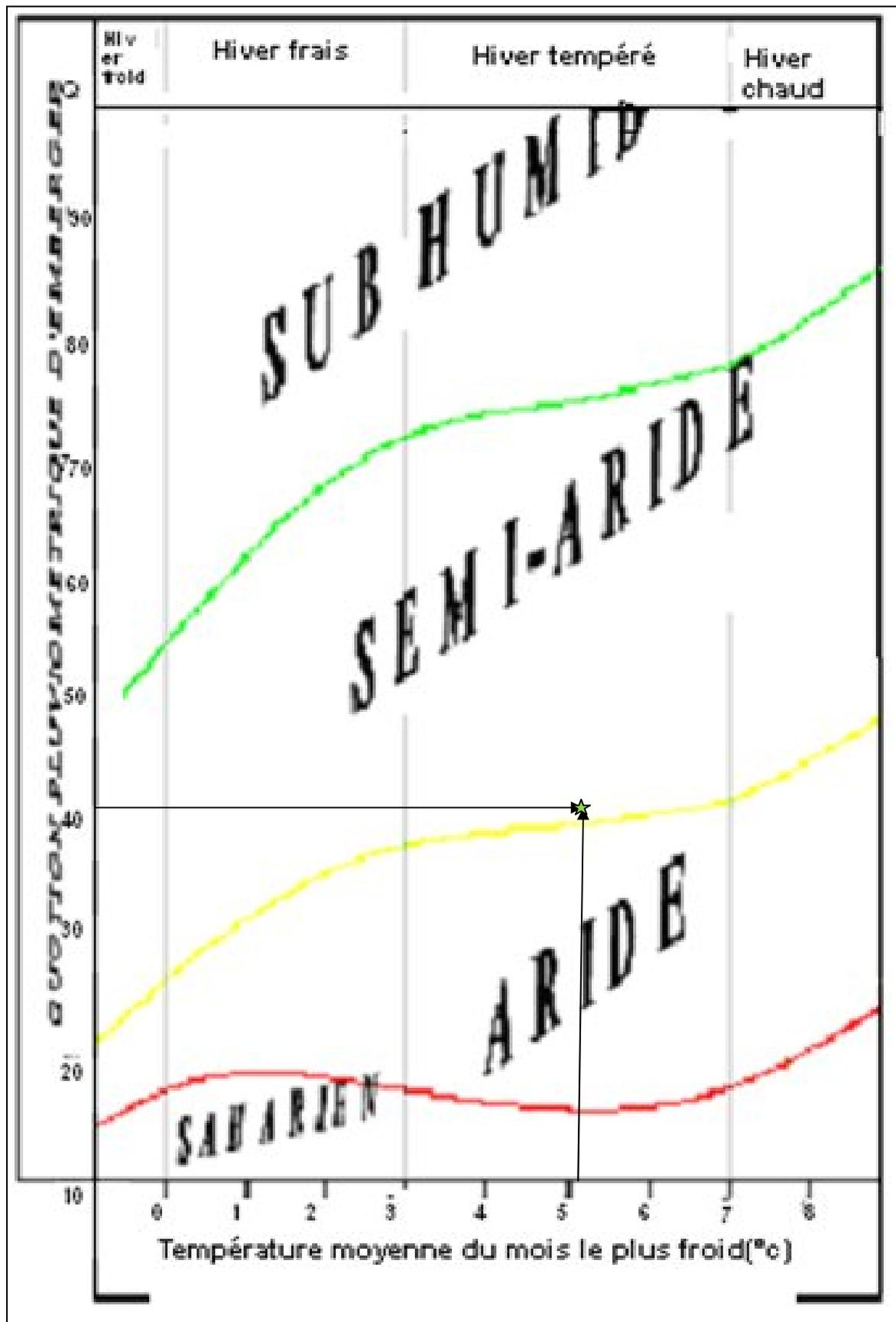
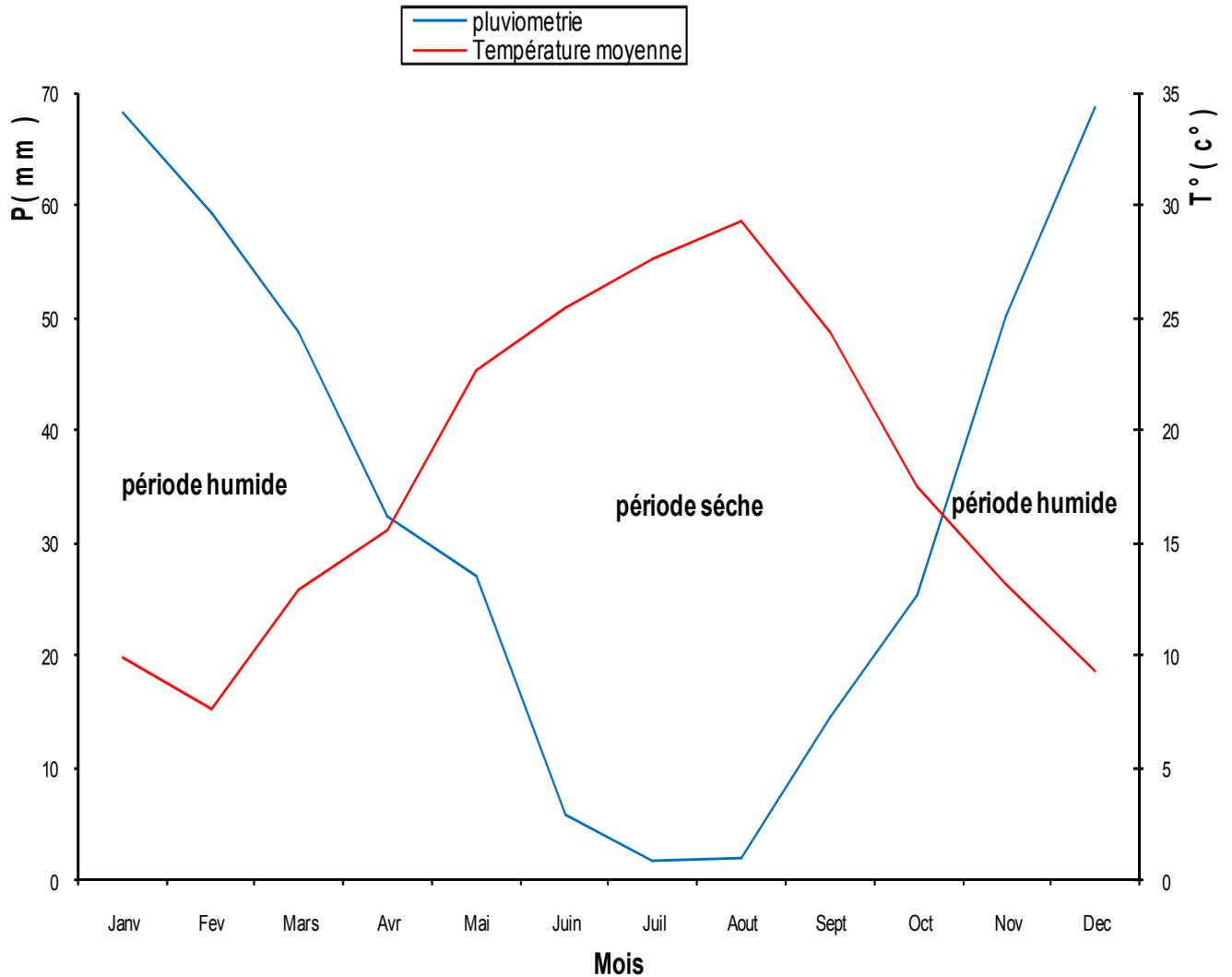


Figure I.4: Diagramme bioclimatique d'Emberger

### 3) Climogramme de Gausсен

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

Dans notre cas, la période sèche commence du mois d'Avril jusqu'au mois d'Octobre (figure I.4).



**Figure I.4: Climogramme de Gausсен**

### **I-3- Caractéristiques de la région**

#### **I-3-1. Géologie**

La plaine d'El-Amra est un synclinorium néogène reposant sur un substratum crétacé. Ces terrains crétacés, essentiellement marneux, constituent une limite étanche pour les eaux souterraines.

Les terrains formant le cœur du synclinorium sont du Miocène supérieur, ils contiennent des couches gréseuses au sommet et passent vers le bas à des terrains plus argileux.

Les principaux affleurements de grès Miocènes sont situés à l'Est et au Sud d'El-Amra ; des affleurements réduits de grès calcaires (miocène supérieur) apparaissent à l'Ouest de la plaine. Une étroite bande de grès du Pliocène borde le flanc Nord de la plaine. La limite Sud est formée de terrains du Miocène supérieur d'où émergent les massifs de Royina et de Temoulgha, constitués de calcaires jurassiques.

Le centre de la plaine est occupé par des alluvions. Sous les alluvions fines (limon argileux) se trouve un chenal d'alluvions grossières qui contiennent une nappe.

#### **I-3-2. Géomorphologie**

L'oued Cheliff empruntant le synclinal a formé sa plaine alluviale. Cette plaine est bordée au Nord par un vaste glaciis d'accumulation dont les matériaux proviennent uniquement des massifs latéraux. On distingue :

- \_ Le lit majeur de l'oued Cheliff.
- \_ La plaine alluviale proprement dite.
- \_ Le glaciis d'accumulation latérale.

#### **I-3-3. Hydrogéologie**

La structure synclinale des plaines du Cheliff a de bonne heure attiré l'attention des géologues chargés de la prospection de l'eau. A l'amont d'Al-Asnam), des recherches furent faites dans les plaines d'El-Khemis et Kherba-

Abadia pour essayer d'atteindre les formations perméables miocènes sous la couverture du Quartenaire et du Pliocène continental.

Chaque fois, des eaux ascendantes, mais non jaillissantes, furent trouvées, et il semble que les côtes piézométriques étaient au niveau de celles de la nappe phréatique actuelle. Les eaux de ces bassins, à comblement continental, sont peut être des eaux d'accumulation dont le trop plein s'écoule naturellement par le lit majeur du Cheliff.

### **I-3-4. Hydrologie**

#### **I-3-4-1. Réseau hydrographique**

Pour un observateur qui se place au point le plus haut de l'Amra, il aperçoit vers le nord une vaste plaine traversée par plusieurs cours d'eau, à qui on donne le nom d'oueds.

Ces oueds sont alimentés soit par l'intermédiaire des sources ou par les eaux de ruissellement et les précipitations atmosphériques quand ces dernières tombent irrégulièrement.

D'après l'ANRH ces oueds ont des débits très irréguliers, d'une façon générale, ils sont secs en été, et coulent très fort après chaque averse en hiver.

#### **I-3-4-2. Traitement des données pluviométriques**

##### **1. Etudes des précipitations annuelles**

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

- Loi de Laplace-Gauss, loi normal, et loi de Galton ou loi log-normale.
- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, loi de Pearson I et III.
- Loi de Gumbel ou Loi doublement exponentielle.

Ces lois comportent deux à trois paramètres estimés par différentes méthodes:

- Méthode des moments.

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

Le problème posé: quelle loi choisir lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates?

Donc les critères de choix pouvant être retenus sont:

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

## 2. Ajustement à la loi de Gauss

Le procédé de calcul consiste à:

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

$$F(x) = \frac{n - 0.5}{N} \quad (3)$$

Avec: n: Numéro d'ordre

N : Numéro d'années observées

-Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon:

\* La moyenne arithmétique : 
$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{X_i}{n} = \bar{X}$$

\* L'Ecart type Si  $n < 30$  
$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}$$

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

\*La variable réduite de gauss : 
$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$$

\*Le coefficient de variation : 
$$C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien  $X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%}$

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

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss moyenne arithmétique

$X$  : Précipitation

$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisée le logiciel hydrolab. Les résultats obtenus figurent au tableau I.10 et à la figure: II.5

**Tableau I.10:Ajustement à une loi de Gauss**

Ajustement à une loi de Gauss								
Taille n= 31		Moyenne= 403,564516		I.C. à (en%)= 80			U Gauss= 1,2817	
		Ecart-type= 86,5390376						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
370,7	168,4	1	0,0161	-2,142	168,4	157,22894	115,047403	189,321383
285,2	220,7	2	0,0484	-1,661	220,7	198,817908	163,337961	226,472734
408,5	250,6	3	0,0806	-1,401	250,6	221,323896	189,218424	246,829404
315,9	260,6	4	0,1129	-1,211	260,6	237,734403	207,936163	261,826017
336,9	267,3	5	0,1452	-1,057	263,7	251,055619	223,012936	274,116842
479,8	278,9	6	0,1774	-0,925	278,9	262,502856	235,869868	284,777536
347,4	282,5	7	0,2097	-0,807	282,5	272,697415	247,231883	294,359599
278,9	285,2	8	0,2419	-0,700	285,2	282,003691	257,52292	303,187719
297	286,9	9	0,2742	-0,600	286,9	290,656225	267,014775	311,471949
260,6	296,3	10	0,3065	-0,506	296,3	298,816794	275,893934	319,358164
282,5	297	11	0,3387	-0,416	297	306,603365	284,295432	326,953685
301,8	301,8	12	0,3710	-0,329	301,8	314,106167	292,321621	334,34153
220,7	310,5	13	0,4032	-0,245	310,5	321,397285	300,05334	341,588952
286,9	315,9	14	0,4355	-0,162	315,9	328,536767	307,556984	348,752923
322,7	322,7	15	0,4677	-0,081	322,7	335,576763	314,889255	355,883879
575	336,9	16	0,5000	0,000	336,9	342,564525	322,100543	363,028507
411,8	344,3	17	0,5323	0,081	344,3	349,55227	329,245154	370,239777
364,9	347,4	18	0,5645	0,162	347,4	356,592265	336,376109	377,572048
250,6	348,2	19	0,5968	0,245	348,2	363,731747	343,54008	385,075693
168,4	359,4	20	0,6290	0,329	359,4	371,022865	350,787503	392,807411
344,3	359,8	21	0,6613	0,416	359,8	378,525667	358,175347	400,833601
267,3	364,9	22	0,6935	0,506	364,9	386,312238	365,770868	409,235099
359,8	370,7	23	0,7258	0,600	370,7	394,472807	373,657083	418,114257
359,4	390,4	24	0,7581	0,700	390,4	403,125341	381,941313	427,606112
296,3	394,8	25	0,7903	0,807	394,8	412,431617	390,769434	437,897149
310,5	408,5	26	0,8226	0,925	408,5	422,626176	400,351496	449,259164
348,2	411,8	27	0,8548	1,057	411,8	434,073413	411,01219	462,116096
394,8	462,8	28	0,8871	1,211	462,8	447,394629	423,303015	477,19287
462,8	479,8	29	0,9194	1,401	479,8	463,805137	438,299628	495,910609
390,4	523,1	30	0,9516	1,661	523,1	486,311125	458,656298	521,791071
523,1	575	31	0,9839	2,142	575	527,900092	495,807649	570,08163

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,8	0,841	415,383371	393,552972	441,177802	415,383371	0,800	5,0

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,5	0,000	403,564525	322,100543	463,028507	403,564525	0,500	2,0

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	269,745662	243,95123	291,576061	269,745662	0,200	1,3

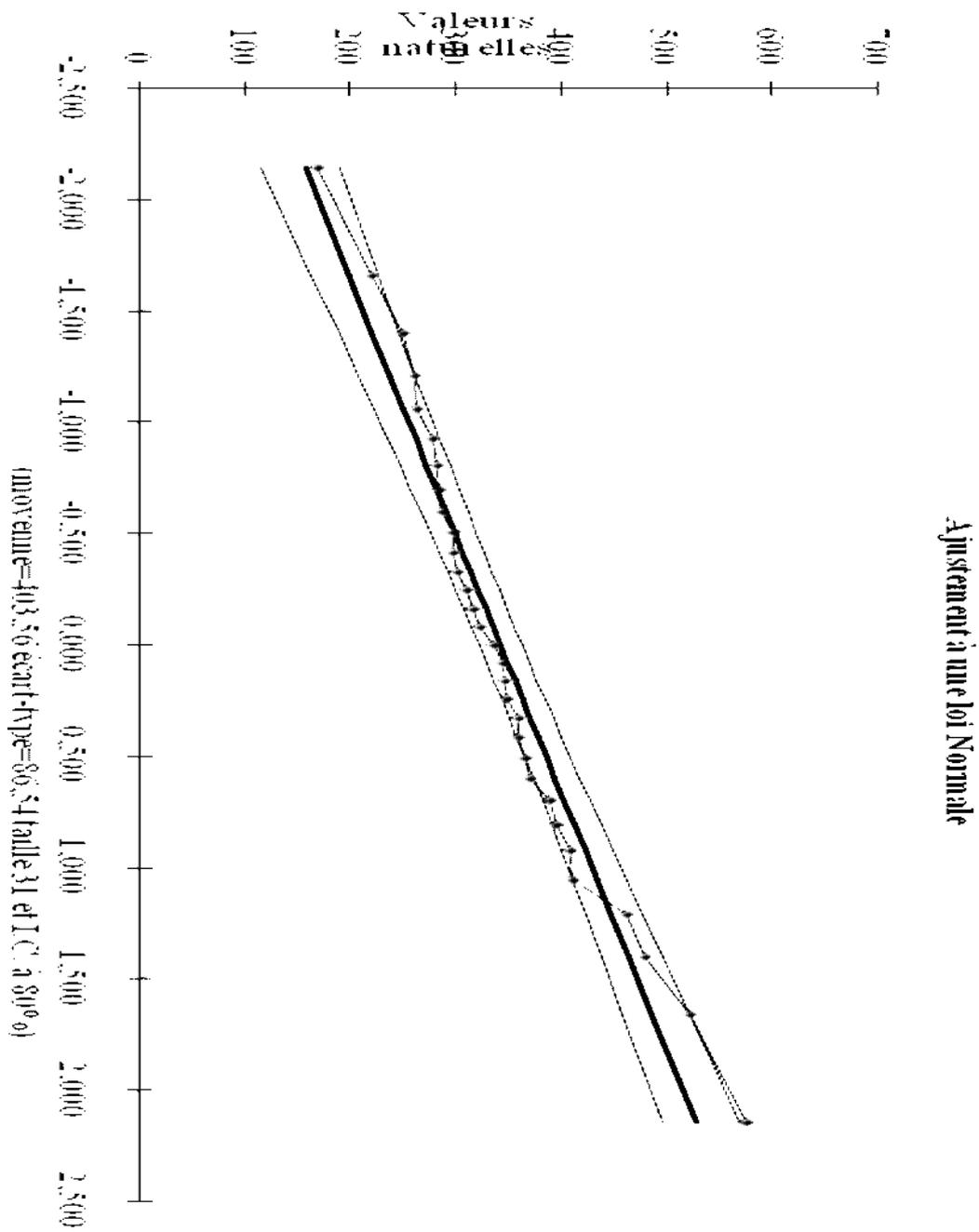


Figure I.5: Ajustement à une loi normal

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée pour la fréquence  $P (\%) = 20 \%$ , d'après la courbe théorique on a trouvé  $X (20 \%) = 269.75\text{mm}$ , la valeur la plus proche de cette dernière dans notre série correspond à celle de l'année 2001.

Donc les précipitations mensuelles sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.11:Précipitations mensuelles de projet  $P_{80\%}$  :**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Des
$P_{80\%}$ (mm)	58,84	51,15	42,01	27,94	23,37	5,03	1,41	1,64	12,48	21,88	43,43	59,32

Calcul de la pluie efficace :

**1- Pourcentage fixe des précipitations**

$P_{\text{eff}} = a. P_{\text{tot}}$  dans laquelle « a » est une fraction donnée par l'utilisateur pour tenir compte des pertes par ruissellement et percolation profonde. En général les pertes avoisinant 10 à 30%, auquel cas  $a = 0,7$  à  $0,9$ .

**2- Formule empirique pour la précipitation de projet**

Elle est basée sur une analyse réalisée pour différents climats aride et sub-humide. Une formule empirique à été établie par AGLW/FAO pour déterminer la précipitation efficace correspondant à une probabilité de dépassement de 80% tenant compte des pertes estimées dues au ruissellement et à la percolation. Cette formule peut être utilisée dans les buts de conception où une probabilité au dépassement de 80% est requise, le calcul est le suivant :

$$P_{\text{eff}} = 0,6 P_{\text{tot}} - 10 \quad \text{pour } P_{\text{tot}} < 70 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{eff}} = 0,8 P_{\text{tot}} - 24 \quad \text{pour } P_{\text{tot}} > 70 \text{ mm.}$$

**3- Formule empirique**

Les paramètres peuvent être déterminés à partir d'une analyse des données climatiques locales. La relation peut, dans la plupart des cas, être simplifiée par les équations suivantes :

$$P_{\text{eff}} = a. P_{\text{tot}} + b \quad \text{pour } P_{\text{tot}} < z \text{ mm.}$$

$$P_{\text{eff}} = c. P_{\text{tot}} + d \quad \text{pour } P_{\text{tot}} > z \text{ mm.}$$

Tel que : a, b, c et z sont des coefficients de corrélation

#### 4- Méthode USDA – ACS

Les précipitations efficaces peuvent être calculées par les formules recommandées par l'United States Département of Agriculture-soil conservation service.

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{tot}} \cdot (1 - 0,2 P_{\text{tot}} / 125) \quad \text{pour } P_{\text{tot}} < 250 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{eff}} = 125 + 0,1 P_{\text{tot}} \quad \text{pour } P_{\text{tot}} > 250 \text{ mm.}$$

En général, l'efficience d'une précipitation diminue lorsque celle-ci augmente. Dans la plupart des cas quand les précipitations sont inférieures à 100 mm/mois. L'efficience sera approximativement 80%.

On optera pour la première méthode qui est la méthode du pourcentage fixe des précipitations.

#### I-4- Ressources en eau de la zone d'étude :

##### \* Barrage Sidi M'hamed Ben Taiba

Capacité totale 75Hm<sup>3</sup>

Volume régularisé 56Hm<sup>3</sup>

- Longitude de la digue X = 2°,01'E
- Latitude de la digue Y = 36°,18'N
- Altitude de la digue Z = 268 m NGA.
- Surface du plan d'eau normale 550,00 Ha.
- Capacité totale de la retenue 75,00 Mm<sup>3</sup>.
- Réserve d'envasement 10,80 Mm<sup>3</sup>.
- Volume régularisable 56,00 Mm<sup>3</sup>.



*CHAPITRE. II*  
*ETUDE AGROPEDOLOGIQUE*

## **II-1- Introduction**

Le sol agricole est la partie de la couche superficielle de l'écorce terrestre qui grâce à sa structure et sa composition physico-chimique est en mesure d'assurer un développement normal des végétaux cultivés.

Cette définition pratique permet de considérer le sol soit comme un milieu de culture, soit comme le simple support des plantes cultivées, ces dernières ont besoins d'eau pour vivre. Ce besoin est mis en évidence en culture non irriguée par la différence des rendements obtenus les années sèches et les années pluvieuses.

L'étude du sol – eau – plante. La combinaison sol-eau produit un milieu auquel la plante cultivée devra être adaptée. Il ne suffit pas d'apporter de l'eau aux sols pour qu'ils produisent des récoltes, il faut encore en apporter assez pour que les plantes cultivées arrivent à la maturité.

## **II-2- Classification du sol de la région d'étude**

D'après la carte pédologique de Ain DEFLA centre, le sol de la parcelle à étudier est de :

- Classe des sols calcimagnésiques
- Classe des sols à sesquioxydes de fer
- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols isohumiques
- Classe des vertisols

## **II-3- profil pédologique**

Le profil pédologique est la topographie à un instant donné à l'évolution d'un sol, à partir des observations analytiques et en tenant compte de l'environnement.

Notre choix est porté, donc sur la prise d'un échantillon correspondant à un profil pédologique permettant une meilleure appréhension des caractères physico-chimiques du sol de la zone d'étude.

### **II-3-1- Description du profil pédologique**

Le point d'implantation du profil au niveau de la parcelle est désigné aléatoirement, date de prélèvement.



Sols imperméables	$K < 10^{-6} \text{m/s}$
Sols peu perméables	$10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$
Sols perméables	$5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$
Sols très perméables	$K > 5 \cdot 10^{-5}$

#### **II-3-2-4- La densité apparente $d_a$**

C'est le rapport entre le poids d'un volume donné du sol sec à l'étuve et le poids d'un égal volume d'eau, son évaluation est basée sur la texture du sol.

#### **II-3-2-5- La densité réelle $d_r$**

C'est la densité des particules solides constitutives du sol. Elle est le rapport entre le poids d'un sol et son volume réel, la densité réelle varie très peu d'un sol à un autre.

#### **II-3-2-6- La porosité totale $P$**

C'est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le volume des vides contenus dans le sol et le volume total de ce sol.

On définit également la porosité totale comme étant le rapport du volume de l'espace poral (qui n'est pas occupé par les particules solides) ou volume total ou apparent. On établie la relation suivante :

$$P\% = \left[ \frac{d_r - d_a}{d_r} \right] 100$$

Avec :  $d_r$  : densité réelle

$d_a$  : densité apparente

#### **II-3-3- Caractéristique chimiques du sol**

L'analyse chimique du sol est faite pour le PH, la conductivité électrique,

$\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^{++}$ .

**Tableau II-1 : Fiche analytique**

<b>Profondeur (cm)</b> <b>Caractéristiques</b>	<b>0 à 28</b>	<b>28 à 70</b>
Argile %	30	45
Limon fin %	19	15
Limon grossier %	24	17
Sable fin %	21	11
Sable grossier %	5	10
Mode de structure classe	Fragmentaire grossière	Fragmentaire grossière
Densité réelle	2.64	2.59
Densité apparente	1.46	1.54
Porosité %	56	61
La vitesse d'infiltration (m/s)	$5,08. 10^{-6}$	$6,19. 10^{-6}$
PH	7,8	7,6
Conductivité électrique (mm hos/cm)	0,063	0,058
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> meq/100g	5,25	6,25
Na <sup>2+</sup> meq/100g	0,63	0,63
K <sup>+</sup> meq/100g	0,13	0,13

Source : ONID

D'après le tableau, on peut dire que notre sol a une texture limono-argileuse, une structure fragmentaire, pauvre en matières organiques, les agrégats sont facilement détruits par l'irrigation, la restitution de la matière organique en quantité importante est nécessaire afin de renforcer le complexe absorbant et par conséquent contribuer à l'amélioration de la structure, on note aussi que d'après la vitesse d'infiltration notre sol est considéré comme sol perméable.

## II-4- Qualité des eaux d'irrigation

### II-4-1- La salinité

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

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

#### II-4-1-1- La conductivité électrique

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

Quatre classes de risque salin ont été définies :

- \* C<sub>1</sub> : Risque faible CE ≤ 0,25 ;
- \* C<sub>2</sub> : Risque moyen 0,25 < CE ≤ 0,75;
- \* C<sub>3</sub> : Risque élevé 0,75 < CE ≤ 2,25;
- \* C<sub>4</sub> : Risque très élevé CE > 2,25.

#### II-4-1-2- Le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

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

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

Avec : Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> meq/l

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

- \* S<sub>1</sub> : Risque faible S.A.R ≤ 10 ;
- \* S<sub>2</sub> : Risque moyen 10 < S.A.R ≤ 18;
- \* S<sub>3</sub> : Risque élevé 18 < S.A.R ≤ 26;
- \* S<sub>4</sub> : Risque très élevé S.A.R > 26.

### II-4-2- Ressource d'eau d'irrigation

L'origine de l'eau est déterminante pour connaître les qualités ou plutôt les défauts de l'eau destinée à l'irrigation localisée. Rares sont les eaux parfaites. L'irrigation dans notre cas se fait à partir d'un bassin de stockage pour les eaux de superficielle (eaux de barrage).

### II-4-3- Caractéristique des eaux d'irrigation

Les analyses des eaux, d'irrigation de notre parcelle sont faites au laboratoire sur un échantillon prélevé du bassin d'irrigation.

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableaux II-2 : caractéristiques des eaux d'irrigation**

PH	CE ( mm hos/cm)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	S.A.R
8.34	0.32	70	39	97	2	2.13

Source : ONID

L'eau d'irrigation de notre parcelle appartenant au couple (C<sub>2</sub> –S<sub>1</sub>). Alors d'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation (voir annexe3), donc on peut la considéré comme de bonne qualité.

#### → Qualité des eaux d'irrigation

L'irrigation par des eaux fortement minéralisées a une action directe sur le rendement des cultures, pour cela il faut choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle.

Notre zone d'étude est caractérisée par un climat semi-aride, le sol a une texture limono-argileuse ainsi que le problème de la salinité du sol et des eaux d'irrigation n'est pas posé.

Le sol de notre parcelle convient donc aux cultures suivantes :

- ◆ Les cultures maraîchères ; tomates, pomme de terre, poivron, pastèque, courgette, carotte.... etc. ;
- ◆ Les cultures fourragères : blé, Mais, luzerne, bersim, ... etc ;
- ◆ Les cultures industrielles : betterave, tabac, tomate industrielle,....etc ;
- ◆ Les arboricultures : agrumes, vigne, olivier, .... etc.

## **II-5- Les aptitudes culturales**

Le choix des cultures se fait selon plusieurs facteurs qui sont :

### **→ Climat**

La plante a des exigences climatiques telles que la quantité de chaleur nécessaire pour accomplir son cycle, températures critiques, minimales et optimales, besoins en eau et périodes critiques.

### **→ Sol**

Les caractéristiques des sols ont une importance pour le choix des cultures, telle que la structure, le PH et la profondeur de la nappe si trouver.

## **Conclusion**

Selon l'étude faite sur la région, on a déterminé le type du sol, la qualité des eaux d'irrigation et les cultures répondant à l'aptitude culturelle du sol.

Il est à noter que notre parcelle, et vouée totalement aux cultures maraichères, fourragères, et industrielles.

*CAPITRE .III*  
*Choix des techniques*  
*d'arrosage*

### **III-1- Introduction**

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques puis on va choisir la technique qui corresponde avec les caractéristiques de notre station.

### **III-2- Les techniques d'arrosage des cultures**

#### **III-2-1- L'irrigation gravitaire**

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé consiste la distribution de l'eau on utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

##### **III-2-1-1- L'irrigation par ruissellement**

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

##### **a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement**

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau
- possibilité de lessivage sans risques d'érosion
- Matériel d'irrigation assez simple

##### **b) les inconvénients**

- Temps d'irrigation important
- Nécessité de nivellement et son entretien
- Pertes importantes d'eau

##### **III-2-1-2- l'irrigation par submersion**

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la qu'elle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaire pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente Inférieur à 2 %.

##### **a) Les avantages de la submersion**

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

**b) Les inconvénients de la submersion**

- Tassement du sol
- Diminution de la porosité d'ou diminution de la perméabilité
- Nécessite d'assainissement
- Manque d'aération

**III-2-1-3- l'irrigation par infiltration**

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

**a) les avantages**

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes
- L'accès est facile au terrain

**b) Les inconvénients**

- Grande perte d'eau
- Exigence en main d'œuvre

**III-2-2- l'irrigation par aspersion**

L'eau provient aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en eau sous pression.

**a) Les avantages**

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie
- Economie d'eau
- Favorise les conditions ambiantes
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- Nécessite moins de mains d'œuvres

**b) les inconvénients**

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage



**III-3-1-4- La pente**

La zone d'étude à une pente qui varie entre 2 et 4 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

**III-3-2- Les contraintes techniques**

- ❖ Qualification de main d'œuvre
- ❖ Entretien du matériel

**III-3-3- Les contraintes agronomiques**

Les types des cultures envisagés dans notre station sont constitués de fourrage , maraîchage, et arbre fruité (Agrumes), pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les fourrages et les maraîchages, et l'irrigation localisé pour les agrumes .

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différents contraintes , résume le choix adéquat pour le zone considérée .



### **Conclusion**

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude de la nature du sol, de l'aptitude culturale et de volume d'eau disponible ; on peut choisir les techniques d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux techniques présentent beaucoup d'avantage par rapport à la technique d'irrigation à la surface.

Donc pour les cultures de l'assolement on opte pour l'irrigation par aspersion, pour les maraichères on opte pour l'irrigation par goutte à goutte.

*CHAPITRE IV*  
*REGIME D'IRRIGATION*

## IV-1- Introduction

La quantité d'eau qu'il faut donner pour l'irrigation d'un hectare (ha) de la culture pendant toute la période de végétation s'appelle, dose d'irrigation et est défini par régime d'irrigation.

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.

## 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.

### 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.

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

**- L'évapotranspiration de référence :**

Est définie comme « le niveau d'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau de façon non restrictive ».

**- 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.

**- 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.

**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 :

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

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 :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois)} \quad (9)$$

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 :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \cdot \left( \frac{T}{T+15} \right) \cdot \left( 1 + \frac{50-H_r}{70} \right) \quad (10)$$

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 %.

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H} \quad (11)$$

**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) Formule de Penman**

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{p(t) + \sigma} \quad (12)$$

Dans laquelle :

R<sub>n</sub> : Rayonnement net « climatique ».

E<sub>a</sub> : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : Chaleur latente de vaporisation (2.5.10<sup>6</sup> J/kg)

σ : Constante psychrométrique (0,65 h la/°C)

p'(t) : Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T.

### 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**

Mois	Temps moy °C	Humidité %	Vent Km/jour	Insol Heures	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .jour	ETo-penman mm/jour
Janvier	9.8	63	2.0	5.4	9.1	1.48
Février	7.6	65	3.0	7.0	12.9	1.86
Mars	12.9	55	1.6	8.1	17.2	2.74
Avril	15.5	59	2.5	8.7	20.9	3.79
Mai	22.6	52	3.4	9.7	23.9	5.92
Juin	25.5	50	1.4	11.1	26.4	5.74
<b>Juillet</b>	<b>27.6</b>	<b>50</b>	<b>3.1</b>	<b>12.3</b>	<b>27.8</b>	<b>7.28</b>
Août	29.5	50	1.4	10.6	24.1	5.74
Septembre	24.4	52	2.4	9.3	19.8	4.86
Octobre	17.5	54	1.9	7.1	14.0	2.86
Novembre	13.2	56	1.5	6.3	10.4	1.73
Décembre	9.3	60	1.7	5.1	8.2	1.31
moyenne	18.0	56	2.2	8.4	17.9	3.78

## IV-4- Détermination des besoins en eau d'irrigation

### IV-4-1. Définition

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

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

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule :

$$B = ETR + D - (P_{eff} + R_u) \quad (13)$$

**Avec :**

B : Besoins en eau d'irrigation (mm);

ETR : Evapotranspiration réelle/jour) ;

D : Le drainage ;

P : La précipitation (mm) ;

R<sub>u</sub> : La réserve utile (mm) ; telle que :

$$R_u = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot d_a \quad (14)$$

**Avec :**

H<sub>cc</sub> : Humidité à la capacité au champ;

H<sub>pf</sub> : humidité du sol au point de flétrissement ;

Z : Profondeur d'enracinement (m) ;

d<sub>a</sub> : Densité apparente ;

P<sub>eff</sub> : Pluie efficace ;  $P_{eff} = \alpha \cdot P$  ; (15)

P : Précipitation de l'année de calcul en mm ;

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

Le calcul des besoins en eau d'irrigation se fait pour culture essentielle sur la surface de périmètre.

#### IV-4-3-Découpage de la parcelle

Les éléments issus de l'étude du dimensionnement du réseau d'irrigation localisée de l'exploitation choisie portent sur les caractéristiques de la source d'eau, de la culture, du sol et du matériel d'irrigation. Ces informations doivent être disponibles à tout moment pour les utiliser en cas de contrôle ou de problèmes de conduite de l'irrigation. La superficie de l'exploitation de tomate prise comme exemple est de 10,4 ha. Sa longueur est de 595 m et sa largeur est de 175m. L'étude a défini un nombre de secteurs d'arrosage (N<sub>s</sub>) de 8. Chaque secteur a une superficie S<sub>s</sub> = 1,2 ha dont la longueur L<sub>s</sub> = 145 m et sa largeur l<sub>s</sub> = 83 m.

**Tableau IV-2: Pourcentages et superficie pour des types de culture**

Type de culture	Pourcentages (%)	Superficie (ha)	Assolement culture
Maraichage	46	1684	Pomme de terre + Oignon +Tomate
Céréaliculture	49	1793	Blé+orge+...
Arboriculture	4	146	Abricotier + pécher + Olivier + prunier
Culture sous serre	1	37	
total	100	3660	

## IV.5. Assolement et rotation choisis

### 1. Définitions

#### a) Assolement

L'assolement est défini comme étant la répartition des cultures dans la parcelle, il a également pour effet, d'assurer une utilisation rationnelle des éléments nutritifs en fonction des préférences marquées des plantes pour ces derniers et leur mode d'alimentation suivant le système racinaire des cultures.

On peut citer encore les objectifs de l'agriculture, qui visent principalement la satisfaction des besoins de consommation de la population locale. En fin on souligne que l'assolement est fait en fonction :

- ☞ Des facteurs écologiques (climat, sol ...).
- ☞ Des facteurs humains (mains d'oeuvre et sa qualification).
- ☞ Des facteurs techniques (organisation du travail, matériel).
- ☞ Des facteurs économiques (prix de produits, débouchés ...).



Tableau IV-4: Besoins en eau d'irrigation pour la pomme de terre et tomate:

Mois	Coeff. Kc	ET cult mm/jour	ET cult mm/mois	Pluie eff mm/déc	RFU mm	Besoins d'irr. (mm/mois)
Septembre	<b>pomme de terre</b>					
Octobre	0,5	1,43	42,9	17,184	30	0
Novembre	0,68	1,1764	35,292	34,744	30	0
Décembre	0,93	1,2183	36,549	47,456	30	0
Janvier	0,98	1,4504	43,512	47,072	30	0
Février	0,88	1,6368	49,104	40,92	30	0
Mars	<b>tomate</b>					
Avril	0,45	1,7055	51,165	22,352	30	0
Mai	0,75	4,44	133,2	18,696	30	84,504
Juin	1,02	5,8548	175,644	4,024	30	141,62
<b>Juillet</b>	<b>1,1</b>	<b>8,008</b>	<b>240,24</b>	<b>1,128</b>	<b>30</b>	<b>209,112</b>
Août	0,65	3,731	111,93	1,312	30	80,618

Tableau IV-5: Besoins en eau d'irrigation pour différent type des cultures:

Mois	Pomme de terre arri-saison	ognon	sorgho	Orge	blé	Pécher	Pommer
Janvier				0	0	0	0
Février				0	0	0	0
Mars		2.44	38.97	37.79	0	0	0
Avril	31.23	30.20	45.75	40.55	3.95	5,255	0
Mai	93.20	90.79	58.76	19.86	50.70	43,28	34,4
Juin	195.10	173.05	111.66	A	A	51,51	42,9
Juillet	157.63	152.48	A			80,12	136,904
Août	A	A				101,204	123,59
Septembre						84,02	91,31
Octobre				0		10,75	A
Novembre				0	0	A	0
Décembre				0	0	0	0
total	477,16	448,96	255,14	98,2	357,79	376.14	429.10

A : période de recule

D'après le tableau IV-2; le mois de pointe est le mois de **juillet**.

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

$$ETM_{loc} = K_r \cdot ETM \quad (16)$$

**Avec :**

$K_r$  : Coefficient de réduction, tel que :

$$K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s), \text{ (Freeman et Garzoli)} \quad (17)$$

$C_s$  : Coefficient de Couverture du sol ; pour la tomate  $C_s = 70\%$

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

**D'où :**

$$ETM_{loc} = 0,85 \cdot 209,112 = 177,745 \text{ mm/mois.}$$

- **Les besoins d'irrigation nets**

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

$$B_{net} = ETM/N_j \quad B_{net} = 5,73 \text{ mm/j.}$$

- **Les besoins d'irrigation bruts**

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

En première approximation, certains auteurs proposent de fixer à 10% des besoins nets la quantité d'eau supplémentaire que nécessitent le lessivage et les pertes inévitables par percolation profonde, ce qui fait que l'équation donnant le besoin d'irrigation brut devient :

$$B_{rut} = B_{net}/R_p \quad (20)$$

**Donc :**

$$B_{rut} = 5,92/0,8 = 7,23 \text{ mm/j.}$$

$$\mathbf{B_{rut} = 7,23 \text{ mm/j.}}$$

- **Doses d'arrosage**

-Dose d'arrosage net

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.

$$D_{\text{nette}} = (H_{\text{CC}} - H_{\text{pb}}) \cdot y \cdot Z \cdot \frac{P}{100} \quad (22)$$

**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) ;

$H_{\text{pb}}$  : Humidité au point de flétrissement (mm/m) ;

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

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

$P$  : pourcentage du sol humidifié.

Selon la texture du sol de notre parcelle (limono sableux)

$H_{\text{CC}} = 22\%$  ;  $H_{\text{pf}} = 10\%$  (voir l'annexe 5).

La valeur de  $Z$  dépend des cultures donc pour les tomates on prend  $Z = 0,4$  m.

Selon la structure du sol de notre parcelle

$P = 47\%$  (voir l'annexe 4).

D'où :  $D_{\text{net}} = (0,22 - 0,10) \cdot 0,33 \cdot 400 \cdot 47$ .

$D_{\text{net}} = 6,34$ mm.

-La dose brute.

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

$$D_{\text{brut}} = \frac{D_{\text{net}}}{Cu \cdot E} = \frac{6,34}{0,9 \cdot 0,95} = 7,41 \text{mm.} \quad (23)$$

- La durée d'arrosage :

$$d = \frac{D_{\text{brut}} \cdot S_d \cdot S_1}{Q_d} \quad (24)$$

**Avec :**

$S_d$  : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

$S_1$  : L'écartement entre les rampes ;

$Q_d$  : Débit du distributeur en l/h.

$$d = \frac{7,41 \times 0,25 \times 1,5}{1 \times 1,5} = 1,85.$$

d = 2 heures.

- La fréquence minimale des arrosages.

Elle représente l'espace maximal entre arrosage.

$$F_{\text{mini}} = \frac{D_{\text{nette}}}{ETM_{\text{loc}}} = \frac{6,34}{5,73} = 1,11 \quad (25)$$

F<sub>mini</sub> = 1 jours.

- L'irrigation journalière =  $\frac{2}{1} = 2$  heures.

### Conclusion

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

*CHAPITRE. V*

*DIMENSIONNEMENT DU*

*RESEAU D'IRRIGATION*

## **Généralités**

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

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

Un tronçon en tête du système qui assure la prise d'eau à partir des sources d'irrigation.

Une station de pompage pour assurer l'irrigation des terres élevées. La station de pompage doit assurer la pression et les débits nécessaires.

Une conduite principale pourvue d'un régulateur de pression et d'un compteur.

Un réseau de conduites de distribution (conduites secondaires et conduites aux champs, pourvues également de compteurs et de vannes pour le réglage du débit).

Les conduites sont pourvues de ventouses aux points hauts et de point de vidange aux points bas.

Un réseau de routes de service avec ouvrages routiers.

Des moyens de transport.

Un jeu de mécanismes, d'installations d'outils pour les réparations et l'entretien permanent des conduites, des ouvrages et des dispositifs du système.

### **V.1.L'exploitation, des ouvrages hydrauliques**

Le service d'exploitation assure le fonctionnement normal de tous les ouvrages hydrauliques.

Il faut déterminer l'état normal de chaque élément du système et maintenir cet état au cours de l'exploitation.

La composition des mesures à prendre pour l'entretien des installations des systèmes sont:

Le gardiennage.

Utiliser de façon rationnelle et complète les ressources hydrauliques.

Assurer la réalisation des plans pour l'obtention des produits de terres irriguées.

Améliorer les conditions climatiques, non seulement sur les terres irriguées, mais aussi dans les régions arides non-irriguées voisines.

Utiliser au maximum l'énergie électrique des stations de pompage.

Protéger les terres agricoles et les zones aux approches des villes contre la submersion, la formation des marais, l'élévation de la salinité, la dégradation du sol par les eaux et par le vent.

Les ouvrages doivent être pourvus de signaux d'avertissement et d'indicateurs.

## **V.2. Classification des réseaux d'irrigation**

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

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

### **1-Selon la construction**

#### **• Réseau classique**

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

#### **• Réseau fermé**

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

#### **• Réseau mixte**

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

### **2-Selon la réalisation**

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

### **3-Selon la distribution de l'eau sur le périmètre**

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

### **4-Selon le fonctionnement durant la période d'irrigation**

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

## **V.3. Choix du type de réseau d'irrigation**

Les systèmes d'irrigation localisée nécessitent une eau propre. Pour ce faire des moyens de filtration efficaces.

Le choix du type de réseau d'irrigation est conditionné par le relief et la technique d'arrosage adoptée. C'est pour cette raison que notre choix c'est porté sur le réseau fermé.

Celui-ci présente les avantages suivants :

- Les pertes d'eau (par évaporation et infiltration) sont négligeables.
- Une utilisation rationnelle et économique de l'eau d'irrigation.
- Il peut être adopté pour n'importe quel relief.
- Possibilité d'automatisation.
- Disponibilité de l'eau: l'eau doit être disponible :
  1. En quantité, pour la période d'irrigation considérée ;
  2. En période, dans le cas de réseaux collectifs
  3. En énergie, la pression choisie doit être suffisante.

Son inconvénient principal est le coût élevé.

## **V.4. Choix du type de matériau des conduites**

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

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

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

En fin notre choix se portera sur :

Les conduites en PVC et PEBD pour le réseau de goutte à goutte.

PVC: pour la conduite principale.

PEBD: pour les rampes et les portes rampes.

## **V.5. Réseau d'irrigation localisée**

### **V.5.1. 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 éléments fertilisants. Parfois, des régulateurs de pression et des filtres secondaires sont placés en tête des portes 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.

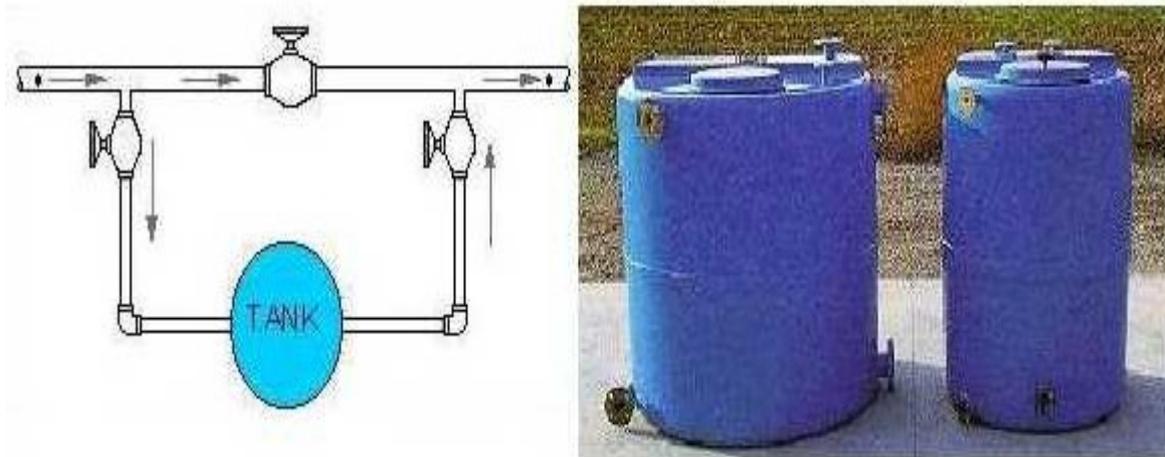


Fig V.1:Diluer d'engrais

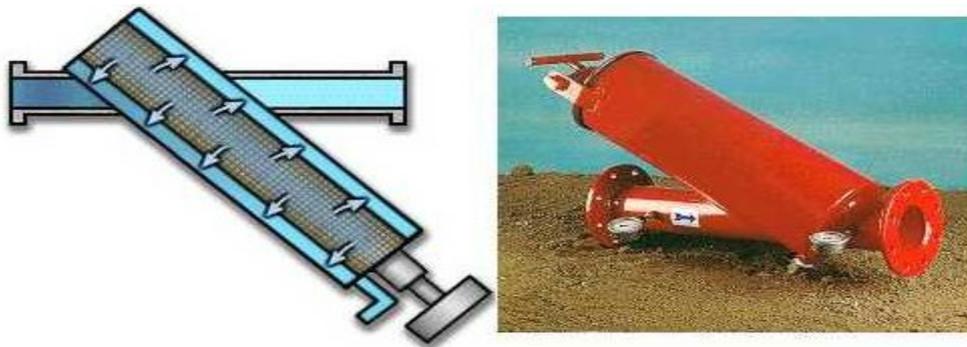


Fig V.2:Filtre à tamis

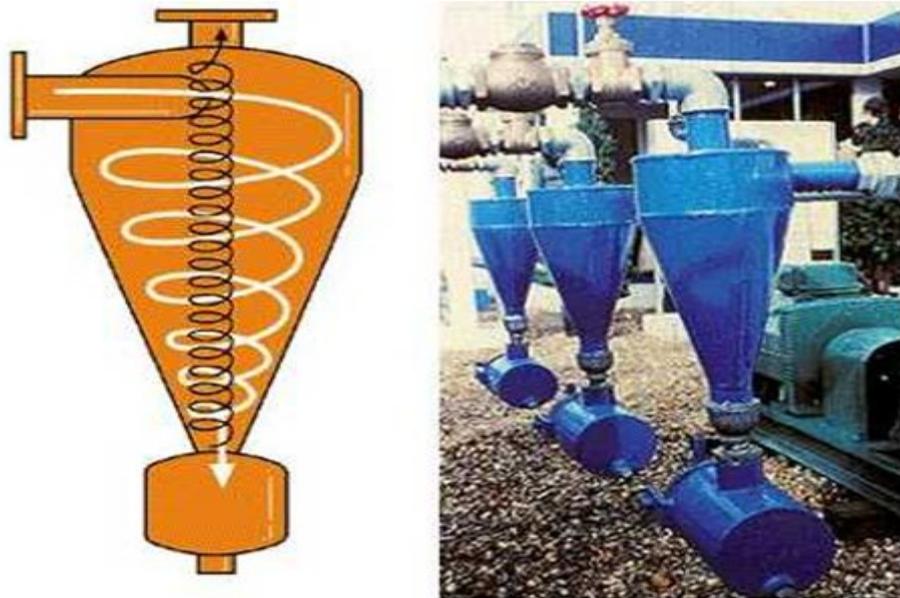


Fig V.3: Filtre hydro-cyclone

### 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\*1-les distributeurs :

Un système d'irrigation localisée ne peut être efficace et performant que si la filtration est correcte et, plus encore si l'automatisation de l'installation est poussée.

- Le fonctionnement de l'irrigation localisée est totalement indépendant des autres opérations culturales
- Le rendement hydraulique en goutte à goutte est optimal seulement si les pertes, dues à l'évaporation (aspersion) et aux ruissellements hors de la parcelle (irrigation à la raie), sont inexistantes.

**NB :** le rendement hydraulique est le rapport entre les besoins en eau d'irrigation et la quantité d'eau fournie à la parcelle. Il est toujours inférieur à 1.

- En irrigation localisée, chaque culture est alimentée par un ou plusieurs goutteurs. Plus le nombre de goutteurs par arbre est élevé et moins la variation entre les arbres est importante. De ce fait l'homogénéité d'apport ne sera que meilleure.

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).

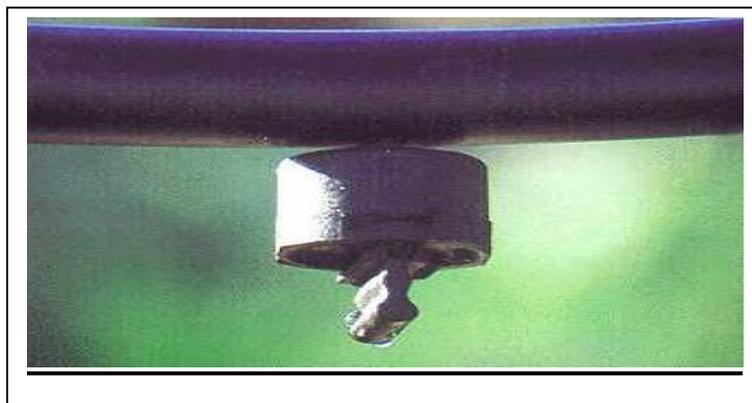


Fig V.4: Goutteur

## 6\*2. Différents types de distributeurs

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

**Goutteur turbulent** :(à chicane) : Lors du passage de l'eau à travers le labyrinthe, une dissipation d'énergie est provoquée sous la forme d'une perte de charge.

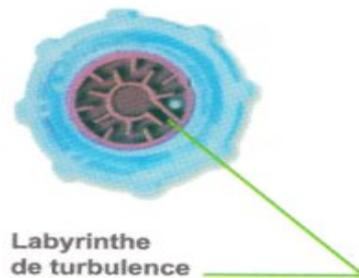


Fig V.5: Goutteur turbulent

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

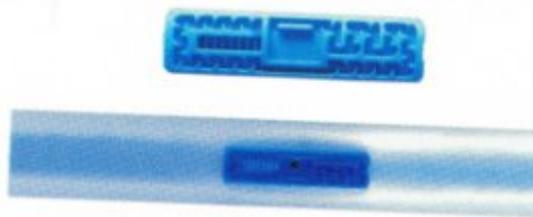


Fig V.6: Gaines

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



Fig V.6: Tubes poreux

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



Fig V.7: Mini diffuseurs

**Ajutages calibrés (procédé Bas-Rhone):** Les systèmes d'arrosage par ajutage calibrés sont constitués par une canalisation en PE, sur laquelle sont fixés en dérivation des orifices calibrés en laiton; sont placés sur la rampe à des écartements réguliers.

Le schéma général d'une installation d'irrigation localisée est représenté à la figure : V.8

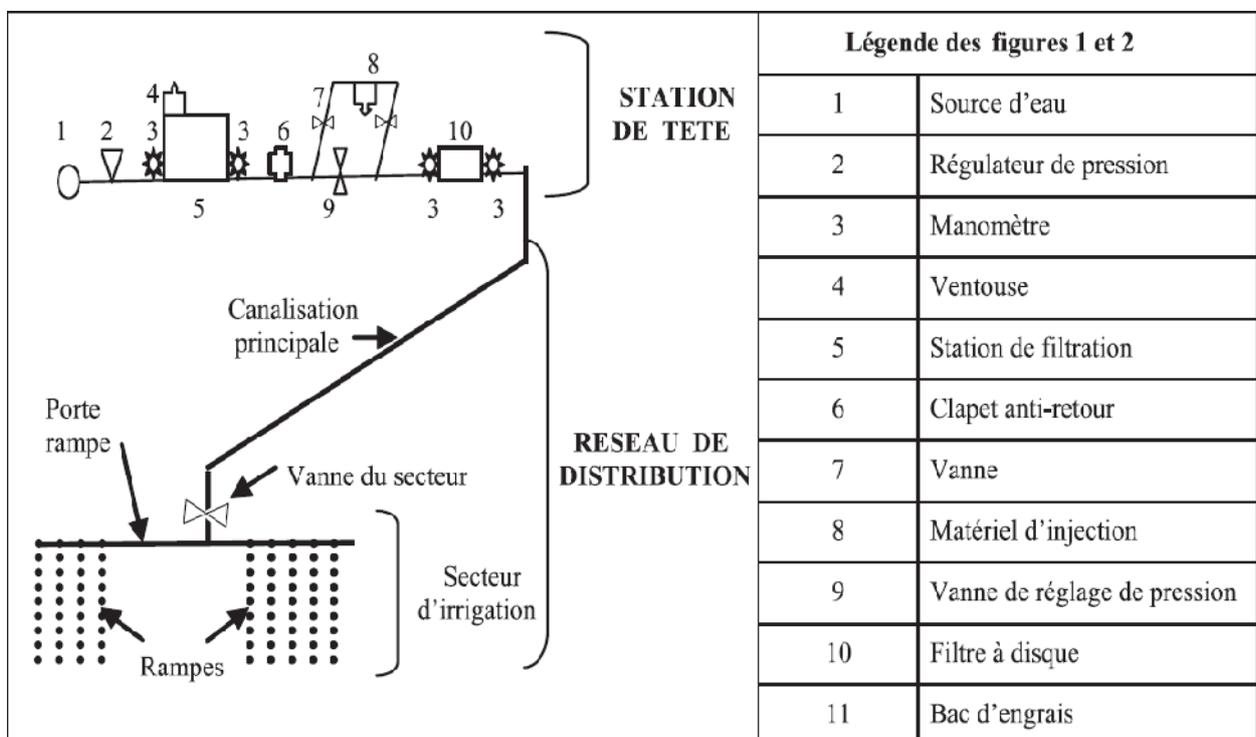


Fig. V.8.Schéma général d'une installation d'irrigation localisée

**V.5.2. Caractéristiques d’installation :**

- Débit d’équipement :

C’est le débit qui assure à une installation donnée

La quantité d’eau suffisante pour satisfaire les besoins en eau d’irrigation dans les périodes les plus exigeantes et ceci pour une durée de fonctionnement de 18 à 20 heure par jour.

Il sera fonction :

- ✓ Des besoins d’irrigation de pointe
- ✓ Du mode de déroulement de l’irrigation: par tour d’eau et sur une longue période ou journallement.

Les paramètres d’installation est :

- Débit horaire par hectare l/h

**Tableau. V.1.Effet de type du distributeur**

distributeur	Débit horaire	Nbre de distributeurs/ha	Débit/ha m <sup>3</sup>
Goutteurs	2	2000 à 2500	4 à 5
Goutteurs	4	1500 à 2000	6 à 8
Mini diffuseurs	20	500 à 1000	10 à 20
Micro asperseurs	100	200 à 500	20 à 50

- Pression de service

La pression de service d’un réseau d’irrigation à la parcelle est de l’ordre de 1bar (10.2 m de colonne d’eau).

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

Dans le cas de goutteurs autorégulant, la pression de service peut varier entre 0.5 à 3 bars sans que leur débit change.

- Secteur (poste)

C’est la surface couverte à un moment donné par des distributeurs fonctionnant en même temps

### **V.5.3. Choix d'un distributeur**

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

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

#### **a-La nature du sol:**

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

Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

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

#### **b-La qualité de l'eau:**

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

- les eaux de mauvaise qualité: sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique.
- Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

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

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

- les eaux de bonne qualité: sont généralement des eaux de nappe ni ferrugineuses (rouillée), ni entartrâtes.

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

### **c-la nature des cultures:**

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

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

## **V.6. Entretien du réseau**

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

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

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

- Pour les algues une concentration de chlore de 1 à 5 mg / l de façon continue ou de 10 à 20 mg / l pendant 20 minutes à la fin de chaque irrigation
- Pour les bactéries ferrugineuses 1 ppm de Cl au-dessus du nombre de ppm de fer présent (ceci peut varier en fonction de la quantité de bactéries).

L'efficacité de l'injection de Cl dépend de la valeur du PH de l'eau, il est nécessaire d'utiliser plus de Cl pour des valeurs élevées de PH.

La quantité de Cl à injecter par heure est déterminée par la formule suivante :

$$\text{En g} = \frac{C.Q}{1000} \text{ Pcl} \quad (20)$$

Avec : Q : Débit de l'installation à traiter ; (l / h)

C : la concentration désirée dans le réseau ; (mg / l)

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

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

**3-Purge des canalisations**

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

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

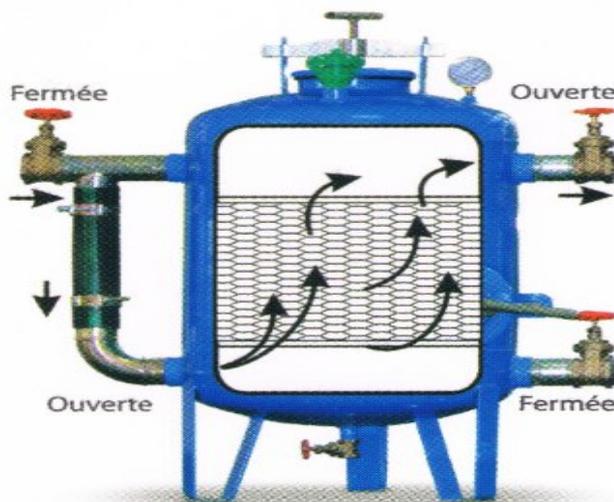
**V.7. Contrôle de l'installation**

**Contrôle et nettoyage des filtres :**

**Filtre à gravier**

Il convient de nettoyer le filtre à gravier en cas d'obstruction physique. Cette obstruction est détectable dès qu'il y a une différence de charge lue sur les deux manomètres (entrée et sortie du filtre).

Le contre-lavage se fait par la filtration afin d'évacuer, grâce à vanne de purge, les impuretés vers l'extérieur.



**Fig. V.9. Filtre à gravier**

### Filtre à tamis

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

#### *Recommandation*

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



**Fig. V.10. Nettoyage filtre à tamis**

### Filtre à disque

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

#### **Contrôle et nettoyage des distributeurs :**

Pour s'assurer du bon fonctionnement des distributeurs (uniformité de la distribution), une méthode simple et facile est proposée. Elle consiste à appliquer la procédure suivante : Mesurer, sur au moins 4 rampes, le débit d'au moins 4 organes de distribution (goutteurs). On choisit la première et la dernière rampe (celles qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur du porte-rampes).

Sur chacune de ces rampes, le premier et le dernier distributeur (ceux qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur de la rampe).

- ✓ Classer les débits par ordre croissant
- ✓ Calculer la moyenne de l'ensemble des débits mesurés

$$q = \frac{\text{Somme des valeurs}}{16}$$

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

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

- ✓ Calculer le coefficient d'uniformité

$$CU = \frac{q}{q_{\min}} * 100$$

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

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

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



**Fig. V.11. Contrôle et nettoyage des distributeurs :**

On doit calculer l'uniformité des débits d'une installation lors :

- De la réception de l'installation pour s'assurer de sa conformité aux spécifications minimales imposées;
- Des campagnes d'irrigation successives pour suivre l'évolution du colmatage des distributeurs

### **Purge du réseau :**

L'ensemble du réseau (ligne principale porte-rampes et rampes) doit être purgé :

- Lors de la première mise en eau et systématiquement en fin de saison pour évacuer les sédiments qui se sont déposés ;
- En cours de campagne, si nécessaire, par purge des rampes ;
- En début de saison pour éliminer les dépôts qui se sont décollés des parois pendant l'hiver.



**Fig. V.12. Purge du réseau**

**V-8- Calcul de l'installation**

Il est nécessaire d'établir un plan détaillé à grande échelle, sur lequel seront reportés :

- Les points cotés ;
- Les courbes de niveau ;
- Le point d'alimentation en eau ;
- Le sens des lignes de cultures et densité ;
- Toute autre indication jugée utile.

Toutes ces données conditionnent :

- Le choix des distributeurs ;
- La longueur et le diamètre des rampes ;
- La disposition et le diamètre des portes-rampes

Les calculs hydrauliques consistent à déterminer les paramètres suivants :

- Les débits bruts et nets au niveau de chaque tronçon et à la tête du réseau.
- Les diamètres des conduits.
- Les vitesses d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- Les pertes de charges totales.

➤ **Nombre de postes**

Le nombre de postes est calculé par :

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{T_F} \tag{29}$$

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 :

$$N(p) := \frac{18}{2} = 9 \text{ blocks.}$$

Pour avoir théoriquement 8 blocks, le travail journalier doit être estimé à 16h/jour, ce qui existe 8 blocks sur le terrain.

Dans chaque block on trouve 2 secteur ;

Dans chaque secteur on trouve 2 postes ; de longueur 83m

➤ **Surface correspondant à une rampe**

Elle est donnée par :

$$A_l = L_r * E_r. \tag{30}$$

$L_r$  : longueur moyenne de la rampe,  $L_r=36m$

$E_r$  : espacement entre rampes,  $E_r=1,5m$

$$A_l = 36m * 1.5m \qquad \qquad \qquad \mathbf{A_l = 54m^2}$$

➤ **Nombre de rampe par poste**

Il est calculé par :

$$N(r) = 2 * \frac{L_{pr}}{E_r} \tag{31}$$

$L_{pr}$  : longueur du port rampe,  $L_{pr}=83m$

$$N(r) = 2 * \frac{83}{1.5} \qquad \qquad \qquad \mathbf{N(r) = 110 \text{ rampes}}$$

➤ **Nombre de goutteurs par rampe**

Il est calculé par :

$$N(g) = \frac{L_r}{E_g} \tag{32}$$

$E_g$  : Espacement entre rampes  $E_g = 0,25m$

$$N(g) = \frac{36}{0.25} \qquad \qquad \qquad \mathbf{N(g) = 144 \text{ goutteurs}}$$

**Tableau V-1 : Caractéristiques générales du réseau d'irrigation**

Postes	Superficies (ha)	Rampes		Nbre de goutteurs
		Nbre	Longueur (m)	
Poste	0,6	110	36	15840
secteur	1,2	220	36	31680
block	2,4	440	36	63360
Totaux	9,6	1760	63360	253440

**V-9- Calcul hydraulique de la parcelle**

**V-9-1. Calcul de la rampe**

**\* Débit de la rampe**

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

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

$$Q_r = N_g \cdot Q_g \tag{33}$$

**Avec :**

$$Q_g = \text{Débit de la rampe en l / h ; } \quad Q_g = 1.5 \text{ l/h}$$

$$N_g = \text{Nombre de goutteurs par rampe ; } \quad N_g = 144 \text{ goutteurs}$$

$$Q_r = 1.5 * 144 \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_r = 216 \text{ l/h}}$$

**\* Diamètre de la rampe**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1 m/s tel que :

$$D_{cl} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \tag{34}$$

Avec : Q : débit de la conduite considérée = 216l/s

V: vitesse d'écoulement = 1m/s

$$D_{cl} = \sqrt{\frac{4 \cdot 216}{\pi \cdot 1.3600}} \qquad \qquad \qquad D_{cl} = 8,74 \cdot 10^{-3} \text{ m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{D_{cl} = 8,74 \text{ mm}}$$

Est on choisi le diamètre normalisé : **D<sub>n</sub> = 12mm en PEBD**

**\* Pertes de charge dans la rampe**

**-Conditions hydrauliques**

Variation maximale de débits entre goutteurs  $\Delta q / q = 10\%$

Variation maximale de la pression  $q = K \times H^x$

$$\frac{\Delta q}{q_g} = x \times \frac{\Delta H}{H_n}$$

Avec  $q_g$  : débit d'un goutteur

$H_n$  : Pression nominale

$$0.1 = 0.5 \times \frac{\Delta H}{10} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

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

**NB :**

$h_l$  : perte de charge linéaire

$h_s$  : Perte de charge singulière

$h_t$  : Perte de charge totale

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

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

La répartition de la perte de charge est :

1/3. sur la porte rampe

2/3. sur les rampes

La perte de charge est calculée par la formule empirique (formule de Tison):

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \cdot L \quad (35)$$

Tel que :

J = Perte de charge en m ;

D = Diamètre en mm ;

Q = Le débit en l / h ;

L = Longueur en m.

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot 12^{-4.75} \cdot 216^{1.75} \cdot 36 = 0,57\text{m} \qquad \mathbf{J=0,57m}$$

La valeur de la perte de charge calcule est inférieure a 1.2 mce (la valeur maximale).

### V-9-2. Calcul de la porte rampe

#### \* Débit du porte-rampe

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

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

Avec :

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

$N_R$  = Nombre de rampes ;

$Q_R$  = Débit d'une rampe en l / h.

#### \* Pertes de charge dans le porte-rampe

La perte de charge est calculée par la formule N°35

Les résultats sont représentés dans le tableau VI-2.

**Tableau V-2 : Résultats de calcul de différents éléments du réseau**

	D (mm)	L (m)	Q (l/h)	J (m.c.e)
Rampes	12	36	216	0,57
Porte-rampes(I)	75	48	13741	0,18
Porte-rampes(II)	60	35	10019	0,22

### V-9-3. La conduite principale

#### \* Le débit

Le débit dans la conduite principale est de :

$$Q = 47.52\text{m}^3 / \text{h}.$$

#### \* La perte de charge

La perte de charge est donnée par la formule N°35

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot 90^{-4,75} \cdot 47520^{1,75} \cdot 569 \qquad J = 8,2 \text{ m.c.e.}$$

**\* La vitesse**

La vitesse pour les éléments du réseau est calculée par :

$$Q = V \cdot S \qquad (36)$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} \qquad (37)$$

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

Pour la conduite principale on trouve :

$$V = \frac{4 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (90 \cdot 10^{-3})^2} = 0,18 \text{ m/s.}$$

**V-10- La Pression en tête de l'installation**

Elle est déterminée à partir du point le plus défavorable (figure19).

$$P = P_G + J(R) + J_{AB}(PR) + J_{tot.} \qquad (38)$$

**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>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<sub>lin</sub> = J<sub>BF</sub> (CP) + J<sub>FE</sub> (39)

Tel que :

J<sub>BF</sub> (CP) = Perte de charge dans la conduite principale en m ;

J<sub>FE</sub> = Perte de charge dans la conduite reliant le bassin et la conduite principale en m ; tel

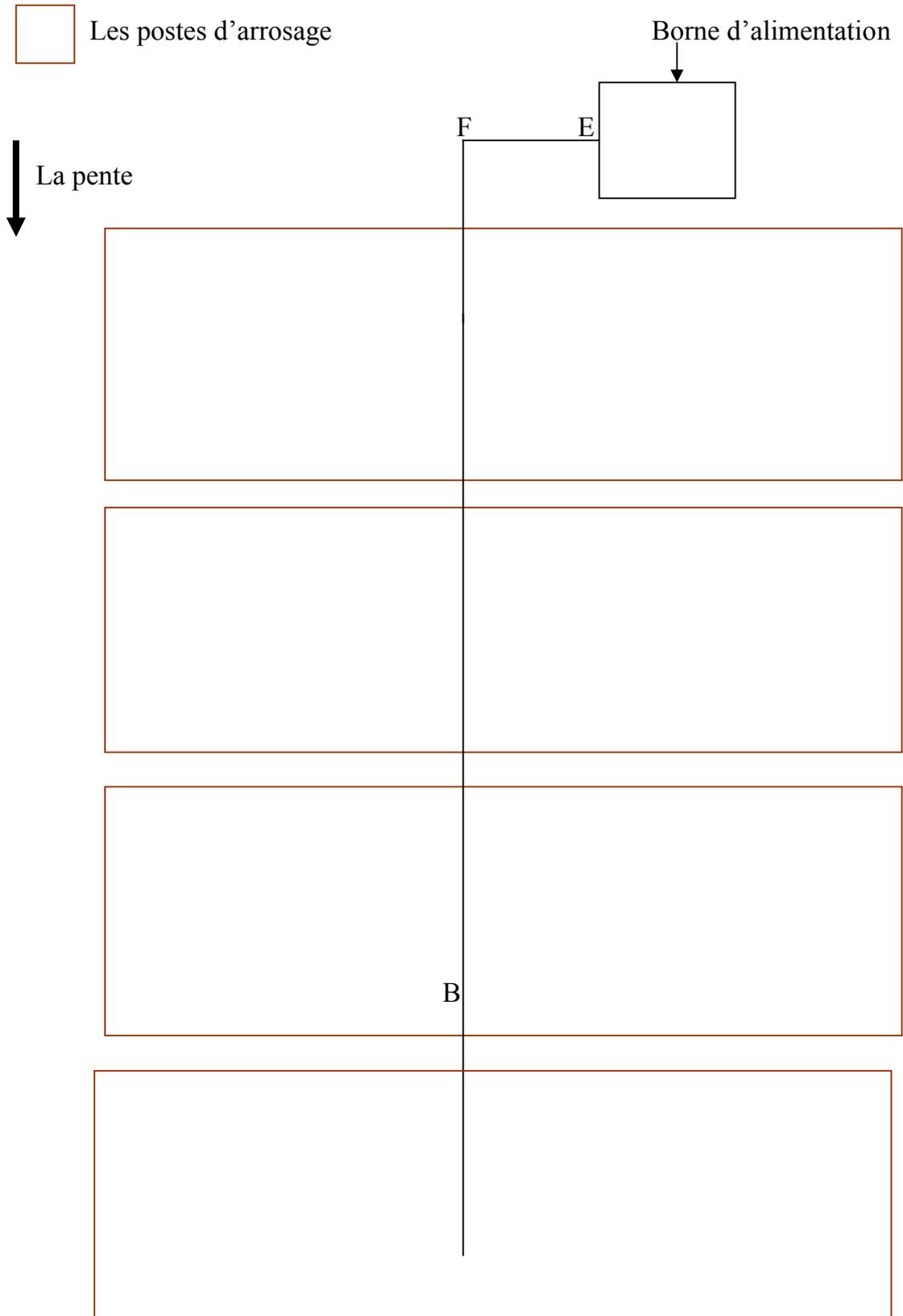
que :

$$J_{FE} = \frac{0,478}{2,75} \cdot 110^{-4,78} \cdot 47520^{1,75} \cdot 5 = 0,32 \text{ m.c.e}$$

**Donc :**

$$P = 10 + 0,4 + 0,07 + 1,1 (8,2 + 0,32) = 18,65 \text{ m.}$$

$$P = 19,842\text{m.}$$



**Figure 19 : La pression en tête de l'installation (schéma)**

### V.11. Station de pompage :

1. **débit caractéristique** : A partir du calcul des besoins en eau on peut tirer le débit caractéristique (mois de pointe)

$$Q_{moy} = 0.711 / s \cdot ha$$

Avec une surface de 3660 hectar  $Q_{moy} = 2598,61 / s = 2,6 m^3 / s$

$$Q_{moy} = 2,6 m^3 / s$$

$$Q_{moyj} = 224640 m^3 / j$$

2. **Détermination de la hauteur d'élévation :**

La hauteur d'élévation se calcule comme suivant :

$$H_{cal} = h_a + h_r + \sum h_p(asp) + \sum h_p(ref) + P_{exh} \quad (40)$$

Avec :

- $h_a$  : Hauteur d'aspiration (m) ;
- $h_r$  : Hauteur de refoulement (m) ;
- $\sum h_p(asp)$  : Pertes de charges à l'aspiration (m) ;
- $\sum h_p(ref)$  : Pertes de charges au refoulement (m) ;
- $P_{exh}$  : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur)  
 $= (1,0 \div 1,5) m$  ; On prend  $P_{exh} = 1 m$

Pour notre cas :

$$H_g = h_a + h_r \text{ (hauteur géométrique)}$$

D'où :

$$H_g^{max} = \nabla_{max} - \nabla_{PBE}$$

$$H_g^{min} = \nabla_{max} - \nabla_{PHE}$$

$$H_g^{moy} = (H_g^{max} + H_g^{min}) / 2$$

$$D'où \Rightarrow H_g^{moy} = 302 - 207 = 95 m$$

$$H_g^{moy} = 95 m ;$$

$$\sum h_p = \sum h_p(asp) + \sum h_p(ref)$$

$$= (1,15 \div 1,3) \sum h_p(ref)^{lin} \text{ (pour } Q < 3 m^3 / s)$$

et :

$$\text{Pour } L_{ref} = 100 m \text{ on a } \sum h_p(ref)^{lin} = 4 m$$

Notre conduite de refoulement à une longueur de 2360 m.

D'où:

$$hp(ref)^{lin} = \frac{1200}{1000} * 4 = 9,44 \text{ m} \qquad \Sigma hp(ref)^{lin} = 9,44 \text{ m}$$

$$\Sigma hp = 1,2 * 9,44 = 11,33 \text{ m}$$

Donc :

$$H_{cal}^{moy} = 95 + 11,33 = 106,33 \text{ m} \qquad \mathbf{H_{cal}^{moy} = 106,33 \text{ m}}$$

### 3. Calcul du débit forcé

Le débit forcé est donné par la formule suivante :

$$Q_f = Q_{eq} + \frac{W1 + W2}{T} \qquad (41)$$

Avec :

$Q_{eq}$  : Débit d'équipement ;

$$Q_{eq} = \alpha \frac{W_j}{T}, \quad W_j/T \qquad Q_{moyj} = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$\alpha$  : Coefficient de correction, on prend  $\alpha = 1,06$  ;

$$Q_{eq} = 1,06 * 2,6 = 2,75 \text{ m}^3/\text{s} ; \qquad \mathbf{Q_{eq} = 2,75 \text{ m}^3/\text{s}.}$$

.  $W1$  : Volume d'eau en excès =  $2,6 * 4 * 3600 = 37440 \text{ m}^3$  ;

.  $W2$  : Volume réservé pour autres besoins, pour notre cas  $W3 = 0$

.  $T = 24 \text{ h}$  ;

$$Q_f = 2,6 + \frac{37440}{24 * 3600} \qquad \mathbf{Q_f = 2,8 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{On a le coefficient } x = \frac{Q_f}{Q_{eq}} = \frac{3,2}{2,75} = 1,16 \qquad (42)$$

#### Remarque :

D'après les calculs on remarque que le rapport X est dans la fourchette de 1,2 à 2, Donc on accepte ce débit forcé.

Donc :  $\mathbf{Q_f = 3,2 \text{ m}^3/\text{s} = 11520 \text{ m}^3/\text{h}}$

Notre station de pompage est dimensionnée à partir d'un débit max, donc il faudra choisir un nombre de pompes qui assure un débit total égal à ce débit maximum.

Et on chois le type de pompe **Centrifuge à double flux**

**Tableau V-3 : Variantes pour le choix du nombre de pompes**

N	Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>cal</sub> (mce)	Pompe choisie	η (%)	n (tr/mi n)	P (Kw)	Ha (m)	(NPSH) r (m)
1	3.2	106.33	pas de pompe	-	-	-	-	-
2	3.2	106.33	MP 650 N°2	78	740	152.5	8	2.2

#### 4. Détermination du diamètre économique de conduite de refoulement

Pour le choix du diamètre économique des collecteurs en charge plusieurs paramètres qui peuvent rentrer en jeu. Dans notre projet on va utiliser la formule suivante :

$$K_{ri} = C_i + T_{int} * K_i$$

K<sub>ri</sub> : Dépenses réduite annuelle en DA de variante i.

K<sub>i</sub> : L'investissement pour la conduite de refoulement.

T<sub>int</sub> : Taux d'intérêt en hydraulique (10 – 12,5) %

C<sub>i</sub> : Charge annuelle d'exploitation et amortissement et renouvellement en DA

$$C_i = PE + aK_i$$

P : Prix d'énergie électrique d'un Kw heure.

E : Valeur des pertes d'énergie annuelles, du aux pertes de charge

a : Taux d'amortissement du capital 3 % et les dépenses d'entretien a= 4,7 %

$$E = \frac{\omega \cdot q_c \cdot \sum hp \cdot T \cdot 24}{\eta_{sp}} \text{ (KW heure)}$$

Avec :

q<sub>c</sub> : Débit moyen donné en m<sup>3</sup>/s déterminée d'après le graphique de pompage et le type de raccordement de pompes.

**Tableau V-4 : Détermination du diamètre économique de conduite de refoulement**

Diam	Vitesse	âhp	Ki	Ei	P,Ei	aKi	Ci	Kri = Ki.T.Ci
(mm)	(m/s)	(m)	(Da)	(Kw.h)	(DA)	(Da)	(Da)	
100	407,64	5 760 595,32	210,00	572 113 918,53	915 382 269,65	9,87	915 382 280	91 538 438
125	260,89	1 789 327,25	225,00	177 707 158,51	284 331 453,62	10,58	284 331 464	28 433 371
150	181,17	689 058,04	250,00	68 433 846,19	109 494 153,90	11,75	109 494 166	10 949 667
200	101,91	153 146,93	300,00	15 209 797,68	24 335 676,29	14,10	24 335 690	2 433 869
250	65,22	47 765,27	387,00	4 743 811,26	7 590 098,02	18,19	7 590 116	759 399
300	45,29	18 453,05	440,00	1 832 665,82	2 932 265,31	20,68	2 932 286	293 669
350	33,28	8 262,35	510,00	820 575,75	1 312 921,20	23,97	1 312 945	131 805
400	25,48	4 121,00	570,00	409 277,13	654 843,41	26,79	654 870	66 057
500	16,31	1 289,83	720,00	128 100,01	204 960,02	33,84	204 994	21 219
600	11,32	499,67	860,00	49 625,05	79 400,07	40,42	79 440	8 804
700	8,32	224,23	1 050,00	22 269,62	35 631,39	49,35	35 681	4 618
800	6,37	112,05	1 180,00	11 128,41	17 805,45	55,46	17 861	2 966
900	5,03	60,78	1 280,00	6 036,79	9 658,87	60,16	9 719	2 252
1 000	4,08	35,18	1 600,00	3 493,73	5 589,97	75,20	5 665	2 167
1 050	3,70	27,31	1 720,00	2 712,25	4 339,60	80,84	4 420	2 162
1 100	3,37	21,45	1 820,00	2 130,61	3 408,97	85,54	3 495	2 169
1 150	3,08	17,03	2 000,00	1 691,82	2 706,91	94,00	2 801	2 280
1 200	2,83	13,66	2 100,00	1 356,69	2 170,70	98,70	2 269	2 327
1 300	2,41	9,02	2 180,00	895,79	1 433,27	102,46	1 536	2 334
1 400	2,08	6,14	2 220,00	610,02	976,03	104,34	1 080	2 328
1 500	1,81	4,30	2 300,00	426,61	682,58	108,10	791	2 379
1 600	1,59	3,07	2 380,00	305,34	488,54	111,86	600	2 440
1 800	1,26	1,67	2 420,00	165,87	265,39	113,74	379	2 458
2 000	1,02	0,97	2 500,00	96,12	153,79	117,50	271	2 527

D'après le tableau V-4 on remarque que le diamètre économique c'est de 350 mm. Avec une vitesse d'écoulement qui est égale à 1,81 m/s. et pour cette raison on utilise ce diamètre pour notre conduite de refoulement. On opte à un diamètre de refoulement de 1500 mm.

### 5. Rendement de la station de pompage :

Le rendement de la station de pompage est lié à tous les équipements qui ont un rendement, comme le mode d'accouplement, le moteur électrique, la pompe choisie, et le rendement du réseau électrique. Donc le rendement de la station de pompage est donné par la formule suivante :

$$\eta_{sp} = \eta_p \cdot \eta_{mot} \cdot \eta_{ac} \cdot \eta_{res}$$

Avec :

$\eta_{sp}$  : Rendement de la station de pompage

$\eta_p$  : Rendement de la pompe = 0,73

$\eta_{mot}$  : Rendement du moteur électrique = 0,9

$\eta_{ac}$  : Rendement du mode de raccordement = 1 (Accouplement direct)

$\eta_{res}$  : Rendement du réseau électrique = 0,99

$$\eta_{sp} = 0,73 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,99 = 0,86 = 70 \%$$

$$\eta_{sp} = 70\%$$

### V.12. Réservoir de réglage:

Il est calcul par :

$$V_r = Q_f \cdot 2h \qquad V_r = 33500 \text{m}^3$$

### V.13. Travaux de terrassement pour

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

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

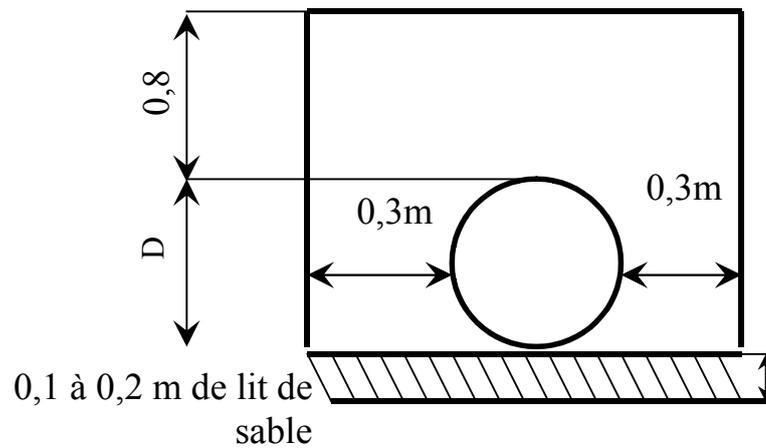
D : diamètre de la conduite (m)

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.

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

$$\text{Déblai} = L \cdot H \cdot B$$

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



*CHAITRE . VI*

*IMPACT DU PROJET*

**Introduction:**

L'étude d'impact est d'une grande importance pour la faisabilité d'un projet de point de vue socioculturels et surtout de point vue environnementale.

**VI.1. Impact socioculturel de projet:**

- création des postes de travail.
- collaborer à la satisfaction des besoins régionaux dans le domaine de l'agriculture et de l'élevage.
- développement des connaissances des ouvriers dans le domaine agricole en générale et l'irrigation en particulier.

**VI.2. Impact environnemental du projet:**

- protection des sols contre l'érosion.
- régularisation du climat.
- la présence d'arbres au un milieu naturel dans lequel s'équilibre les actions de voisinage de nombreuses espèces animales.

**VI.3. Impact économique du projet**

L'importance agricole de la région l'autorise à s'inscrire dans la démarche gouvernementale consistant à soutenir certaines filières stratégiques à travers l'intensification céréalière, la production de la semence de pomme de terre, l'arboriculture et le soutien à la production fourragère.

Parmi ces superficies, 3660 ha ont été irrigués par L'ONID, unité d'exploitation El Amra dont les rendements des cultures

Rendement

Selon les données de la DSA, les rendements obtenus son :

- Maraichage
  - Pomme de terre saison : 17.86T/ha
  - Tomate : 39.12 T/ha
  - Oignon : 17.37 T/ha
  - Courgette : 25.18 T/ha
  - Fève : 5.79 T/ha
  - Petit pois-vert : 1.95T/ha
    - Arboriculture agrumes : 13.23T/ha
    - Arboriculture fruitiers

- Apépin : 17.501 T/ha
- A noyau : Abricotier 3.77 T/ha, pécher 13.984 T/ha, prunier 2.84 T/ha et l'amandier 1.45 T/ha
- Oliveur : 7.82 T/ha

Fourrage

- Mais et sorgo : 20.87 T/ha
- Orge, avoine et seigle: 3.27T/ha
- Tréflé et luzerne : 21.09 T/ha
- Légumes sèches
- Fève : 0.55 T/ha
- Petit pois : 0. 74 T/ha
- Pois chiche : 0.289 T/ha
- Céréales
- Blé tendre : 0. 98 T/ha
- Vigne
- Raisin de vinification : 2.92 T/ha
- Raisin de consommation : 4.86 T/ha

Nous remarquons que le rendement du point de vu quantité est au-dessus de la moyenne sans compter la qualité.

**CONCLUSION GENERALE**

Pour économiser les eaux d'irrigation et augmenter l'efficacité du périmètre nous proposons quelques méthodes d'irrigation récentes :

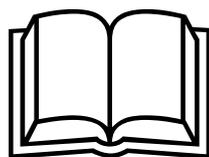
- ✓ Le goutte à goutte de surface avec des gaines rigides pour l'arboriculture ;
- ✓ L'application des techniques des cultures simplifiées et l'irrigation pour la céréaliculture en assolement avec les fourrages et les légumes secs ;
- ✓ Le goutte à goutte enterré pour la tomate avec des gaines rigides récupérables à la fin de saison ;
- ✓ La micro-aspersion pour le maraichage ;
- ✓ Dans certain cas l'aspersion par les enrouleurs ;

Ces techniques d'irrigation sont très répandues dans le monde occidental. Ils ont prouvé leur efficacité en matière d'économie d'eau, de gestion de l'irrigation et surtout le goutte enterré qui a annulé l'évaporation de surface.

L'application des techniques des cultures simplifiées réduit à 70% les coûts des frais de mécanisation et de main d'œuvre et offre aussi une grande résistance aux sols contre l'érosion.

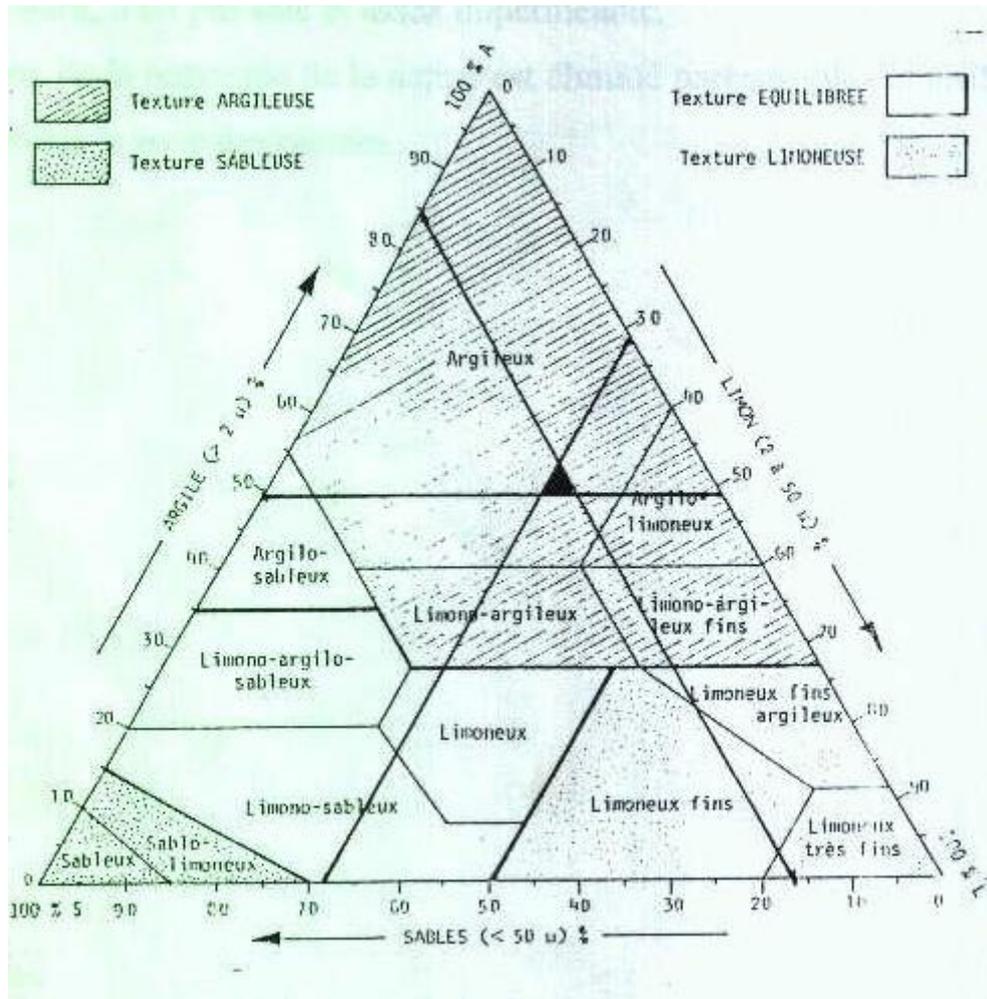
Nous proposons donc, que l'offre du fond de développement agricole destiné à nos agriculteurs sera orientée vers les disciplines de modernisation et de lutte contre les pertes, le surdosage et le gaspillage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- [1] BETHERY JEAN: Réseaux collectifs d'irrigation ramifiés sous pression. Calcul et fonctionnement, Paris Edition Cemagref 1990 (139P).
- [2] CH. BENHACINE: Irrigation agricole; Edition ENSH 1986 (142p).
- [3] CH. BENHACINE, MAMOV: Irrigation agricole, Guide méthodique du projet de cours; Edition ENSH 1987(141p).
- [4] CHIALI AMID: Catalogue Technique Espace vert Goutte a Goutte Aspersion IRRIGATION; 2010 (55p).
- [5] HASSAN ELATTIR; Transfert de technologie en agriculture ; Edition royaume du Maroc 2005 (6p).
- [6] I.D.DONEEN: Technique d'irrigation et gestion des eaux. Edition Rome 1977 (51P).
- [7] JEON MARC DEUMIER: Irrigation de la pomme de terre ; Edition institut technique des céréales et de fourrage 1998(48p).
- [8] MESSAHEL MEKKI : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger 1988;(388p).
- [9] MOUHOUC BRAHIM : Guide pratique de micro irrigation. Edition OPU Alger 2004 (61p).
- [110] A. MERMOUD : Notions fondamentales d'irrigation; Edition école polytechnique fédérale de Lausanne 2006 (48p).

# ANNEXE 1



Triangle de texture

## ANNEXE 2

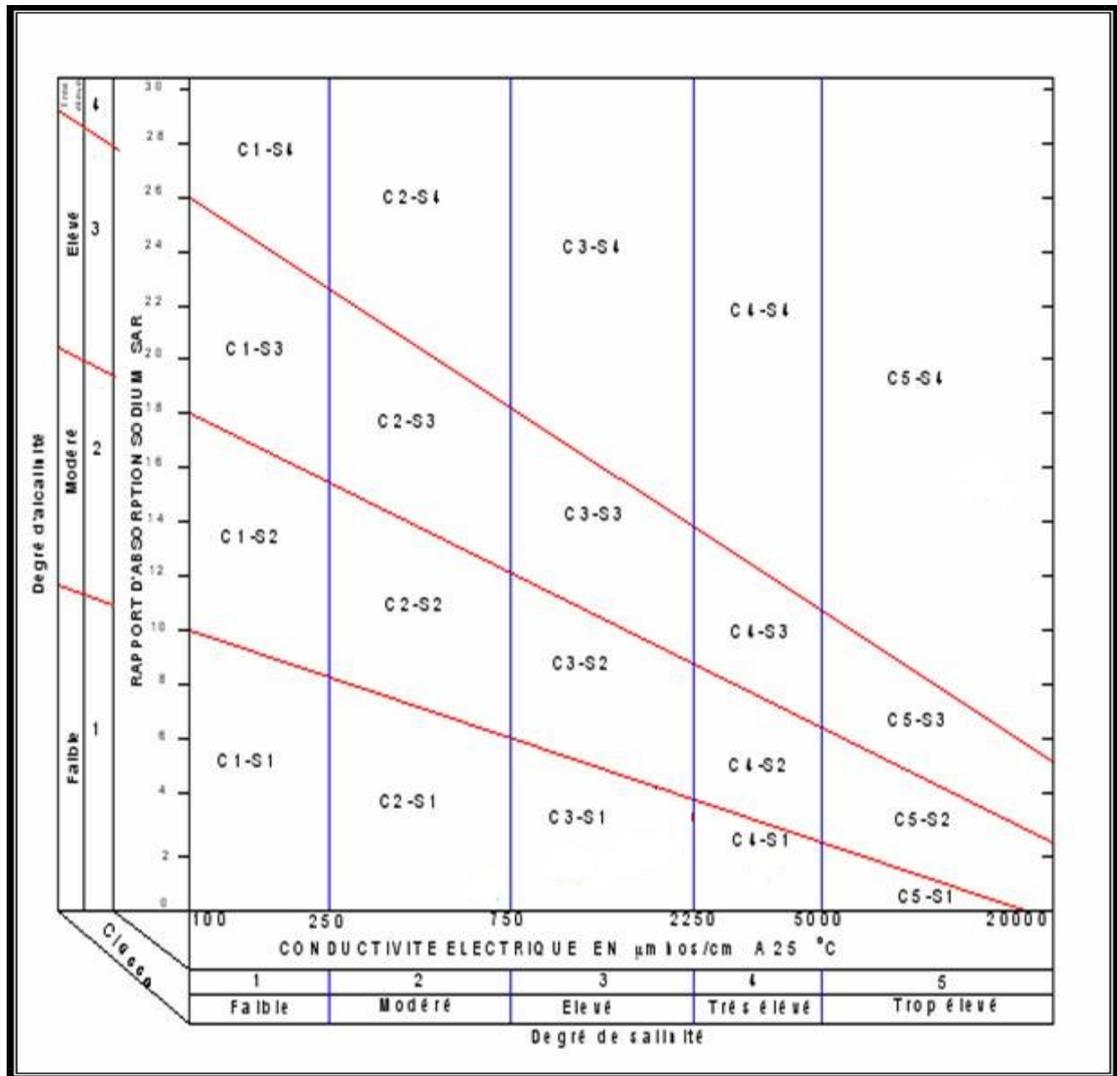


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

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

Ecartement entre rampes $S_i$ en m	Débit des distributeurs																	
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h					
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, $S_d$ 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	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	180	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	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	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	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100	100	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	80	80	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	67	67	80	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	57	57	68	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	50	50	60	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	44	44	53	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	40	40	48	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	34	34	40	40

## ANNEXE 4

### 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 5

### Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

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

# ANNEXES