

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

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

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE LA PLAINE  
DE TAREK IBN ZIAD (W.AIN DEFLA)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> BESSEKRI FETHI**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup>A.RASSOUL</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup>W.AZIEZ</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>r</sup>S.YAHIAOUI</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>r</sup>R.KERID</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> S.HARKAT</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**JUIN - 2014**

:

مذكرتنا هذه موجهة لدراسة التهيئة الزراعية لمنطقة واد رحيل الواقعة ببلديه طارق بن زياد ولاية عين الدفلى حيث أن هذه المنطقة تعاني من مشكل ندرة المياه و لذلك قمنا بدراسة معمقه للاستغلال الجيد و الاكثر اقتصادي من أجل تزويد هذه المنطقة بالمياه من سد واد رحيل .

### **Résumé :**

notre étude avait comme objectif d'étudier l'aménagement hydro-agricole de la zone de oued rahil situé à la municipalité Tariq ibn Ziyad wilaya de Ain Defla, vu que cette région souffre du problème de la rareté d'eau, nous avons fait une étude approfondie pour une bonne et rationnelle exploitation afin d'approvisionner cette zone en eau d'irrigation.

### **Abstract:**

that our study was directed to the submitting agriculture of Oued Rahil region which is situated in the Municipality of Tariq ibn Ziyad wilaya of Ain Defla, as this region suffers from the problem of water scarcity and for that we made a deep study to reach a rational and economic strategy in providing the region in water .

*Dédicace :*

*Je dédie ce mémoire en signe de reconnaissance et de respect.*

*Je dédie ce modeste travail à : Mes*

*très chers parents*

*Mon frère et mes sœurs*

*Ma promotrice M<sup>me</sup> : harkat .s*

*Tous mes amis*

*Tous les étudiants et les travailleurs de l'E.N.S.H*

***Fethi44***

## *Remerciements :*

*Il m'est très agréable d'ouvrir ce mémoire en remerciant toutes les*

*Personnes qui m'ont apporté leurs soutiens pour l'élaboration de ce mémoire en particulier.*

- *Mes parents et ma famille pour leurs soutiens moral et financier.*
- *Mme Harakat: ma promotrice pour ces conseils et sans oublier Monsieur bel kaci et m<sup>me</sup> Aziaze.*
- *Mes enseignants et tout le personnel de l'E.N.S.H qui ont contribué à ma formation.*
- *Les ingénieurs : elhaj sadouk.e , borelaf.a , bekhaira.a , adrar.a , largot.bob , boulmerdj.a , louhab,c .*
- *M<sup>r</sup> djabar , Doucha.b , amina personnel .*
- *Tous mes amis*

## SOMMAIRE

	PAGE
<b>INTRODUCTION</b> .....	01
<b>Chapitre I : analyse des conditions naturelles</b>	
I.1. <b>Localisation du périmètre</b> .....	02
I.2. analyse des conditions climatiques.....	02
I.2.1. présentation de station météo -logique.....	03
I.2.2. les précipitation .....	03
I.2-3. Température.....	04
I.2-3. Humidité relative.....	05
I.2-4. Les vents.....	06
I.2-5. Les phénomènes climatiques accidentels.....	06
I.2-5.1. Les grêle et La neige.....	06
I.2-5.2. isolation .....	07
I.2-5.3. évaporation.....	07
I.3- les indices climatiques.....	08
I.3-1. l'indice d'aridité.....	08
I.3-2. Quotient pluviométrique d'emberger.....	09
I.3-3. diagramme ombrothermique de Gaussen.....	09
I.4- caractéristique de la région .....	10
I.4.1. population .....	10
I.4.2. agriculture.....	11
Conclusion .....	12
<b>Chapitre II : Ressources en en eau et sol</b>	
Introduction.....	13
II.1- but de l'étude pédologique.....	13
II.2- les types de sols .....	12
II.2-1- les caractéristiques et les aptitudes culturales du secteur.....	14
II.2-2- la texture .....	14
II.2-3- la structure .....	14
II.2-4- la perméabilité .....	14
II.2-5- description du profil.....	15
II.2-6- les aptitudes culturales.....	16
<b>II.3 Ressources en eau</b> .....	16
II.3-1. Situation géographique.....	16
II.3-2. Description de l'ouvrage.....	16.
II.3-3. état des de la retenue et de ces ouvrage annexes.....	17
II.4- qualité de l'eau .....	18

II.4-1-classification des eaux pour l'irrigation.....	18
II.4-1-1 classification mondial. ....	18
II.4-1-1 classification américaine .....	19
Conclusion .....	20

### **Chapitre III : Besoins en eau**

Introduction .....	22
III.1-études des précipitation annuelles.....	22
III.1-1. L'homogénéité de la série pluviométrique.....	22
III.1-2. Etude de l'échantillon et le choix du type de loi.....	23
III.1-2-1. Ajustement à la loi de Gauss ou loi normal.....	24
III.1-2-2. Loi du log normal ou loi de Galton .....	26
III.1-3-détermination de l'année de calcul .....	28
III.2-Calcul de l'évapotranspiration.....	28
III.2-1- l'évapotranspiration réelle.....	28
III.2-2-l'évapotranspiration de référence.....	29
III.2-2-1-méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence.....	29
III.2-2-2-Calcul de l'évapotranspiration.....	31
III.3. la pluie efficace .....	32
III.4. Efficacité de l'irrigation .....	33
III.4.1-les assolements.....	33
III.4.2-rotation .....	33
III.5. calcul du bilan hydrique .....	34
III.5.1.calcul de la RFU.....	35
III.5.2.calcul des besoins en eau nets.....	35
III.5.4.occupation du sol.....	39
III.5.5.calcul du débit maximum journalier.....	39
III.6.Comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue .....	40
Conclusion.....	41

### **Chapitre IV : choix des techniques d'irrigation**

Introduction .....	42
IV.1.les techniques d'arrosage des cultures.....	42
IV.1-1.L'irrigation à de surface .....	42
IV.1-1.1.L'irrigation au par ruissellement.....	42
IV.1.1.2. .L'irrigation au par submersion .....	42

IV.1-2.3. L'irrigation au par infiltration .....	43
IV.1.2.L'irrigation au par aspersion.....	43
IV.1-3. L'irrigation au par goutte a goutte.....	44
IV.2.choix des techniques d'arrosage.....	44
IV.2.1.les contraintes naturelles.....	44
IV.2.1.1.L'evaporation.....	44
IV.2.1.2.le vent .....	45
IV.2.1.3.le sol .....	45
IV.2.1.4.lapente .....	45
IV.2.2.les contraintes techniques .....	45
IV.2.3..les s contraintes agronomiques .....	45
Conclusion .....	45

## **Chapitre V : le réseau distribution**

Introduction .....	46
V.1. réseau d'irrigation .....	46
V.2.classification des réseau d'irrigation.....	46
V.2.1.selon la construction .....	46
V.2.2.selon la réalisation .....	47
V.2.3.selon la distribution de l'eau sur le périmètre .....	47
V.2.4.selon le fonctionnement durant la période d'irrigation.....	47
V.2.5.selon le types de réseaux .....	47.
V.3.choix du type de réseau .....	48
V.3.choix du type de matériaux des conduites .....	48
V.3.2.assemblage de tuyaux .....	49
V.3.3transition avec autres matériaux.....	50
V.4-découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	51
V.5-plan de bornage .....	52
V.5-1.role et fonction de la borne d'irrigation.....	53
V.5.1.trace du réseau de distribution.....	53
V.5-1. Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution .....	53
V.6-.calcul hydraulique.....	53
V.6-1.débit nécessaire a chaque borne.....	54

V.6.2.vitesses.....	54
V.6.3.calcul de pertes de charge.....	54
V.6.4.pression demandée aux bornes d'irrigation.....	55
V.6.5.les diamètres .....	56
V.7.calcul hydraulique du réseau .....	56
Conclusion .....	65

## **Chapitre VI : dimensionnement de parcelle**

Introduction.....	66
VI.1 les élément technique de l'asperseur .....	66
VI.1-1.le diamètre de l'ajutage .....	66
VI.1-2.la portée du jet.....	66
VI.1.3.ecartements entre les rampes et arroseurs.....	66
VI.1-4.débit de l'asperseur .....	67
VI.1-5.volume fourni par un asperseur pendant un mois.....	67
VI.1-6.volume a épandre en un mois sur toute la parcelle.....	67
VI.1.7.le le nombre d'asperseurs.....	68
VI.1-8.Calcul des rampes .....	68
a) Langue des rampes.....	68
b) nombre d'asperseur par rampe.....	68
c) nombre de rampe .....	68
d) nombre des position des rampe.....	68
e) Le débit de la rampe.....	68
f) Le débit de port rampe .....	68
VI.2.dimensionnement des canalisations .....	69
VI.2.1.calcul des pertes de charge .....	69
VI.2-2.diametre de conduite d'approche.....	69
VI.2-3.diametre des rampes.....	70
VI.2-2.diametre de conduite d'approche.....	69

## **Chapitre VII : protection et securit de travail**

Introduction.....	72
VII.1. Matériels et dispositifs de sécurité .....	72
VII.2. .Les causes des accidents pendant la construction de la retenue et les ouvrages annexes .....	73
VII.2.1. Facteur matériel et facteur humain .....	73
VII.2-2. Les mesures de prévention contre les accidents .....	73



a) Les équipements de protection individuelle .....	73
b) L'ordre dans le chantier et aux postes de travail.....	74
c) Les blindages.....	74
Conclusion .....	77
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>78</b>

## LISTE DES TABLEAUX

	PAGES
<b>Tableau I.1</b> : coordonnée Lambert des périmètres d'irrigation.....	02
<b>Tableau I.2</b> : présentation de la station météorologique de bordj amir khaled... ..	03
<b>Tableau I.3</b> .la répartition mensuelle des précipitations.....	03
<b>Tableau I.4</b> : répartition mensuelle des Tmax et Tmin.....	04
<b>Tableau I.5</b> : Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle.....	05
<b>Tableau I.6</b> .vitesse moyenne mensuelle des vents.....	06
<b>Tableau I.7</b> : Nombre des jours mensuelle et annuels des neige et gelées .....	06
<b>Tableau I.8</b> . les moyennes mensuelle d'isolation total.....	07
<b>Tableau I.9</b> : évaporation mensuelle et annuels .....	07
<b>Tableau I.10</b> :classification du climat.....	08
<b>Tableau I.11</b> :les températures et pluies moyennes.....	09
<b>Tableau I.12</b> : répartition de la population par sexe et par commune....	10
<b>Tableau I.13</b> : répartition des terres agricoles par commune.....	11
<b>Tableau II.1</b> : les caractéristiques et les aptitudes culturale du secteur...	15
<b>Tableau II.2</b> : Les caractéristiques technique de la retenue collinaire.....	16
<b>Tableau II.3</b> : analyse de l'eau d'irrigation.....	19
<b>Tableau II. 4</b> : interprétation.....	20
<b>Tableau III.1</b> : détaille du procédé de test d'homogénéité pour la station...	23
<b>Tableau III.2</b> : ajustement la loi de gauss (loi normale).....	24
<b>Tableau III.3</b> : ajustement a la loi de Galton (loi log normale) .....	26
<b>Tableaux III.4</b> : précipitation mensuelle de l'année de calcul.....	28
<b>Tableaux III.5</b> : évaporation de référence et0 calculée.....	32
<b>Tableaux III.6</b> : calcul lea pluie efficace.....	33
<b>Tableaux III.7</b> : les caractéristtique hydriques de quelques sols.....	35
<b>Tableaux III.8</b> : calcul le RFUmax.....	35
<b>Tableaux III.9</b> :pomme de terre .....	36
<b>Tableaux III.10</b> : blé due.....	36

<b>Tableaux III.11:</b> carotte.....	36
<b>Tableaux III.12:</b> oignon sec.....	37
<b>Tableaux III.13:</b> tomates.....	37
<b>Tableaux III.14:</b> pommier.....	37
<b>Tableaux III.15:</b> les nette des différentes cultures.....	38
<b>Tableaux III.16:</b> calcul des besoins bruts.....	38
<b>Tableaux III.17:</b> occupation du sol.....	39
<b>Tableaux III.8:</b> besoins totaux annuels.....	40
<b>Tableau V.1 :</b> débit normalisés des prises.....	52
<b>Tableau V.2 :</b> Calcul des débits de la borne .....	56
<b>Tableau V.3 :</b> Calcul des débits et des pressions de la borne.....	61
<b>Tableau V.4 :</b> Calcul des débits les vitesses et des pressions de la Born dans l' état max du pression.....	64
<b>Tableau VI.1 :</b> Résultat de calcul pratique d'aspersion .....	71

## LISTE DES FIGURES

	<b>PAGE</b>
<b>Figure I.1 :</b> situation géographique de la commune de tarik ibn ziad.....	02
<b>Figure I.2 :</b> graphe de répartition mensuelle de la température.....	05
<b>Figure I.3:</b> répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative.....	06
<b>Figure I.4:</b> répartition moyenne mensuelle de l'évaporation.....	07
<b>Figure I.5:</b> diagramme ombrothérmique de Gaussen.....	09
<b>Figure I.6:</b> diagramm bioclimatique.....	10
<b>Figure II.1 :</b> situation de la retenue .....	17
<b>Figure II.2 :</b> vue de la digue de la retenue rahil.....	17
<b>Figure II.3 :</b> bassin versant de la retenue rahil.....	18
<b>Figure II.4 :</b> diagramme de Riverside .....	20
<b>Figure III.1 :</b> Ajustement à une loi de Gauss.....	25
<b>Figure III.2 :</b> Ajustement à une loi de Galton.....	27
<b>Figure III.3 :</b> répartition de ETO.....	32
<b>Figure III.4 :</b> hydro gramme répartîtes les besoins nette des différentes cultures.....	38
<b>Figure III.5 :</b> hydro gramme répartîtes les besoins brut mensuelles des	

différentes cultures.....	39
<b>Figure V.1</b> : Schéma simplifié d'un réseau ramifié .....	47
<b>Figure V.2</b> : Schéma simplifié d'un réseau maillé.....	48
<b>Figure V.3</b> : assemblage par électrofusion .....	47
<b>Figure V.4</b> : soudage bout a bout .....	47
<b>Figure V.5</b> : pose des autres matériaux .....	50
<b>Figure V.6</b> : assemblage de tuyaux avec autres types de canalisation .....	51
<b>Figure V.7</b> : résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeur du Débit).....	58
<b>Figure V.8</b> : résultat de simulation qui interprète l'état bas de réseau (valeur des vitesses) .....	59
<b>Figure V.9</b> : résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeur des part charge) .....	60
<b>Figure V.10</b> : résultat de simulation qui interprète l'état max de réseau (valeur des vitesses)... ..	62
<b>Figure V.11</b> : résultat de simulation qui interprète l'état max de réseau (valeur des pertes) .....	63
<b>Figure VI.1</b> : les éléments techniques de parcelle .....	71

# Introduction général

Les ressources en eau constituent de plus un élément stratégique dans le processus de développement socio-économique du pays. Dans ce contexte, l'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature, sa quantité et sa qualité. La ressource peut être souterraine exploitée à partir de puits ou de forages, ou bien une source d'eau superficielle à partir des lâchées, d'un écoulement ou un captage de source. A ce propos, l'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer.

Notre pays a connu et connaîtra de longue période de sécheresse, en particulier dans les régions à climat semi-aride où la pluviométrie est déjà insuffisante et mal répartie. Puisque l'eau n'est pas disponible en permanence au niveau de l'exploitation, l'agriculteur aura des restrictions dans la gestion de l'irrigation, imposées par le tour d'eau.

Notre région d'étude se situe dans la wilaya d'Ain Defla exclusivement agricole au regard de ses productions céréalières et maraîchères, Cette wilaya dont la simple évocation fait inmanquablement venir à l'esprit les vastes et riches terres agricoles qui s'étendent sur une superficie de 182 000 hectares, dont 22 pour cent sont irrigués, se place dans le peloton de tête des wilayas productrices des cultures maraîchères, de la pomme de terre,.....

Notre étude consiste à dimensionner le réseau d'irrigation sur le périmètre du Tarik Ibn Ziad (W. Ain Defla) ; Pour atteindre notre objectif de l'étude, nous avons choisis les chapitres suivants :

- Chapitre1 : Analyse des conditions naturelles
- Chapitre2 : Ressources en sol et en eau
- Chapitre3 : Calcul des besoins en eau des cultures
- Chapitre4 : Choix des techniques d'arrosage
- Chapitre5 : Dimensionnement du système d'irrigation
- Chapitre6 : Dimensionnement de la parcelle
- Chapitre7 : protection et securit de travail

***CHAPITRE I :***  
***ANALYSE DES CONDITION***  
***NATURELLE***

Notre périmètre d'étude se situe dans la wilaya d'Ain Defla. Cette étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre sera réalisée sur une superficie de 110 ha.

**I.1. Localisation du périmètre:**

Le périmètre d'irrigation est situé sur l'oued Rahil dans la Commune de Tarik Ibn Ziad: Cette dernière est située au Sud du Chef-lieu de la wilaya, elle est délimitée :

- Au nord par les communes Bordj el Emir Khaled, Djamaa Ouled Chiekh,
- Au Sud la wilaya de TISSMSSILT
- A l'Ouest la commune d'El Hassania
- A l'Est la commune d'Ouled djamaa.

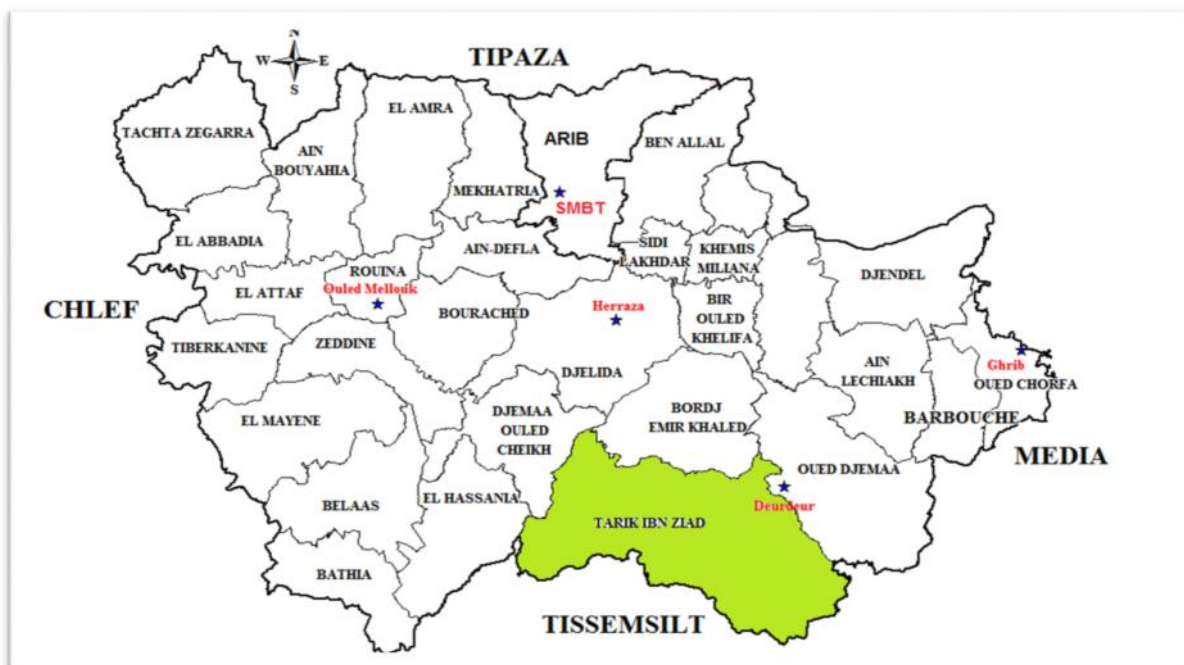
Les coordonnées géographiques des périmètres sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.1 :** coordonnées Lambert des périmètres d'irrigation

Périmètre	Commune	Coordonnées		
		N	E	Alt
Oued	Tarik ibn	35°59'0	002°06'36.1	740

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

La figure suivante nous montre la situation géographique de la commune par rapport au chef-lieu de la wilaya.



Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

**Figure I.1 :** Situation géographique de la commune de Tarik ibn Ziad

## I.2. Analyse des conditions climatiques :

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration de notre étude, la connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région. L'objectif est d'obtenir des données observées, mesurées afin de mieux dimensionner les réseaux et évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées. C'est pour cette raison qu'on a exploité les données de la station de Bordj Amir Khaled pour une série des 30 dernières années.

### I. 2.1 Présentation de la station météo- logique :

**Tableau I.2 :** Présentation de la station météorologique de bordj amir khaled.

Nom de la station	X, km	Y, km	Altitude (Z), m	Période
Bordj Amir Khaled	455.85	313.8	316	1981- 2011

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

Notre choix se pose sur la station pluviométrique de Bordj Amir avec une altitude **316**. Cela, étant lié à une série de facteurs tel que :

- Localisation géographique, celle-ci étant très proche au périmètre.
- Les relevés de la station s'étalent sur une période d'observation acceptable (30 ans d'observations).
- L'altitude de la station pluviométrique à une valeur proche de l'altitude moyenne de la vallée d'Tarek ibn ziade.

### I. 2.2. Les Précipitations :

La précipitation est un facteur climatique très important, elle nous permet de connaître la période ou les cultures ont besoin d'être irriguées ou pas.

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Bordj Amir (La période 1981-2011) est donnée dans le tableau ci-après.

**Tableau I.3 :** La répartition mensuelle des précipitations (mm).

année	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	Annuel
81/82	17.4	104.2	259.8	121.9	2.1	82.6	52.8	15.9	9	0	12.6	3.4	681.7
1983	0	5.5	82.1	70.8	103.7	130.6	64.2	52	109.8	27.2	1.5	0.6	648
1984	20.3	144.3	92.5	118.6	96.3	141.5	157.7	12.2	92.1	4.4	0	0	879.9
1985	31.3	24.1	99.9	79.5	184.4	220.2	121.6	54.3	3.1	24.3	4.3	6.5	853.5
1986	45.8	78.5	91.8	178.6	144.7	237	47.1	1.4	6.3	7.3	41.2	2	881.7
1987	9	24.6	130.6	80.6	45.8	20	62.2	55.7	59	41.7	0	0.3	529.5
1988	5.6	54.8	37.9	234.1	29.7	92.2	95.5	86.4	9	37.8	8.7	23.3	715



1989	13.2	5.1	39.5	43	90.2	0	69.6	97.1	45.4	10.4	26.4	2.6	442.5
1990	31.2	22.9	66.4	95.7	99.5	123.8	175	35.3	17.4	7.8	0.5	6.2	681.7
1991	12.6	61.6	84.2	13.1	356.4	26.5	156.2	120.4	63	25.4	11.1	0.7	931.2
1992	4.3	58.5	63.9	81.8	7.4	80.6	44	96.9	31.4	0	1.2	8.4	478.4
1993	31	11.2	54.8	56.2	89.7	98.3	3.4	34.1	28.6	0	0	2.2	409.5
1994	90.7	38.6	46.9	49.8	232.6	59.1	112.1	24.2	25.1	22.6	0.5	14.4	716.6
1995	36.3	33.6	72.2	69.6	121.3	259.6	107.5	125	42.8	35.7	13.6	2.5	919.7
1996	24.8	35.5	14.3	94.3	85.6	17.4	4.6	135.6	38.9	2.9	7.1	17	478
1997	24.5	69.7	217.3	104.1	35.8	75	37.8	46.1	142.2	2.5	1.4	3.5	759.9
1998	31.7	33.7	56.8	51.3	164.1	178.4	146.3	8.3	4.6	10.2	0.1	16.7	702.2
1999	21.2	16.1	76.4	241.8	12.6	0.9	11	60	24.8	4.8	0.5	0.2	470.3
2000	32.8	79.3	160.9	113.1	253.3	41.5	5.3	59.8	37.7	0.3	0.2	1.2	785.4
2001	30.9	40.5	114.4	47.9	34.3	17.3	71	54.6	54.9	0.5	3.7	29.5	499.5
2002	18.8	31.4	112.4	85	238.5	145.5	14.7	76.9	20.2	0.7	0	2.2	746.3
2003	1.3	47.3	130.3	123	77.4	56.3	49	35.6	71.6	5.4	0	11.8	609
2004	13.6	36.8	83.4	162.1	88.3	124.9	37.2	15.9	0.6	0.2	0.6	0.3	563.9
2005	15.2	63.9	73.5	152.4	134.8	131.6	50.6	19.1	152.2	8.6	0.2	6.4	808.5
2006	38.3	1.2	11	124.7	34	100.4	267.1	100	23	0	17.2	1.3	718.2
2007	74.7	87.3	149.1	59.4	25	22.7	83	9.9	49	32.7	2.9	22.2	617.9
2008	35.4	125.4	105.9	170.1	200.1	54.7	155.8	99.4	32.5	7.4	5.8	1.7	994.2
2009	37.3	18.2	103.5	150.4	138.5	155.9	89.6	27.2	39.3	2	0.2	61	823.1
2010	5.6	157.4	171.7	84.8	108.5	167.8	68.1	120.2	134	17.8	3.3	1.9	104.1
2011	0.3	52.6	178.2	66.8	42	153.7	120.4	173.9	31	0.9	0.1	7.7	827.6
Moyenne	25.17	52.13	99.39	104.2	109.2	100.5	82.68	61.78	46.62	11.38	5.497	8.59	680.1

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

La moyenne annuelle des précipitations est de 680.1mm sur une série de 30ans (1981- 2011)

### I.2.3. Température :

Les températures moyennes sur une période d'observation de 30ans (1981- 2011) sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I.4 :** Répartition mensuelle des  $T_{max}$  et  $T_{min}$  à la station Bordj Amir

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	année
$T_{max}$	29,7	21,9	17,2	15,4	15	16,3	17,1	20	20,8	28,8	36	32	22,52
$T_{min}$	13,7	11,5	6,6	5	4,7	3,6	4,5	6	11	15,2	21	18,2	10,08
$T_{Moyenne}$	21,7	16,7	11,9	10,2	9,85	9,95	10,8	13	15,9	22	28,5	25,1	16,3

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

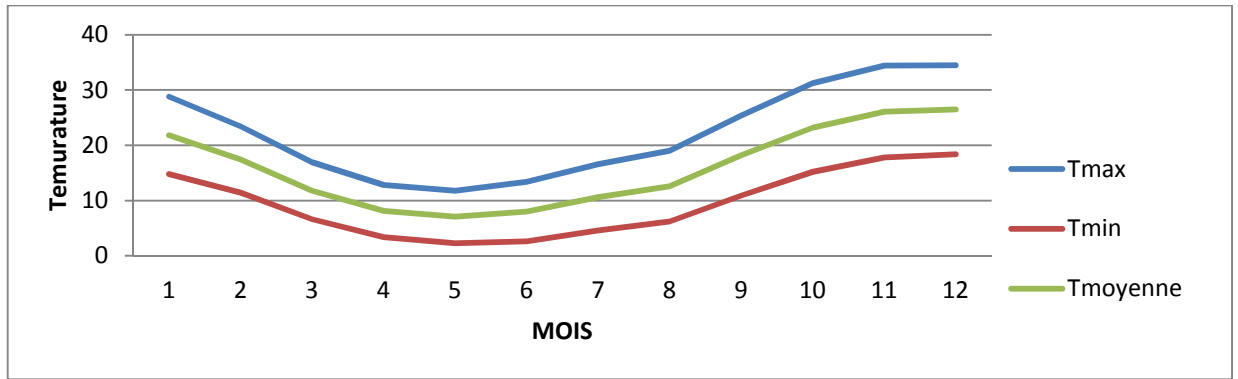


Figure I.2 : graphe de répartition mensuelle de la température

Il ressort du tableau précédent que :

- La température moyenne annuelle est de 16.3 °C.
- En été, la température moyenne mensuelle varie de 22 °C à 28.5 °C, la maxima température absolue est 28.5°C.
- Juillet est le mois le plus chaud.
- En hiver, la température moyenne mensuelle varie de 9.85 °C à 10.8 °C, les maxima absolus étant entre 14.3°C et 17.1°C et minima absolus étant entre 3.6 °C et 4.5 °C.
- Janvier est le mois le plus froid.

### I.3.3. Humidité relative

L’humidité relative de l’air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l’évaporation du sol et la couverture végétale. Les valeurs de l’humidité relative sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau I.5 : Humidité de l’air moyenne mensuelle et annuelle

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
Humidité relative de l’air	74,7	75,6	68,9	67,9	65,4	55,4	45,7	50,9	58,7	66,5	73,3	77,4	65

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

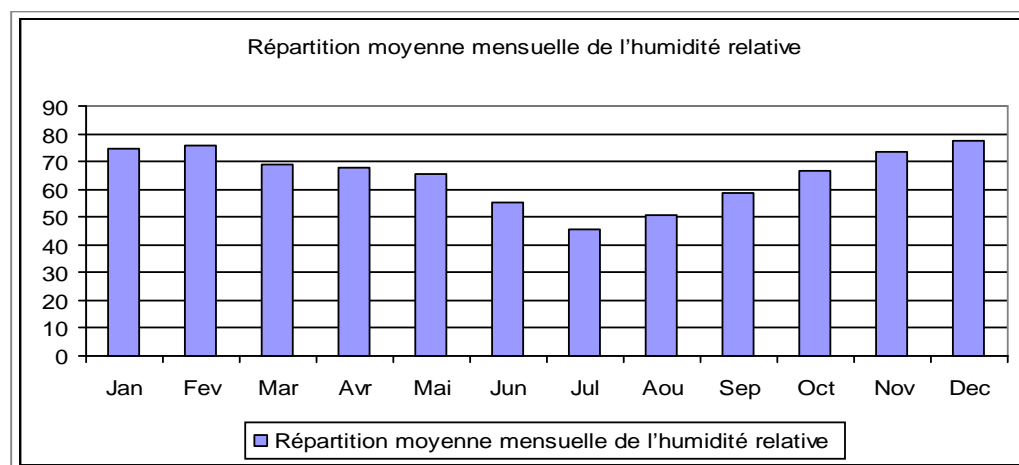


Figure I.3 : Répartition moyenne mensuelle de l'humidité relative

Le mois le plus sec de l'année est juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air de 45,7 %, les mois les plus humides sont Novembre, Décembre, Janvier et février dont l'humidité relative varie dans les limites de 73 – 77 %.

### I.3.4. Le vent

Dans l'irrigation, il convient de connaître la répartition mensuelle des vents, leur vitesse et leur fréquence sans pour autant négliger leur direction. Les vents dominants sont ceux qui soufflent du N.E et de l'Ouest.

Le tableau suivant présente les vitesses moyennes des vents pour une série de mesure des 10 dernières années au niveau de la station de Miliana

Tableau I.6: Vitesse moyenne mensuelle des vents (10 ans)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
V (m/s)	2.4	2.5	2,7	3	3.1	3,3	3	3	2,7	2,5	2,2	2,7

Source: ANRH (KHMIS MILIANA)

La vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,7 à 3 m/s et atteint son maximum le mois de juin avec une valeur de 3.3 m/s.

### I.3.6. Les Phénomènes climatiques accidentelles :

#### *I.3.6.1 Les gelées et la neige*

Tableau I.7: Les nombre de jours mensuels et annuels des gelées et neiges

mois	Jan.	Févr.	Mars.	Avr.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
gelée en jour	3,1	1,8	0,5	0	0	0	0	0,1	0	0	0	1,1	6,6
neige en jour	1,5	1,7	0,7	0	0	0	0	0	0,1	0	0,3	1,5	5,8

Source: ANRH KHMIS MILIANA

- La gelée commence à partir du mois de décembre jusqu'au mois de mars avec 6.6 jours en total par année.
- le nombre de jour de neige annuelle est de 5.8 jours, allant du mois de novembre au mois de mars

### 1.3.6.2. Insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

La durée d'insolation moyenne est de 7.7 heures par jour, les journées les plus longues (10.7 à 11.6) ont lieu en juin, juillet et août. Les durées minimales de 4.7 à 5.4 heures de décembre à février.

Les moyennes mensuelles et annuelles sont représentées dans le tableau ci-après :

**Tableau. I.8 :** Les moyennes mensuelles d'insolation totale (en heure)

Mois	Ja	Fé	Mar	Av	Mai.	Juin	Jui	Août	Sept.	Oct	Nov.	Déc.
Insolation	5.2	5.4	6.8	7.2	8.3	10.7	11.	10.6	9	7.1	5.8	4.7

Source: ANRH KHMIS MILIANA

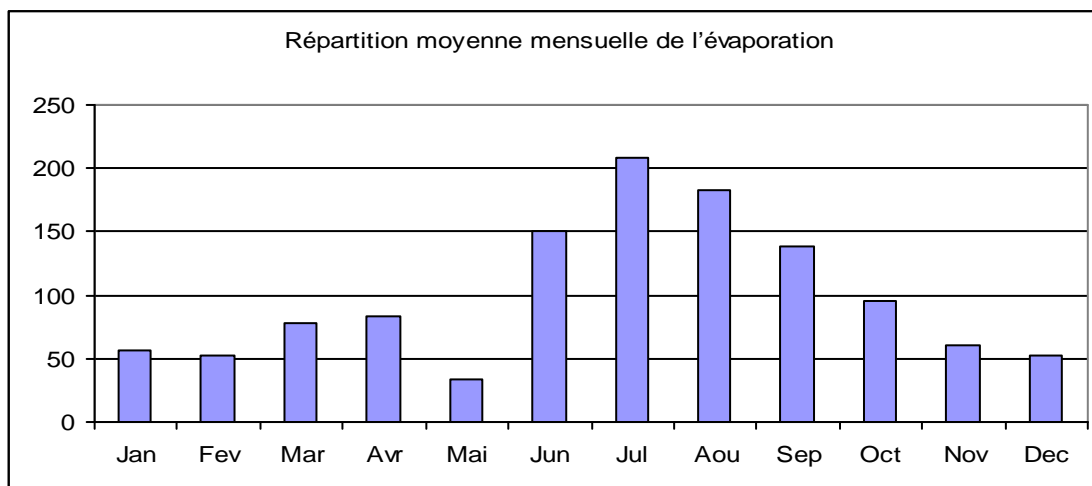
### 1.3.6.3 Evaporation

La notion d'évaporation est importante dans les études du bilan hydrique ou d'évaluation des ressources en eau.

**Tableau. I.9 :** Evaporation mensuelle et annuelle

Evaporation	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
mm	55.8	52.2	77.5	84	34.2	150	207.7	182.9	138	96.1	60	52.7	1191.1
%	4,7	4,4	6,5	7,1	2,9	12,6	17,4	15,4	11,6	8,1	5	4,4	100

Source: ANRH KHMIS MILIANA



**Figure I.4 :** Répartition moyenne mensuelle de l'évaporation

Le graphe nous indique que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 207.7 mm et un minimum au mois de mai avec une valeur de 34.2 mm ; La moyenne annuelle de l'évaporation est de 1191.1mm.

**I.3. Les indices climatiques**

**I.3.1. L'indice d'aridité MARTONNE (I<sub>A</sub>) :**

Il nous permet de connaître le degré de sècheresse de la région.

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

Avec p:

Précipitation annuelle en mm.  $\Rightarrow$  p = 680.1 mm

T: Température moyenne en (°c).  $\Rightarrow$  T = 16.3 °c

AN: 
$$I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{680.1}{16.3 + 10} = 25.8$$

**Tableau. I.10 :** Classification du climat

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

Selon la classification de Martonne; notre climat est Relativement humide, ce qui rend l'irrigation Parfois utile.

**I.3.2. Quotient pluviométrique D'Emberger**

Cet indice a pour but de détermination de l'étage bioclimatique. Il est déterminé par la formule d'Emberger :

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

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K).

Pour:

P = 680.1 mm ;                      M = 28.5 °C ;                      m = 9.85°C

D'où    Q = 115.11

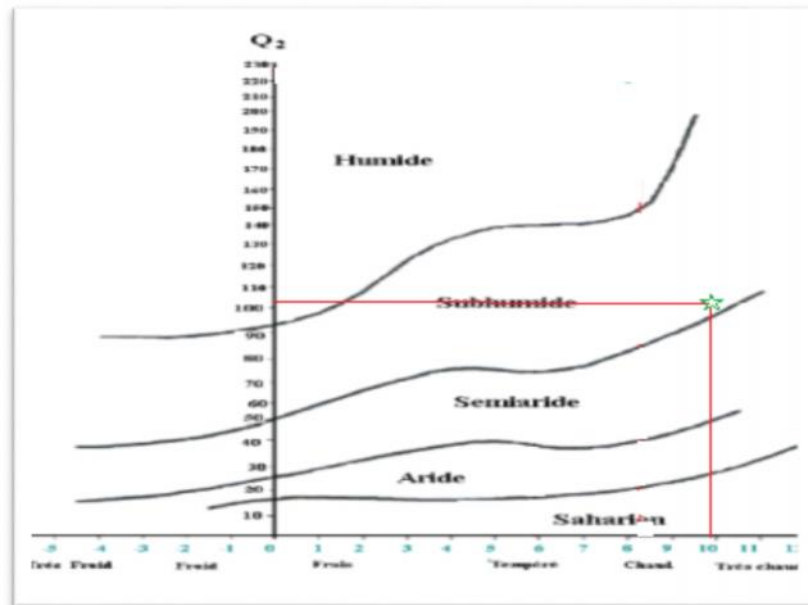


Fig. I.6 : Diagramme bioclimatique

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région est sub humide.

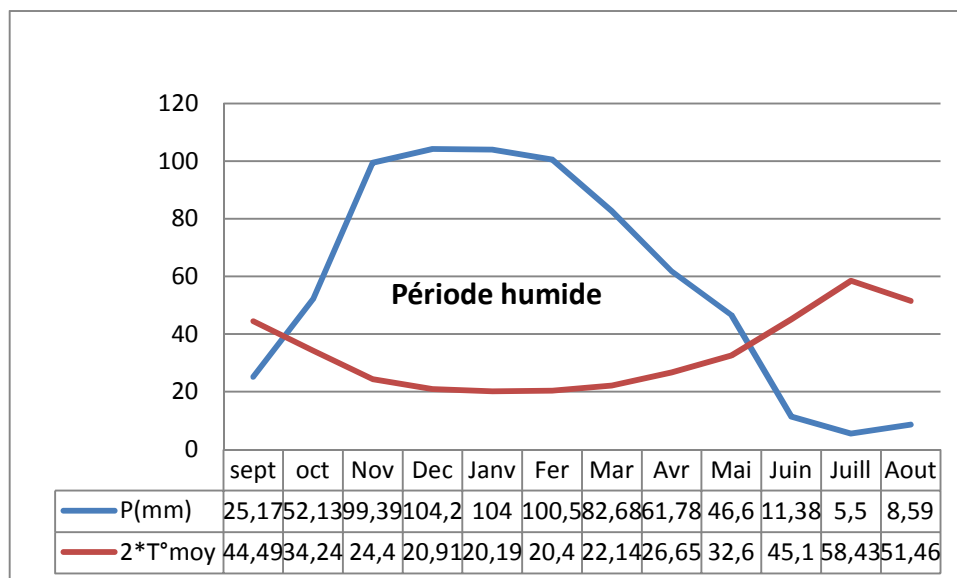
### I.3.3. Diagramme Ombrothérmique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies. Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y a sécheresse totale, cette période d'après le graphe: Une période sèche qui dure 3 mois allant du mois de juin jusqu'au mois d'Aout, et une période humide qui dure 6 mois allant du mois d'Avril jusqu'au mois de Novembre. On remarque qu'au mois de Mars il y a un déficit important en pluviométrie

**Tableau. I.11** : Les températures et pluies moyennes

mois	sept	oct	Nov	Dec	Janv	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
P(mm)	25,17	52,13	99,39	104,20	104,00	100,50	82,68	61,78	46,60	11,38	5,50	8,59
2*T° <sub>moy</sub>	44,49	34,24	24,40	20,91	20,19	20,40	22,14	26,65	32,60	45,10	58,43	51,46

Source: ANRH KHMIS MILIANA

**Fig. I.5** : Diagramme Ombrothermique de Gaussen

D'après le Climogramme ombrothermique de Gaussen, on remarque qu'il existe deux périodes, la période humide où l'irrigation n'est pas indispensable, et la période sèche là où l'irrigation est indispensable cette période commence du mois Mai jusqu'au mois Octobre

#### I.4 Caractéristiques de la région :

##### I.4.1. Population

La commune de Tarik ibn Ziad compte 10546 hab. Le tableau suivant donne la répartition de la population par sexe et par commune au 31/12/2012.

**Tableau I.12:** répartition de la population par sexe et par commune Au 31/12/2012.

Commune	Superficie (km)	POPULATION AU 31/12/2012			poids par Commune	Densité (hab/km <sup>2</sup> )
		Masculin	Féminin	Total		
TARIK IBN ZIAD	406,46	5301	5245	10546	1,30%	26

Extrait de la monographie de la wilaya d'Ain defla (Source DSA)

**I.4.2. Agriculture :**

La wilaya d' d'Ain Defla recouvre une superficie agricole totale (SAT) de 235611 ha soit 51.85 % de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181676 ha soit 77.11% de la SAT. Elle était de 170384 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 11292ha de 1998 à 2012

La superficie cultivée en irrigué concerne 36700 ha en 2012 soit 20.20 % de la SAU, alors qu'elle était de l'ordre de 22655 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 14045 ha.

Les cultures sous serres restent peu développées et concernent une superficie de 165 ha représentant 0,09% de la SAU.

La superficie agricole utile est répartie comme suit :

- Exploitations agricoles collectives (EAC) : 1447 exploitations pour 6242 exploitants et -- une superficie globale de l'ordre de 41206 ha dont une superficie exploité de 39590 ha.
- Exploitations agricoles individuelles (EAU : 887 Exploitations pour une superficie globale de 5717 ha toutes exploitées dont 2061 ha irriguées.
- Fermes pilotes : 06 fermes pilotent pour un effectif permanent de 170 personnes et une superficie totale de l'ordre de 5277 ha dont une superficie exploité de 5215 ha dont 1355 ha irriguées.
- Exploitations privées : le nombre de propriétaires privées est de 21745 personnes pour une superficie globale de 183411 ha. Et une superficie exploitée de 131154 ha dont 22922 ha irriguées.

**Tableau I.13:** répartition des terres agricoles par commune Au 31/12/2012.

Commune	Sup/ com Km <sup>2</sup>	SAU			SAT et %			Superficie Irriguée et %		Terres Improductives %	
		SAU (ha)	SAU /SAT %	SAU /SAT	SAT(ha)	SAT /ST %	SAT /ST	160 (ha)	2,8%	1112,5 ha	2,7 %
<b>TARIK IBN ZIAD</b>	406,46	5611	79,7	79,7	7041	17,3%	17,3%				

Terres Improductives = Terres de pacages, parcours et pâturages

Source : DSA (Ain Defla)



**CONCLUSION**

On peut conclure que les caractéristiques de notre région est comme suit :

- La pluviométrie moyenne annuelle est de 680.1mm et une température moyenne annuelle est de 16.3°.

La période sèche s'étale de la fin de mois de mai jusqu'à la fin du mois d'Octobre -  
Finalement on peut dire que le climat de notre région est subhumide ou Semi-aride et  
l'irrigation est souvent indispensable.

***CHAPITRE II:***

***RESSOURCES EN EAU ET SOL***

## Introduction

L'étude pédologique est l'une des sources essentielle pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment :

- la profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible ;
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau ;
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages ;
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE.....) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

### II .1. But de l'étude pédologique:

Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement. Les aptitudes culturales sont appréciées en confrontant les exigences des productions possibles; la carte pédologique conduite à un zonage du territoire en fonction de ces aptitudes et contraintes.

- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes a irrigué.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion; goutte à goutte; submersion)
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système «sol-culture» pratiqué.

Ceci nécessite une connaissance approfondie des sols à l'échelle de la parcelle d'exploitation agricole. Il s'agit en effet pour l'irrigant d'économiser l'eau et d'adapter les apports aux besoins de la plante.

### II.2 Les Types de sols :

#### II .2.1. Les caractéristiques et les aptitudes culturales du secteur

Cette zone, contient trois (3) zones homogènes sont les suivent :

- la zone homogène 1
- la zone homogène 2 (qui représente la plus grande partie du secteur)

- la zone homogène 3

Les caractéristiques et les aptitudes de ces zones sont représentées dans le tableau suivant

**Tableau II.1 : Les caractéristiques et les aptitudes culturales du secteur**

<b>Zone</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Aptitudes</b>
<b>1= Alluvion récents profonds, non salés de texture</b>	Texture limono argileuse à argilo limoneuse. Plus grossier dans les zones d'épandage, éventuellement quelques traces d'hydromorphie ou salinité en profondeur. Bonne perméabilité CE < 2 mmhos/cm en surface	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
<b>2=sils peu évolués d'origine non climatique.</b>	Sols de texture limono peu argilo. Bien structurés Drainage externe facilité par la pente naturelle. Bonne perméabilité	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques.
<b>3= Sols sur croûtes et encroûtements Calcaires.</b>	Sols de texture argilo limoneuses à argileuse. Bien structurés. Présentant des accumulations Calcaires vers 50cm.	Cultures céréalières et fourragères Arboriculture peu sensible au calcaire actif Cultures maraîchères

Source: ANRH khmis miliana

### II .2.2. La texture :

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

la texture des sols sont : Limoneux peu argileux

### II .2.3. La structure:

La structure d'un sol est définie par l'augmentation de ses constituants les uns par rapport aux autres. Des sols de texture identique peuvent avoir des structures différentes, plus ou moins stables et plus ou moins favorables à la pénétration de l'eau, de l'air et des racines.

### II .2.4. La perméabilité

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

Sols imperméables       $K < 10^{-6} \text{ m/s}$

Sols peu perméables  $10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Sols perméables  $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Sols très perméables  $K > 5 \cdot 10^{-5}$  m/s.

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

la perméabilité du sol est 7.6mm/h( $2.11 \cdot 10^{-6}$  m/s Sols peu perméables)

### **II .2.5. Description du profil :**

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.

**Profil 5** de la zone homogène 2

Localisation :

x : 02°12.561' LE

y : 36°07.150' LN

z : 705 m

- Matériau parental : alluvions des terrasses de l'oued

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : 5 %

Végétation : parcours

Drainage : bon à moyen

Date : mars 2013

Classification : Sol Minéral brut, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon A : 0 – 40 cm

Couleur à l'état sec rouge brun clair, texture limoneuse, structure Polyédrique moyenne, enracinement abondant, quelques fentes de retraits, faible porosité, compact, Très forte effervescence à l'HCl

Horizon B : 40 - 90 cm

Couleur à l'état sec rouge brun foncé ; texture limono argileuse, structure Polyédrique fine, Faible enracinement, quelques fentes de retraits, quelques nodules de calcaire, porosité moyenne, horizon compact plus que l'horizon superficielle, faible effervescence à l'H Cl

Horizon C: 90 - 120 cm

Couleur à l'état sec Brun foncé ; texture sableuse, structure massive fine, porosité moyenne, horizon compact, et l'effervescence l'H Cl est moyenne. horizon poreux, graveleux et caillouteux à structure polyédrique fine et l'effervescence H Cl est faible.

## II.2.6. Les aptitudes culturales :

Du point de vue des aptitudes culturales, les sols du périmètre d'étude sont subdivisés en trois Classes ; l'une favorable aux cultures maraîcher, fourragère l'autre favorable aux tous cultures (céréalières, arboriculture)

### II.2.6.1 La classe des aptitudes marcher, fourrage

Cette classe concerne les sols Alluvion récents

### II.2.6.2 La classe des aptitudes tous les cultures

Cette classe englobe les sols peut évaluer d'origine

### II.2.6.3 La classe des aptitudes céréale, fourragé et arboriculture

Cette classe englobe les sols sur croûtes et encroûtements calcaires

## II.3. Ressource en eau :

Le futur périmètre d'irrigation sera irrigué à partir de la retenue collinaire construite sur Oued Rahil.

### II.3.1 Situation géographique:

La retenue collinaire d'Oued Rahil se situe à l'ouest du périmètre d'un volume régularisable de 0.432 hm<sup>3</sup> Les coordonnées LAMBERT sont les suivantes :

X= 560.5 Km

Y= 3420 Km

Z= 720m NGA.

### II.3.2 Description de l'ouvrage :

Les caractéristiques sont énumérées dans le tableau suivant :

**Tableau II.2 :** Caractéristiques technique de la retenue collinaire.

Lieu	Hauteur de la digue(m)	Capacité en eau (hm <sup>3</sup> )	Diamètre de la conduite de vidange (mm)	Diamètre de la conduite de prise (mm)	PHE	PNE	Cote de la prise d'eau	Volume régularisé en (hm <sup>3</sup> )
Oued Rahil	14	0.72	800	500	730.5	730	720	0.432

(Source ANRH khmise miliana)

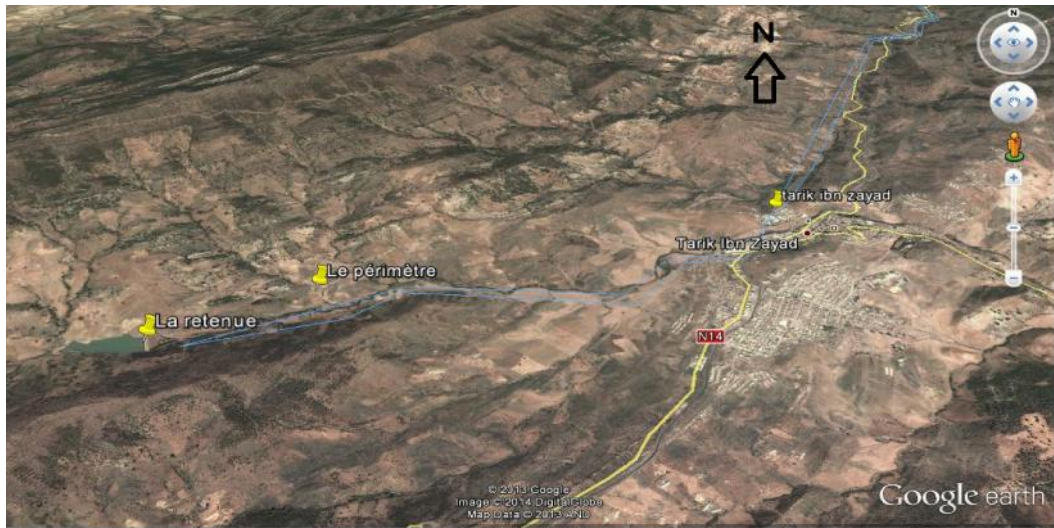


Figure II.1 : Situation de la retenue

### II.3.3 Etat des de la retenue et de ces ouvrage annexes :

#### \*la digue :

L'état de digue de la retenue est bonne, comme nous montre la figure suivante :



Figure II.2 : vue de la digue de la retenue Rahil

#### \* vidange et prise d'eau :

Le diamètre de la conduite de vidange est de (500 mm), et celui de la prise est de (300mm). L'état des murs la chambre des vannes est bonne, mais à l'intérieur les vannes sont totalement immergées dans l'eau par les eaux de la pluie. Comme nous montre les figures ci-après;

A savoir :

- Nettoyage de la chambre des vannes.
- La réalisation d'un couvert pour la chambre de vanne.

#### II.4. Qualité de l'eau :

La qualité des eaux superficielles dépend directement de la qualité des rejets des affluents dans les bassins versants en conséquence le rendement des terres agricoles.

Le rejet industriel constitue une menace très importante sur qualité des eaux d'irrigation car elle contient des éléments toxiques. Leurs traitements s'avèrent primordial pour une réutilisation. Par contre les rejets urbains constituent un risque moins important si leur volume n'est pas très important et la distance qui le sépare de la retenue est considérable dans ce cas l'autoépuration des sols joue le rôle de la filtration, en plus les éléments organiques favorisent le développement des plants.

Pour la zone d'étude ; Le bassin versant de la retenue de Rahil, ne comporte pas d'agglomération, la qualité des eaux a une relation directe avec les minéraux du bassin.

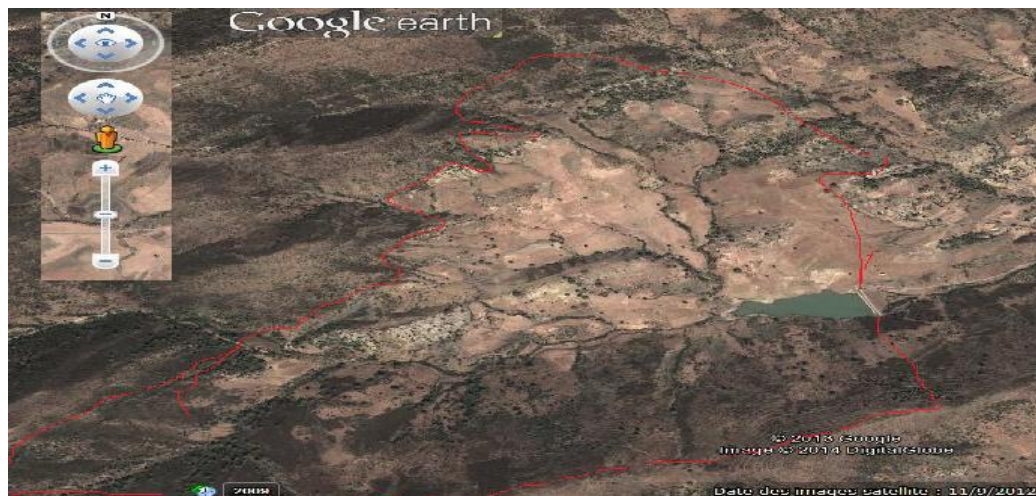


Figure II.3 : bassin versant de la retenue Rahil

#### II.4.1 Classification des eaux pour l'irrigation :

##### II.4.1.1. Classification mondiale (F.A.O.) :

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- |            |                    |
|------------|--------------------|
| ▪ 1 g/l    | bonne irrigation.  |
| ▪ 1-3 g/l  | faiblement salée.  |
| ▪ 3-5 g/l  | moyennement salée  |
| ▪ 5-10 g/l | fortement salée.   |
| ▪ >10g/l   | extrêmement salée. |





HCO3-	180	3.0
CO3--		0.0
<b>Balance</b>		<b>37.9</b>
<b>PH</b>		
<b>CE (ms)</b>	<b>0.52</b>	
<b>Salinité (g/l)</b>	<b>1.6</b>	
<b>Sels dissous totaux (g/l)</b>	<b>2.72</b>	

(Source ANRH khmise miliana)

**Interprétation :** Tableau II.2

Résultats	calcul	diagramme de riverside	notion
<b>CE (ms)</b>	<b>0.52</b>	Alcalinité modérée est salinité faible	Il n'y a pas risque de sodisation
<b>SAR</b>	1.8		
<b>RSC</b>	-29.8		n'est de risque de bicarbonate
<b>PH</b>	<b>7.8</b>	Bas faible	

En résumé la qualité de l'eau est acceptable mais il est nécessaire de faire un suivi de l'évolution de la qualité des eaux au cours de l'exploitation du périmètre au moins une analyse par année.

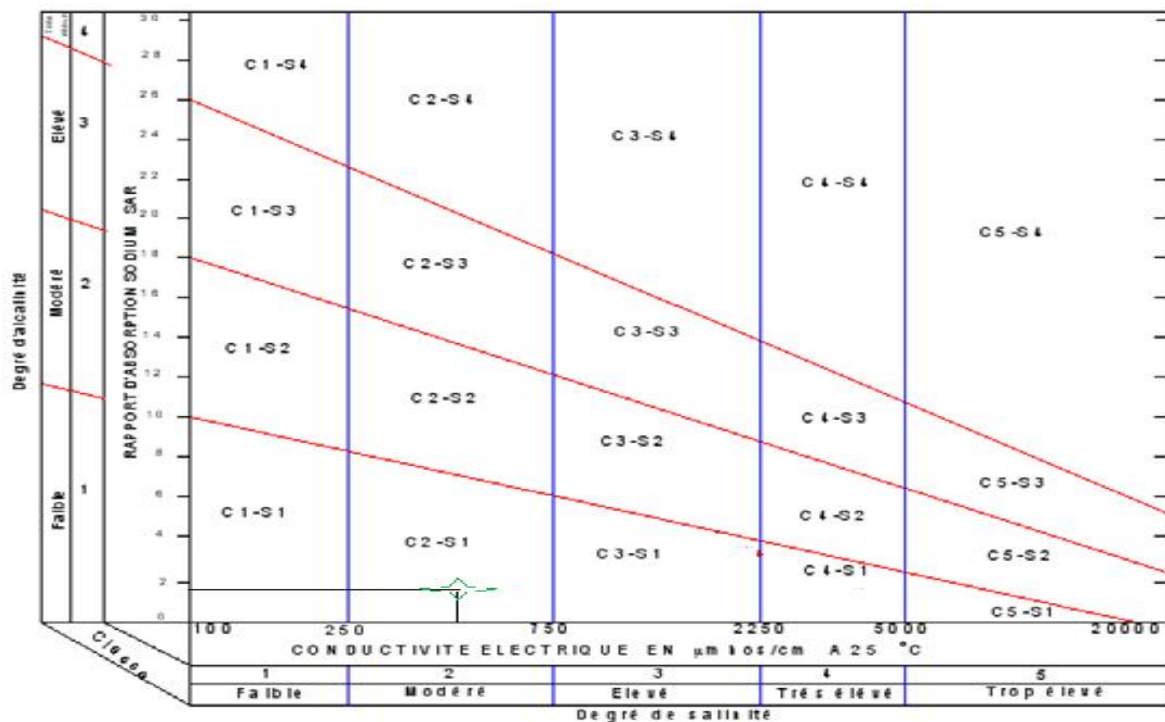


Figure II.4 : diagramme de riverside

**Conclusion :**

A travers ce chapitre nous avons définis les ressources en eaux disponibles dans la région de l'étude. On irrigue notre périmètre a partir de la retenue collinaire d'Oued Rahil qu'elle a une capacité de 0.72 Hm<sup>3</sup> et un volume régularisé de 0.432Hm<sup>3</sup>.

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation de la retenue, on a constaté que la salinité < 1.5 mmhos/cm d'après la classification des eaux en Algérie et un degré d'alcalinité S.A.R<10 donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol.

La dégradation de la qualité des eaux d'irrigation et la détérioration des sols cultivés. Les eaux d'irrigation du périmètre étudié se caractérisent par un pH légèrement alcalins, Selon la conductivité électrique de l'eau est salinité moyenne, Selon le diagramme de riverside qui classe les eaux d'irrigation en fonction de L'indice du SAR et la conductivité électrique on a pu placer, ces eaux dans la classe C2-S1.

Les sols sont dans leur majorité limono, peu à moyennement calcaire, non salés et dotés d'une bonne capacité d'échange cationique et d'une excellente capacité de rétention d'eau. Néanmoins, cette bonne aptitude des sols à la mise en valeur peut être atténuée par un certain nombre de contraintes pédologiques, topographiques et climatiques.

***CHAPITRE III :***

***LES BESOINS EN EAUX***

***D'IRRIGATION***

**Introduction :**

Ce chapitre, présente les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies au paravent, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols.

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

**III.1.1. Homogénéité de la série pluviométrique :**

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon : La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant:

- On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que : N1 et N2 Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N1 > N2
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. a ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

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

Avec :

$$W_{min} < W_x < W_{max} \dots\dots\dots(III.1)$$

$$W_x = |Rang|_x$$

W<sub>x</sub> : Somme des rangs de sous séries

$$W_{min} = \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2}$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{min}] \dots\dots\dots( III.2)$$

Tableau.III.1 : détaille du procédé de Test d'homogénéité pour la station

Série origine	Série X	Série Y	RANG	TRI	X union Y
681.7	681.7	702.2	1	409.5	X
648	648	470.3	2	442.5	X
879.9	879.9	785.4	3	470.3	Y
853.5	853.5	499.5	4	478	X
881.7	881.7	746.3	5	478.4	X
529.5	529.5	609	6	499.5	Y
715	715	563.9	7	529.5	X
442.5	442.5	808.5	8	563.9	Y
681.7	681.7	718.2	9	609	Y
931.2	931.2	617.9	10	617.9	Y
478.4	478.4	994.2	11	648	X
409.5	409.5	823.1	12	681.7	X
716.6	716.6	1041.1	13	681.7	X
919.7	919.7	827.6	14	702.2	Y
478	478		15	715	X
759.9	759.9		16	716.6	X
702.2			17	718.2	Y
470.3			18	746.3	Y
785.4			19	759.9	X
499.5			20	785.4	Y
746.3			21	808.5	Y
609			22	823.1	Y
563.9			23	827.6	Y
808.5			24	853.5	X
718.2			25	879.9	X
617.9			26	881.7	X
994.2			27	919.7	X
823.1			28	931.2	X
1041.1			29	994.2	Y
827.6			30	1041.1	Y

$W_x = 235$

$W_{min} = 200.35$

$W_{max} = 295.65$

$$200.35 < W_x < 295.65$$

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

**III.1.2. Etude de l'échantillon et choix du type de loi :**

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

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

La simulation de pluies annuelles avec le logiciel HYDROLAB nous donne les résultats suivants :

**III.1.2.1 Ajustement à la loi de Gauss (loi Normale) :**

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

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \int_{-\infty}^{\tilde{x}} \text{Exp} \left( \frac{-1}{2x^2} \right) du \dots\dots\dots(III.3)$$

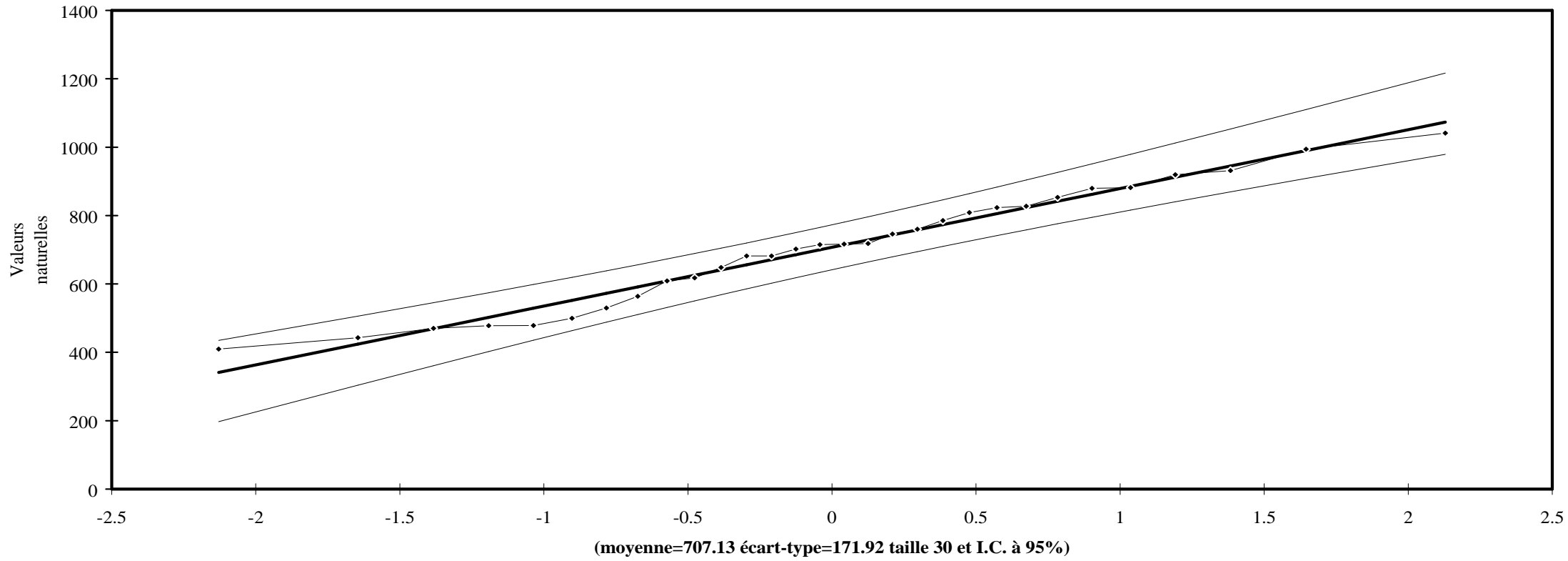
Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans. Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station sont regroupés dans le tableau.III.2 et la figure III.1

**Tableau.III.2 : Ajustement à la loi de Gauss (loi normale)**

Taille n= 30		Moyenne= 707.133333		I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1.9604		
		Ecart-type= 171.920808						
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
681.7	409.5	1	0.0167	-2.128	409.5	341.20193	197.358955	434.959169
648	442.5	2	0.0500	-1.645	442.5	424.287253	304.073861	505.786956
879.9	470.3	3	0.0833	-1.383	470.3	469.326867	361.088267	545.016438
853.5	478	4	0.1167	-1.192	478	502.215334	402.210558	574.17259
881.7	478.4	5	0.1500	-1.036	478.4	528.949195	435.245111	598.264871
529.5	499.5	6	0.1833	-0.903	499.5	551.953824	463.339642	619.328287
715	529.5	7	0.2167	-0.783	529.5	572.469993	488.098925	638.409431
442.5	563.9	8	0.2500	-0.674	563.9	591.226191	510.460816	656.127133
681.7	609	9	0.2833	-0.573	609	608.692078	531.026139	672.884174
931.2	617.9	10	0.3167	-0.477	617.9	625.192428	550.206808	688.962638
478.4	648	11	0.3500	-0.385	648	640.964954	568.300882	704.572432
409.5	681.7	12	0.3833	-0.296	681.7	656.19246	585.534171	719.878375
716.6	681.7	13	0.4167	-0.210	681.7	671.022104	602.085034	735.01656
919.7	702.2	14	0.4500	-0.125	702.2	685.577732	618.100107	750.104999
478	715	15	0.4833	-0.042	715	699.968347	633.704893	765.251115
759.9	716.6	16	0.5167	0.042	716.6	714.29832	649.015552	780.561773
702.2	718.2	17	0.5500	0.125	718.2	728.688935	664.161667	796.166559
470.3	746.3	18	0.5833	0.210	746.3	743.244563	679.250106	812.181632
785.4	759.9	19	0.6167	0.296	759.9	758.074206	694.388292	828.732496
499.5	785.4	20	0.6500	0.385	785.4	773.301713	709.694234	845.965785
746.3	808.5	21	0.6833	0.477	808.5	789.074239	725.304028	864.059859
609	823.1	22	0.7167	0.573	823.1	805.574588	741.382493	883.240528
563.9	827.6	23	0.7500	0.674	827.6	823.040475	758.139533	903.805851
808.5	853.5	24	0.7833	0.783	853.5	841.796673	775.857235	926.167742
718.2	879.9	25	0.8167	0.903	879.9	862.312843	794.93838	950.927024
617.9	881.7	26	0.8500	1.036	881.7	885.317472	816.001795	979.021555
994.2	919.7	27	0.8833	1.192	919.7	912.051332	840.094076	1012.05611
823.1	931.2	28	0.9167	1.383	931.2	944.9398	869.250229	1053.1784
1041.1	994.2	29	0.9500	1.645	994.2	989.979414	908.47971	1110.19281
827.6	1041.1	30	0.9833	2.128	1041.1	1073.06474	979.307498	1216.90771

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	562.469414	476.067131	629.071268	562.469414	0,000	0,1
0.5	0,000	707.133351	641.388783	772.877921	707.133351	0,001	0,2
0.8	0,001	851.797252	785.195399	938.199535	851.797252	0,001	0,5

Ajustement à une loi Normale



Graphe. III.1 : Ajustement à la loi Gauss (loi normale)



**III.1.2.2 Ajustement à la loi de Galton (loi log-Normale) :**

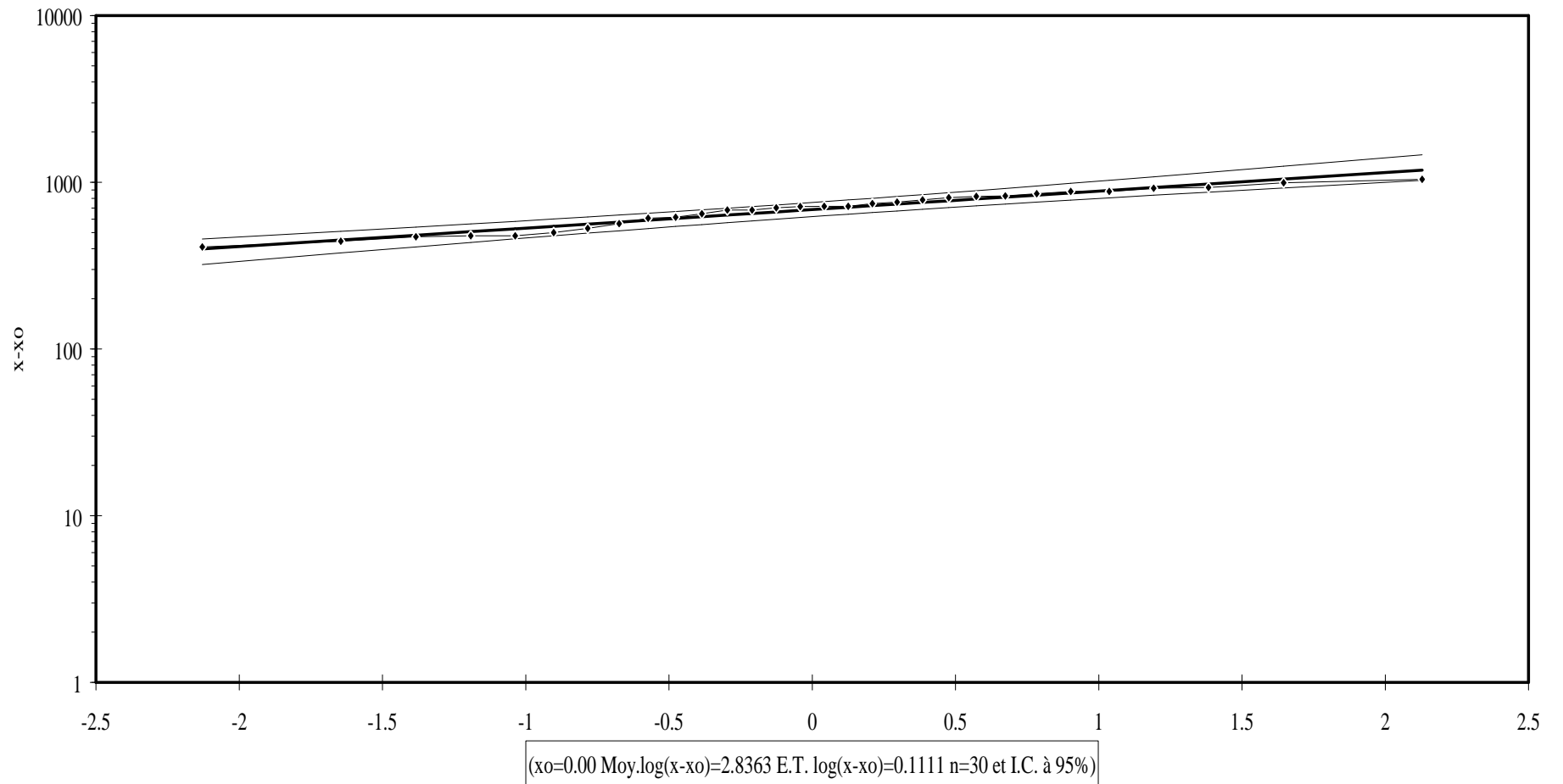
Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de **bordj Amir Khaled** sont regroupés dans le tableau III.3, et la figure III.2.

**Tableau.III.3:** Ajustement à la loi de Galton (loi Log-normale)

Taille 30 x <sub>0</sub> = 0		Moy.log(x- E.T. log(x-	2.836275929 0.111081319	I.C. à (en%)= 95		UGauss= 1.960		
Valeurs de	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
681.7	409.5	1	0.017	-2.128	409.5	397.961	321.293	457.52939
648	442.5	2	0.050	-1.645	442.5	450.323	376.575	508.37266
879.9	470.3	3	0.083	-1.383	470.3	481.531	409.911	538.92596
853.5	478	4	0.117	-1.192	478	505.679	435.772	562.81732
881.7	478.4	5	0.150	-1.036	478.4	526.196	457.724	583.35636
529.5	499.5	6	0.183	-0.903	499.5	544.517	477.261	601.92643
715	529.5	7	0.217	-0.783	529.5	561.393	495.169	619.25868
442.5	563.9	8	0.250	-0.674	563.9	577.279	511.92	635.79901
681.7	609	9	0.283	-0.573	609	592.477	527.825	651.84883
931.2	617.9	10	0.317	-0.477	617.9	607.201	543.104	667.62947
478.4	648	11	0.350	-0.385	648	621.618	557.922	683.31552
409.5	681.7	12	0.383	-0.296	681.7	635.861	572.412	699.05403
716.6	681.7	13	0.417	-0.210	681.7	650.046	586.681	714.97658
919.7	702.2	14	0.450	-0.125	702.2	664.276	600.828	731.20768
478	715	15	0.483	-0.042	715	678.651	614.94	747.87142
759.9	716.6	16	0.517	0.042	716.6	693.275	629.108	765.10219
702.2	718.2	17	0.550	0.125	718.2	708.277	643.445	783.07254
470.3	746.3	18	0.583	0.210	746.3	723.783	658.052	801.95434
785.4	759.9	19	0.617	0.296	759.9	739.929	673.04	821.94635
499.5	785.4	20	0.650	0.385	785.4	756.883	688.542	843.29248
746.3	808.5	21	0.683	0.477	808.5	774.853	704.72	866.30168
609	823.1	22	0.717	0.573	823.1	794.11	721.78	891.37849
563.9	827.6	23	0.750	0.674	827.6	815.015	740	919.07256
808.5	853.5	24	0.783	0.783	853.5	838.078	759.766	950.16328
718.2	879.9	25	0.817	0.903	879.9	864.053	781.643	985.81561
617.9	881.7	26	0.850	1.036	881.7	894.137	806.525	1027.8935
994.2	919.7	27	0.883	1.192	919.7	930.416	835.958	1079.6733
823.1	931.2	28	0.917	1.383	931.2	977.073	873.017	1147.7895
1041.1	994.2	29	0.950	1.645	994.2	1044.79	925.486	1249.3967
827.6	1041.1	30	0.983	2.128	1041.1	1182.26	1028.33	1464.3702

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne	Borne sup.	Valeur	Fréq.	Pér. Ret.
0.8	0,001	850.6404894	770.3948	967.3245642	850.64	0,001	0,5
0.5	0,000	685.9239073	622.0096	756.4056478	685.924	0,001	0,2
0.2	-0,001	553.1027363	486.3844	610.7149298	553.103	0,000	0,1

Ajustement à une loi Log-normale



Graphe. III.2: Ajustement à la loi de Galton (loi log-Normale)

### III.1.3. Détermination de l'année de calcul :

D'après le logiciel HYDROLAB on a trouvé que la loi de Gauss est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région.

Comme nous sommes dans une région semi-aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%. Nous opterons donc pour l'année de calcul avec une probabilité de 80% et les précipitations totales correspondantes est 707.1 mm (voir le tableau III.2)

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

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (20\% annuelle)}}}{P_{\text{théorique (50\% annuelle)}}} \dots(\text{III.4})$$

$p_{\text{men } 80\%}$  : Précipitation mensuelle de l'année de calcul.

$P_{\text{men, moy}}$  : Précipitation mensuelle moyenne de 30ans.

$$\text{donc } \frac{P_{\text{théorique (20\% annuelle)}}}{P_{\text{théorique (50\% annuelle)}}} = 0.79546$$

**Tableau III.4** Précipitation mensuelle de l'année de calcul

	sept	oct	nov	déc	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	cumul
p moy	25.17	52.13	99.39	104.15	109.22	100.53	82.68	61.78	46.62	11.38	5.50	8.59	707.13
P calcul	20.02	41.46	79.05	82.84	86.88	79.97	65.77	49.14	37.08	9.05	4.37	6.83	562.47

## III.2. Calcul de L'évapotranspiration :

Les besoins en eau(B), qui peut également s'exprimer sous le terme déficit hydrique, se définit comme la différence entre l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture considérée et les précipitations efficaces (Peff).

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique, pour cela il faut déterminer :

### III.2.1. L'évapotranspiration réelle :(ET<sub>R</sub>)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de

rétenion. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation. Elle est donné par l'expression suivante :

$$ET_{\text{CULTURE}} = K_C \times ET_0 \dots \dots (\text{III.5})$$

Avec :

$K_C$  : le coefficient cultural dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

### III.2.2. L'évapotranspiration de référence : ( $ET_0$ ou ETP)

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau ou le sol est à sa capacité de rétention, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

On peut la définir comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

#### III.2.2.1. Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence : ( $ET_0$ ou ETP)

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités parmi lesquelles :

- L'évapotranspiromètre (mesure directe)
- Les stations expérimentales
- Méthode de bilan hydrique
- Méthode de bilan thermique.
- Formules empiriques.

Il existe plusieurs formules empiriques parmi lesquelles :

- Formule de Blaney-Criddle
- Formule de Turc
- Formule d'Ivanov. (URSS)
- Formule de Penman
- Formule de Messahel.

#### a) Formule de Blaney-Criddle (URSS)

Elle a été établie et a donné des résultats satisfaisants pour les régions arides et semi-arides, s'exprime par la formule suivante :

$$ETP = P \times K \times (0.457 T + 8.13) \dots \dots (\text{III.6})$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm/jour)

P : Pourcentage de la durée mensuelle de l'éclairement rapporté à la durée annuelle et ne dépend que de la latitude.

K : Coefficient variant en fonction de la culture et de la zone climatique

T : Température moyenne mensuelle en (°c)

**b) Formule de turc (France1960) :**

Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par l'expression suivante

$$ETP = 0,40 \left( I_g < 50 \right) \left( \frac{T}{T < 15} \right) \dots\dots(III.7)$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré, en (°c)

I<sub>g</sub> : Radiation globale du mois considéré en (cal/cm<sup>2</sup>/jour), selon Turc, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50%, l'ETP est donnée par l'expression suivante

$$ETP = 0,40 \left( I_g < 50 \right) \left( \frac{T}{T < 15} \right) \left( 1 - \frac{50 - H_r}{70} \right) \dots\dots(III.8)$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré en (°c)

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

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

Tel que :

$$I_g = I_{gA} \left( 0,80 - 0,62 \left( \frac{h}{H} \right) \right) \dots\dots(III.9)$$

Avec :

I<sub>gA</sub> : Radiation maximale théorique

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

h : Durée d'insolation en (heure/mois)

**c) Méthode de Penman & Monteith :**

Cette méthode est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques. Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Penman & Monteith modifiée qui prenne en compte l'effet du paramètre

vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent compte des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

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

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta + u_w}{\Delta + u_w} \left[ \frac{R_n - G_n}{\lambda} + \rho_a (e_a - e_d) f(u) \right] \quad \dots (III.10)$$

Avec:

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

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

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

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

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

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

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

### **III.2.2.2. Calcul De L'évapotranspiration**

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO**.

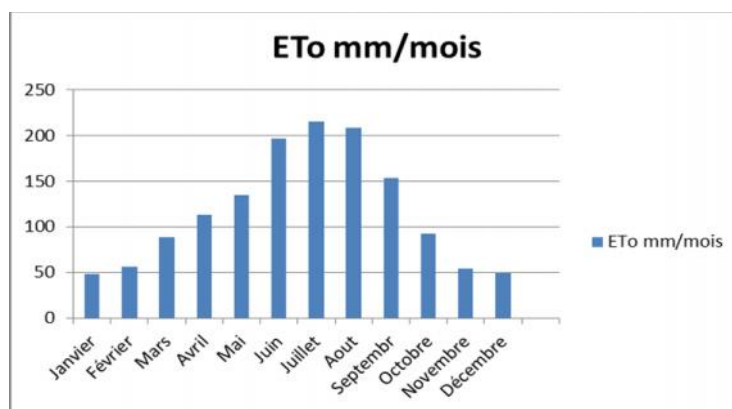
Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique et la méthode adoptée, emploie les informations homogènes et faibles suivantes :

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

Dans le **tableau. III.5**, nous représentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel Cropwat 8.0, selon la formule de Penman&Monteith, modifiée:

**Tableau. III.5:** Evapotranspiration de référence  $ET_0$  calculée

<b>Evapotranspiration de référence <math>ET_0</math> de penman-Monteith</b>							
Pays : Algérie		Station climatique : Bordj el Emir (30) ans					
Altitude : 316 mètres		Coordonnées : 36.07 LN		2°.12' LE			
Mois	Tmin	T Max	Humidité	V vents	Insolation	Radiation	$ET_0$
Janvier	4.7	15	75	2.4	5.2	9	48.36
Février	3.6	16.3	76	2.5	5.4	11.3	55.72
Mars	4.5	17.1	69	2.7	6.8	15.7	88.04
Avril	6	20	68	3	7.2	18.8	112.8
Mai	11	20.8	65	3.1	8.3	21.9	134.54
Juin	15.2	28.8	55	3.3	10.7	25.9	196.8
Juillet	17.9	36	46	3	10.6	25.4	215.21
Aout	18.2	32	51	3	10.6	24.1	208.01
Septembre	13.7	29.7	59	2.7	9	19.4	153
Octobre	11.5	21.9	66	2.5	7.1	14	92.69
Novembre	6.6	17.2	73	2.2	5.8	10	53.7
Décembre	5	15.4	77	2.7	4.7	8	48.98
<b>Moyenne</b>	<b>10.08</b>	<b>22.52</b>	<b>65</b>	<b>2.8</b>	<b>6.9</b>	<b>16.96</b>	<b>119.24</b>

**Figure III. 3 :** Répartition de  $ET_0$ 

### III.3. La pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée. Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas :

- Pluie efficace ( $P_{\text{eff}} = 0$ ) pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm
- Pluie efficace ( $P_{\text{eff}} = 80\%$ ) de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Les valeurs moyennes mensuelles de  $P_{\text{eff}}$  sont regroupées dans le tableau suivant:

**Tableau III.6:** Calcul la pluie efficace

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
$P_{\text{calcul}}$	20.02	41.46	79.05	82.84	86.88	79.97	65.77	49.14	37.08	9.05	4.37	6.83
$P_{\text{eff}}$	16.02	33.17	63.24	66.27	69.5	63.98	52.62	39.31	29.66	7.24	3.5	5.46

### III.4. Efficience de l'irrigation

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La différence entre les deux volumes indique les pertes.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u \dots (III.11)$$

Avec:

$E_i$ : Efficience d'irrigation en (%).

$E_e$ : Efficience de transport (%).

$E_d$ : Efficacité de type de distribution en (%).

$E_u$ : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent. On considère une efficience globale, produit entre les trois efficacités décrites ci-dessus égalé à 0,75.

#### III.4.1 Les assolements

L'assolement est une pratique nécessaire pour préserver et augmenter la fertilité du sol, éviter l'utilisation unilatérale des substances nutritives et limiter certaines maladies et parasites des cultures.

- L'assolement permet la restitution des éléments minéraux exportée ainsi que le maintien de l'équilibre nutritif et ionique du sol.
- L'assolement doit assurer pour chaque culture un précurseur convenable et augmenter les rendements. Enfin, le choix de l'assolement n'est pas facile car il faut tenir compte de plusieurs exigences qu'il est parfois très difficile à coordonner.



En générale, le choix de l'assolement est basé sur :

- Des objectifs en matière de production agricole au niveau national et régional,
- De la qualité des sols et de l'eau disponible,
- De l'occupation actuelle du périmètre, en particulier, des surfaces plantées.

### III.4.2 Rotation

C'est l'ordre de succession des cultures sur la même parcelle. La rotation favorise le maintien de l'équilibre du sol, il conviendra donc d'alterner une plante à racines fasciculées avec une autre à racines pivotantes car cette dernière améliore la fertilité du sol. Pour éviter l'appauvrissement du sol, il faut donc prévoir une succession de plantes aux besoins différentes.

### III.5. Calcul du bilan hydrique

$$B = ETR - D - P - (Pe_{ff} + Ru) \dots(III.12)$$

La formule dessus établit d'après le bilan hydrique du champ qui, pour une culture et une période donnée

Avec :

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

ETR : Evapotranspiration réelle/jour) ;

D : Le drainage ;

P : La précipitation (mm) ;

Ru : La réserve utile (mm) ; telle que :

$$Ru = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Z \cdot da$$

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) ;

da : Densité apparente ;

Pe<sub>ff</sub> : Pluie efficace ; avec : Pe<sub>ff</sub> = α . P

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

α : Coefficient tenant compte de l'efficience des pluies.

**Tableau III.7:** Les caractéristiques hydriques de quelques sols.

texture	Humidité pondérale en z du poids sec			Réserve utile (RU) volumétrique en mm/m
	A la rétention (Hr)	Du flétrissement (Hpf)	Disponible (Hr-Hpf)	
sableuse	(6 à 12)	(2 à 6)	(4 à 6)	(70 à 100)
Sablo- limoneuse	(10 à 18)	(4 à 8)	(6 à 10)	(90 à 150)
limoneuse	(18à 22) 20	(10à 12) 11	(10 à 14) 9	(140 à 190)
Limono- argileuse	(25 à 31)	(11 à 15)	(12 à 16)	(170 à 220)
Argilo- limoneuse	(27 à 35)	(13 à 17)	(14 à 18)	(180 à 230)
argileuse	(31 à 39)	(15 à 19)	(16 à 20)	(220 à 250)

La réserve facilement utilisable, ou la capacité d'emmagasinement d'eau disponible dans le sol, pour une force de succion donnée égale à la somme des capacités d'emmagasinement de chaque couche du profil pédologique du sol. Une connaissance de la composition, de la texture, de la structure et de la hauteur de chaque couche du sol s'avère indispensable pour le calcul de RFU.

### III.5.1 Calcul de la R.F.U.

La R.F.U. varie et dépend essentiellement de :

- L'humidité du sol ;
- La densité apparente ;
- La profondeur du sol exploré par les racines de la plante ;
- Le pourcentage de terre fine, la texture et la structure du sol.

**Tableau III.8:** Calcul le RFU max

	Hr-Hpf	2/3 xda	Z (mm)	RFU max
<b>maréchale</b>	12	0.9333	500	89.5968
<b>cereal</b>	12	0.9333	800	55.998
<b>pommier</b>	12	0.9333	1200	134.3952

### III.5.2 Calcul des besoins en eau nets

Le calcul des besoins en eau nets par culture est donné dans les tableaux suivants.

**Tableau III.9:** Pomme de terre

Mois	Pluieeff(mm)	Eto(mm)	kc	ETM (mm)	RFU(mm)	B(mm)
Janvier	69.504	48.36			42	
Février	63.976	55.72	0.5	27.86	42	78.12
Mars	52.616	88.04	0.61	53.7044	19.73	18.64
Avril	39.312	112.8	1.1	124.08	0	-84.77
Mai	29.664	134.54	0.98	131.8492	0	-102.19
Juin	7.24	196.8			0	
Juillet	3.496	218.21			0	
Aout	5.464	208.01			0	
Septembre	16.016	153			0	
Octobre	33.168	92.69			0	
Novembre	63.24	53.7			25.35	
Décembre	66.272	48.98			42	

**Tableau III.10:** blé dur

Mois	Pluieeff(mm)	Eto(mm)	kc	ETM (mm)	RFU(mm)	B(mm)
Janvier	69.504	48.36	0.3	14.51	67.1976	122.19
Février	63.976	55.72	0.5	27.86	67.1976	103.31
Mars	52.616	88.04	0.51	44.90	44.9276	52.64
Avril	39.312	112.8	1.15	129.72	0	-90.41
Mai	29.664	134.54	1	134.54	0	-104.88
Juin	7.24	196.8	0.95	186.96	0	-179.72
Juillet	3.496	215.21			0	3.50
Aout	5.464	208.01			0	5.46
Septembre	16.016	153			0	16.02
Octobre	33.168	92.69			0	33.17
Novembre	63.24	53.7			25.35	88.59
Décembre	66.272	48.98	0.3	14.69	59.21	110.79

**Tableau III.11:** Carotte

Mois	Pluieeff(mm)	Eto(mm)	kc	ETM (mm)	RFU(mm)	B(mm)
Janvier	69.504	48.36			42	
Février	63.976	55.72	0.5	27.86	42	78.12
Mars	52.616	88.04	0.8	70.432	19.73	1.91
Avril	39.312	112.8	0.8	90.24	0	-50.93
Mai	29.664	134.54	0.75	100.905	0	-71.24
Juin	7.24	196.8			0	
Juillet	3.496	215.21			0	
Aout	5.464	208.01			0	
Septembre	16.016	153			0	
Octobre	33.168	92.69			0	
Novembre	63.24	53.7			25.35	
Décembre	66.272	48.98			42	

Tableau III.12: Oignon sec

Mois	Pluie <sub>eff</sub> (mm)	Eto(mm)	kc	ETM (mm)	RFU(mm)	B(mm)
Janvier	69.504	48.36			42	
Février	63.976	55.72			42	
Mars	52.616	88.04	0.5	44.02	19.73	28.33
Avril	39.312	112.8	0.7	78.96	0	-39.65
Mai	29.664	134.54	0.85	114.36	0	-84.70
Juin	7.24	196.8	0.65	127.92	0	-120.68
Juillet	3.496	215.21			0	
Aout	5.464	208.01			0	
Septembre	16.016	153			0	
Octobre	33.168	92.69			0	
Novembre	63.24	53.7			25.35	
Décembre	66.272	48.98			42	

Tableau III.13: Tomates

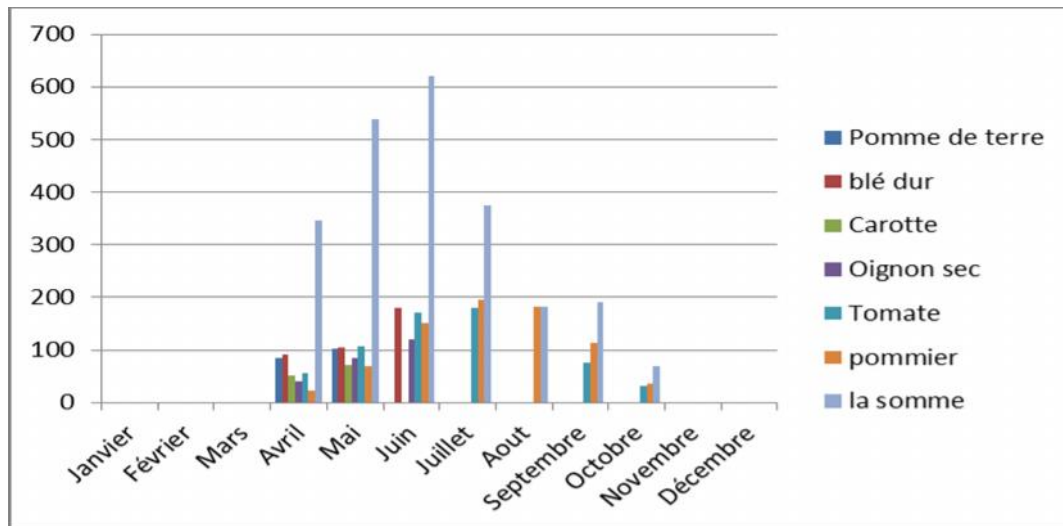
Mois	Pluie <sub>eff</sub> (mm)	Eto(mm)	kc	ETM	RFU(mm)	B(mm)
<b>Janvier</b>	<b>69.50</b>	<b>48.36</b>	<b>1.07</b>	<b>51.75</b>	<b>42</b>	<b>59.76</b>
<b>Février</b>	63.98	55.72	-		42	
<b>Mars</b>	<b>52.62</b>	<b>88.04</b>	<b>0.6</b>	<b>52.82</b>	<b>19.73</b>	<b>19.52</b>
<b>Avril</b>	<b>39.31</b>	<b>112.8</b>	<b>0.85</b>	<b>95.88</b>	<b>0</b>	<b>-56.57</b>
<b>Mai</b>	<b>29.66</b>	<b>134.54</b>	<b>1.02</b>	<b>137.23</b>	<b>0</b>	<b>-107.57</b>
<b>Juin</b>	<b>7.24</b>	<b>196.8</b>	<b>0.9</b>	<b>177.12</b>	<b>0</b>	<b>-169.88</b>
<b>Juillet</b>	<b>3.50</b>	<b>215.21</b>	<b>0.85</b>	<b>182.93</b>	<b>0</b>	<b>-179.43</b>
<b>Aout</b>	<b>5.46</b>	<b>208.01</b>	-		<b>0</b>	
<b>Septembre</b>	<b>16.02</b>	<b>153</b>	<b>0.6</b>	<b>91.80</b>	<b>0</b>	<b>-75.78</b>
<b>Octobre</b>	<b>33.17</b>	<b>92.69</b>	<b>0.7</b>	<b>64.88</b>	<b>0</b>	<b>-31.72</b>
<b>Novembre</b>	<b>63.24</b>	<b>53.7</b>	<b>1.1</b>	<b>59.07</b>	<b>25.35</b>	<b>29.52</b>
<b>Décembre</b>	<b>66.27</b>	<b>48.98</b>	<b>1.2</b>	<b>58.78</b>	<b>42</b>	<b>49.50</b>

Tableau III.14: pommier

Mois	Pluie <sub>eff</sub> (mm)	Eto(mm)	kc	ETM	RFU(mm)	B(mm)
Janvier	69.504	48.36	<b>0.5</b>	<b>24.18</b>	<b>97.73</b>	<b>143.05</b>
Février	63.976	55.72	<b>0.55</b>	<b>30.65</b>	<b>100.8</b>	<b>134.13</b>
Mars	52.616	88.04	<b>0.65</b>	<b>57.23</b>	<b>78.53</b>	<b>73.92</b>
Avril	39.312	112.8	<b>0.68</b>	<b>76.70</b>	<b>14.87</b>	<b>-22.52</b>
Mai	29.664	134.54	<b>0.73</b>	<b>98.21</b>	<b>0</b>	<b>-68.55</b>
Juin	7.24	196.8	<b>0.8</b>	<b>157.44</b>	<b>0</b>	<b>-150.20</b>
Juillet	3.496	215.21	<b>0.92</b>	<b>197.99</b>	<b>0</b>	<b>-194.50</b>
Aout	5.464	208.01	<b>0.9</b>	<b>187.21</b>	<b>0</b>	<b>-181.75</b>
Septembre	16.016	153	<b>0.85</b>	<b>130.05</b>	<b>0</b>	<b>-114.03</b>
Octobre	33.168	92.69	<b>0.75</b>	<b>69.52</b>	<b>0</b>	<b>-36.35</b>
Novembre	63.24	53.7	<b>0.68</b>	<b>36.52</b>	<b>25.35</b>	<b>52.07</b>
Décembre	66.272	48.98	<b>0.6</b>	<b>29.39</b>	<b>59.21</b>	<b>96.09</b>

**Tableau III.15:** Les besoins nette des différentes cultures

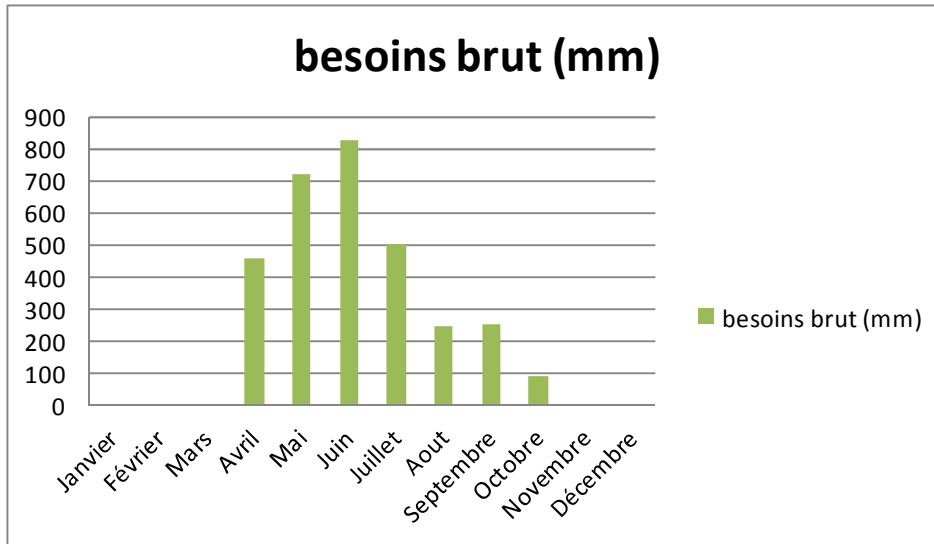
Mois	Pomme	blé	Carotte	Oignon	Tomate	pommier	la somme
Janvier							0.00
Février							0.00
Mars							0.00
Avril	84.77	90.41	50.93	39.65	56.57	22.52	344.84
Mai	102.19	104.88	71.24	84.70	107.57	68.55	539.11
Juin		179.72		120.68	169.88	150.20	620.48
Juillet					179.43	194.5	373.93
Aout						181.75	181.75
Septembre					75.78	114.03	189.82
Octobre					31.72	36.35	68.06
Novembre							0.00
Décembre							0.00
la somme	186.95	375.00	122.17	245.02	620.95	767.9	



**Figure III.4:** Hydrogramme représente Les besoins nette des différentes cultures

**Tableau III.16:** Calcul des besoins bruts

	besoin net	Eff	besoins brut
Janvier	0.00	0.75	0
Février	0.00	0.75	0.00
Mars	0.00	0.75	0.00
Avril	344.84	0.75	459.79
Mai	539.11	0.75	718.82
Juin	620.48	0.75	827.31
Juillet	373.93	0.75	498.57
Aout	181.75	0.75	242.33
Septembre	189.82	0.75	253.09
Octobre	68.06	0.75	90.75
Novembre	0.00	0.75	0
Décembre	0.00	0.75	0



**Figure III. 5:** Hydrogramme représentes Les besoins brut mensuelles des différentes cultures

D’après le tableau ci-dessus, on remarque que le mois de pointe est le mois de **juin** avec besoin brut de **827.31mm**. Soit un volume de **8273.1m<sup>3</sup>/ha**.

Effectivement vu la physiologie des cultures, le mois de juin est parfaitement le mois de pointe.

**III.5.3 Calcul le volume brut :**

$$V_{bru} = (\text{besoins brut max}) \times \text{surface total} \dots (\text{III.13})$$

$$V_{bru} = 8273.1 \times 110 = 910037.33 \text{ m}^3$$

**III.5.4 Occupation du sol**

**Tableau III.17:** Occupation du sol

Les Culture	Les surfaces (ha)
blé dur	$S_5 + S_7 + S_8 = 36.01$
pommier	$S_6 = 24.93$
Pomme de terre	$S_1 = 12.53$
Tomate	$S_4 = 14.01$
Carotte	$S_2 = 8.95$
Oignon sec	$S_3 = 4.55$

**III.5.5 Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique) :**

Dans notre cas, le débit maximum journalier est le débit caractéristique. Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \times S_T \dots (\text{III.14})$$

- $q_s$  : débit spécifique du mois de pointe en (l/s/ha).
- $S$  : la superficie totales à irriguer = 110 ha.

Le mois de pointe est le mois de juin et les besoins de pointe sont de : **827.31 mm**. Le débit spécifique  $q_s$  est très important (le réseau soit surdimensionné)

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe)

qui se calculé par la formule suivante :  $q_s = \frac{B_{pointe} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600}$  .....(III.15)

Avec :

- B pointe : Besoins de pointe (mm/mois)..... B pointe = 194.5 mm/mois
- $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation (k=0,75).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj: nombre de jours par mois = 30 jours.

Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique :  $q_s = 1,20$  l/s/ha. Il est inférieur à 1,5 l/s/ha,

Donc le choix reste valable.

$$Q_{car} = q_s \times s \dots (III.16)$$

$$Q_{car} = 1,20 \times 110 = 132 \text{ l/s} = 11410.67 \text{ m}^3/\text{j}$$

### III.6 Comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue :

La surface totale du périmètre étudié est **110 ha** et les exploitations proposées sont des cultures **Blé**, pommier, Pomme de terre, Tomate, Carotte et Oignon ; la capacité totale de la retenue est de **0.72 Hm<sup>3</sup>** et le volume régularisé est de **0.432 Hm<sup>3</sup>**. Sur la base de toutes ces données et les besoins totaux des cultures calculées, on a géré l'exploitation agricole du périmètre de telle manière à satisfaire les besoins sans risque de l'abaissement brusque du niveau de la retenue.

Les résultats sont résumés au tableau suivant :

**Tableau III.18** : Besoins totaux annuels

Culture	Surface	besoins totaux annuel	Besoins totaux annuel
	(ha)	en (m3/ha)	en (m3)
<b>Blé</b>	36.01	3750	135037,50
pommier	24.93	7679	191437,47
Pomme de terre	12.53	1869.5	23763,15
Tomate	14.01	6209.5	86995,10
Carotte	8.95	1221.7	10934,22
Oignon sec	4.55	2450.2	11148,41
		<b>besoins nets (m3)</b>	459315,84
		<b>besoins bruts (m3)</b>	612421,113

**Conclusion**

A partir de ce chapitre on a déterminé les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de notre périmètre. On remarque que le mois de pointe est le mois de Juin. Donc on a estimé les besoins en eau du périmètre pour un assolement choisit et les comparer avec la capacité de la retenue, les besoins totaux annuel sont de 30906.6 m<sup>3</sup> /ha et de 8273.1m<sup>3</sup>/ha

Donc à partir de ces résultats nous pouvons conclure que la capacité de production de la retenue suffit largement à l'alimentation de notre périmètre.



***CHAPITRE IV:***  
***CHOIX DES TECHNIQUES***  
***D'ARROSAGE***

## 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 correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

Les trois techniques les plus couramment utilisées sont:

- L'irrigation de surface,
- L'irrigation par aspersion,
- L'irrigation de goutte à goutte.

### IV.1. Les techniques d'arrosage des cultures :

#### VI.1.1. Irrigation de surface:

L'irrigation de surface consiste à amener l'eau au point le plus haut du terrain et à la laisser s'écouler par gravité. L'eau est ensuite distribuée au champ, soit par submersion (irrigation par bassins), soit dans des sillons en terre (irrigation par sillons) ou bien par ruissellement à la surface d'une planche d'arrosage (irrigation par planches).

##### ***IV.1.1.1 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

##### ***IV.1.1.2 L'irrigation par submersion***

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

**a) Les avantages de la submersion**

- Destruction des adventices
- Protégé contre le gel

**b) Les inconvénients de la submersion**

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

**IV.1.1.3 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

**IV.1.2 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

#### **IV.1.3 Irrigation par goutte à goutte**

L'irrigation localisée ou la micro irrigation est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles qui ont commun les caractéristiques suivant :

- Une alimentation en eau a proximité immédiate radicaire des plantes cultivées.
- L'utilisation souvent répétée et a la limite contenue a faibles débits instantanés

##### **a. Les avantages :**

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol
- bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées,
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- très faible besoin en main d'œuvre,
- coût d'entretien réduit,
- insensibilités au vent
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- mouille le sol que très partiellement, ce qui est favorable aux façon culturales
- Facile à automatiser
- raccourcit le cycle végétatif de la culture

##### **b. les inconvénients :**

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des goutteurs
- exige un haut degré de compétence à tous les niveaux de conception de l'installation et les conduites d- arrosages, par l'irrigant
- nécessite la filtration de l'eau d'irrigation
- fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible
- Apte seulement pour les cultures par rangée

#### **IV.2. Choix des techniques d'arrosage :**

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

##### **IV.2.1 Les contraintes naturelles**

###### **IV.2.1.1 L'évaporation**

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 1191.1mm.

**IV.2.1.2) Le vent**

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (9.75km/h moyen)

**IV.2.1.3) Le sol**

Les sols de notre périmètre présente une texture limoneuse, la perméabilité est 7.6mm/h, d'où l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter l'asphyxie des plantes, dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses .

**IV.2.1.4) La pente**

Notre périmètre à une pente qui ne dépasse pas les 0.065 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

**V.2.2 Les contraintes techniques**

- Qualification de main d'œuvre
- Entretien du matériel

**V.2.3 Les contraintes agronomiques**

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre sont constitués de cultures blé dur, pommier, Pomme de terre, Tomate et Carotte pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation localisée.

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosage basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la 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 ; Dans notre projet on opte l'irrigation localisée par l'asperseur.

***CHAPITRE V :***  
***LE RESEAU DISTRUBITION***

## INTRODUCTION

Le réseau collectif de distribution d'eau, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de dessert, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, présentée ci-après

### V.1. Réseau d'irrigation

L'objectif est de :

- Projeter un réseau d'irrigation assurant la distribution d'eau sous pression aux différents îlots par l'intermédiaire de bornes d'irrigation.
- Réalisation d'une conduite d'adduction reliant la retenue collinaire et le périmètre

Avant de procéder aux calculs hydrauliques, il faudrait connaître :

- Les conditions hydrauliques de la desserte caractérisée par le débit délivrée à chaque prise d'irrigation et la pression minimale garantie.
- Les conditions d'accès à la prise d'irrigation, spécifiant l'implantation des différentes prises d'irrigation et leur regroupement sur les bornes du réseau.

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

#### V.2.1. Selon la construction

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

**V.2.2. Selon la réalisation**

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

**V.2.3. Selon la distribution de l'eau sur le périmètre**

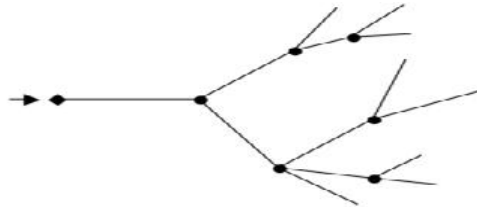
- Soit par gravité (gravitaire).
- Soit par élévation mécanique (aspersion).

**V.2.4. Selon le fonctionnement durant la période d'irrigation**

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

**V.2.5. Selon le Types de réseaux :**

a) **Réseau ramifié** : Le réseau ramifié est un réseau qui ne contient aucune boucle fermée (maille), la Figure suivante montre un réseau ramifié type :



**Figure V.1** : schéma simplifié d'un réseau ramifié

La direction de l'écoulement dans les conduites d'un réseau peut être déterminée facilement, en commençant par le nœud référence.

b) **Réseau maillé** : Ce type de réseau offre des avantages hydrauliques particulièrement intéressants puisqu'il permet l'alimentation en un point par plusieurs directions. On peut ainsi isoler une conduite tout en maintenant l'alimentation dans les canalisations situées en aval de celle-ci réduisant ainsi au minimum la surface privée d'eau.



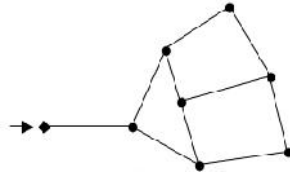


Figure V.2 : schéma simplifié d'un réseau maillé

### V.3. Choix du type de réseau

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

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

#### V.3.1. Choix du type de matériaux des conduites

Le choix des matériaux est conditionné par :

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

a) **Conduites en fonte** : Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.

b) **Conduites en acier**

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

**c) Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)**

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

**d) Avantages des canalisations en PEHD**

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

**E) Conduite en Amiante Ciment :**

Elles sont constituées d'un mélange de fibres d'amiante diffusé dans le ciment portland, elles présentent les avantages suivants :

- Bon coefficient d'écoulement dû aux parois lisses.
- Bon résistance due aux fibres d'amiante.
- Grande résistance à la corrosion chimique.

**F) Conduite en béton-armé :**

Ces conduites sont caractérisées par de gros diamètres du fait qu'elles évacuent des débits très importants. Elles présentent les qualités suivantes :

- Durabilité sans aucun entretien
- Etanchéité satisfaisante pour le béton précontraint

**\*\*En fin notre choix se portera sur :**

- Les conduites peuvent être réalisées par les matériaux suivants PEHD : pour la conduite principale et les portes rampes.
- PEBD: pour les rampes.
- PVC et PEHD pour le réseau de goutte à goutte.

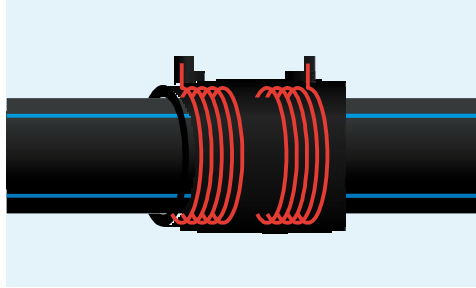
**V.3.2. Assemblage de tuyaux**

Il existe deux principales techniques de soudage du polyéthylène :

- Electro-soudage (appelé parfois électrofusion)

- Soudage Bout à bout

a) **Electrosoudage** : Cette technique consiste à réaliser des assemblages au moyen de raccords électrosoudables (manchons, coudes...ext)

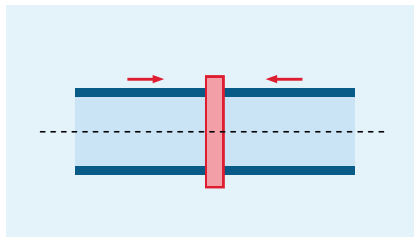


**Figure V.3** : Assemblage par électrofusion

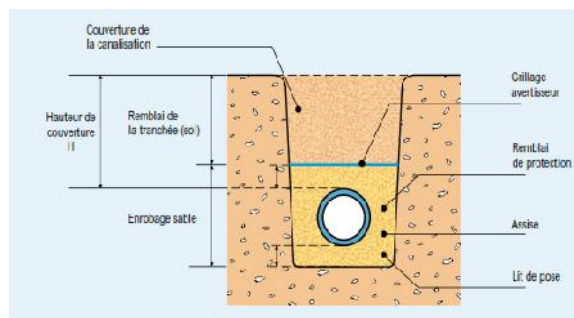
**b) Soudage bout à bout**

Le soudage bout à bout par élément chauffant est utilisé pour assembler les tubes en PE d'épaisseurs identiques et d'indices de fluidité compatibles entre eux.

Il est conseillé de n'utiliser cette technique qu'à partir du diamètre 125 mm



c) **Figure V.4** : Soudage bout à bout



**Figure V.5** : Pose des canalisations en polyéthylène

**V.3.3. Transition avec autres matériaux**

Pour la transition entre les canalisations PE et les autres types de canalisations (PVC, fonte, béton, amiante ciment...), il existe plusieurs solutions, cependant celle qui est considérée comme la plus pratique et la plus fiable consiste à utiliser les joints universels

Ce sont des raccords en fonte, revêtus en époxy et présentant une grande tolérance (jusqu'à 40 mm) en terme de diamètre d'assemblage. Le serrage par boulons est distinct des deux côtés du raccord, ce qui favorise un bon assemblage et évite la survenue de fuite.



**Figure V.6 :** Assemblage de tuyaux avec autres types de canalisations

#### V.3.3.1 Raccord

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

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

#### V.3.3.2 Matériels de contrôle des débits

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

#### V.3.3.3 Matériels de contrôle de pression

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

### **V.4. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation :**

Le terme « Ilot d'irrigation » décrit l'unité Hydro – agricole alimentée par une seule prise d'irrigation. La prise (ou borne) d'irrigation représente le point limite du système de distribution.

En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants ; Les normes utilisées pour ce travail effectué dans le cadre de l'avant-projet sommaire sont rappelées ci-dessous :

- Les îlots d'irrigation sont constitués par le groupement de plusieurs parcelles existantes dont les limites ont été scrupuleusement respectées.
- Dans toute la mesure du possible, chaque îlot d'irrigation est composé soit de parcelles privées seules, soit de parcelles domaniales seules.
- La délimitation des îlots a été effectuée de manière à leur donner une forme qui soit la plus régulière et la plus compacte possible, les limites des îlots coïncident généralement avec le tracé des voies de communication, on respecte les grandes lignes directrices du relief, lignes de crête, thalwegs.
- La taille des îlots varie dans d'assez notables proportions, mais dans tous les cas, le débit d'équipement de l'îlot est compris entre **15** et **35 l/s**. Il correspond à une main d'eau. (la surface optimale à donner à chaque îlot devrait avoir **15 à 30 ha**).

**Tableau V.1** : Débits normalisés des prises.

Taille de l'îlot S	Débit d'équipement de la prise
S ≤ 15	15
15 < S ≤ 20	20
20 < S ≤ 25	25

### V.5. Plan de bornage :

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé **plan d'implantation** des différentes bornes du réseau. Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement situé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre manière à diminuer le coût du réseau collectif.

En fin, et en générale les bornes sont implantées en tête des îlots et pour les grands îlots où pour desservir plusieurs îlots (4 ou 6 maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée au centre de la zone à desservir.

### **V.5.1. Rôle et fonction de la borne d'irrigation.**

La borne assure quatre fonctions :

- le vannage.
- la stabilisation de la pression
- la limitation du débit
- le comptage du volume d'eau délivré

### **V.5.2. Trace du réseau de distribution :**

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau, le tracé exempté un réseau ramifier (ou palmé) qui conduit à un coût d'investissement optimum. La détermination du tracé est pragmatique, si nous étions obligés de suivre les limites des parcelles, les chemins, les routes et pistes, dans le cas contraire des multiples solutions se présentent quant aux manières de réalisation d'où la recherche de la solution ou moindre coût sera adopté.

### **V.5.1. Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution**

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

### **V.6. Calcule hydraulique :**

Le calcul hydraulique a pour but de dimensionner les conduites en déterminant leur diamètre tout en respectant les vitesses minimales admissibles et en minimisant les pertes de charge.

**V.6.1. Débit nécessaire à chaque borne :**

Le débit de chaque borne est calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_b = q_{\max} \times S_p \dots\dots (V.1)$$

Avec :

- $q_{\max}$  : débit spécifique maximale (l/s/ha).
- $S_p$  : surface de chaque parcelle (ha).

**V.6.2. Vitesses :**

On limite les vitesses dans les conduite à un minimum de 0.5 m/s et un maximum de 2m/s.

$$V = \frac{Q}{S} \dots\dots (V.2)$$

Avec :

- $S$  : surface de la conduite en  $m^2$ .
- $Q$  : le débit dans la conduite en  $m^3/s$ .

**V.6.3. Calcul de pertes de charge :****a) Pertes de charge linéaires**

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- Diamètre  $D$  de la conduite en (m);
- Débit  $Q$  en ( $m^3/s$ );
- La rugosité absolue exprimée en mm;
- La longueur du tronçon  $L$  en (m).

$$\Delta H = i * l = \left. \vphantom{\Delta H} \right\} \frac{L V^2}{g x D^2} \dots\dots (V.3)$$

- $V$ : vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- $\Delta H$  : Pertes de charge linéaires en (m)
- $I$ :gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient est obtenu par les formules suivantes:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2x \log\left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \dots\dots (V.4)$$

(Formule Cole brook)

$Re$  : Nombre de Reynolds ;

$$Re = \frac{VxD}{\gamma} \dots\dots (V.5)$$

- V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s) ;
- D : diamètre de la conduite (m) ;
- : viscosité cinématique de l'eau ( $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ).
- : Rugosité absolue de la conduite
- : Rugosité absolue ; 0,046 mm (Conduite en acier).

### b) Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,.....) Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires pour une adduction ou conduite longue.

$$H_s = 0,1 * H \dots\dots(V.6)$$

### c) Pertes de charge totales ( H t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$H_t = H_l + H_s \Leftrightarrow H_t = H_l + 0,1 \times H_l$$

$$\Rightarrow H_t = 1,1 \times H_l \dots(V.7)$$

La pression minimale de service d'irrigation à la parcelle dans notre périmètre est Basée à l'irrigation par aspersion ( $P_{\min} \equiv 3 \text{bars}$ ).

#### V.6.4. Pression demandée aux bornes d'irrigation :

L'expression (V.8) définit la pression affectée aux bornes d'irrigation pour un bon Fonctionnement des appareils d'irrigation.

$$P_B = P_a + r \dots\dots (V.8)$$

Dans la quelle :

- $P_B$  : Pression à la borne.
- $P_a$  : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple



- r : Marge de sécurité  $\approx 1$  bar

La pression disponible à l'amont des bornes des réseaux collectifs est généralement de l'ordre de 3 à 4.5 bars, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

#### V.6.4. Les diamètres :

Le choix des diamètres doit présenter une économie pour la réalisation du projet ainsi que pendant l'exploitation suivant les débits des tronçons et les vitesses permises on détermine les diamètres normalisés les plus proches, puis suivant les coûts de réalisation et ceux de l'exploitation on choisit les diamètres à coût minime.

### V.7. Calcul hydraulique du réseau

Le calcul hydraulique du réseau avec l'optimisation des diamètres a été effectué à l'aide du logiciel EPANET 2.0 (version française).

Les données nécessaires au logiciel pour faire la simulation sont :

- La longueur de conduite en (m).
- Le diamètre de la conduite en (mm)
- Le débit de la borne en (l/s).
- L'altitude des bornes en (m).
- La rugosité des conduites en (0.01 mm).
- La charge totale (du réservoir) en (m).

**Tableau V.2 :** Calcul des débits de la borne.

bornes	surface (ha)	qs (l/s/ha)	débits (l/s)
<b>CH</b>	/	/	132,00
<b>A</b>	12,53	1.2	15,04
<b>b</b>	8,95		10,74
<b>D</b>	4,55		5,46
<b>c</b>	14,02		16,82
<b>e</b>	19,7		23,64
<b>f</b>	24,93		29,92
<b>h</b>	15,32		18,38
<b>I</b>	10		12,00
<b>n6</b>	/		/
<b>n5</b>	/	/	53,56
<b>n4</b>	/	/	83,94
<b>n3</b>	/	/	106,22
<b>n2</b>	/	/	116,96
<b>n1</b>	/	/	132,00

Après l'introduction de ces données on fait la simulation qui nous donne la pression à la borne. On modifie les diamètres et on fait la simulation jusqu'à l'obtention d'un bon résultat.

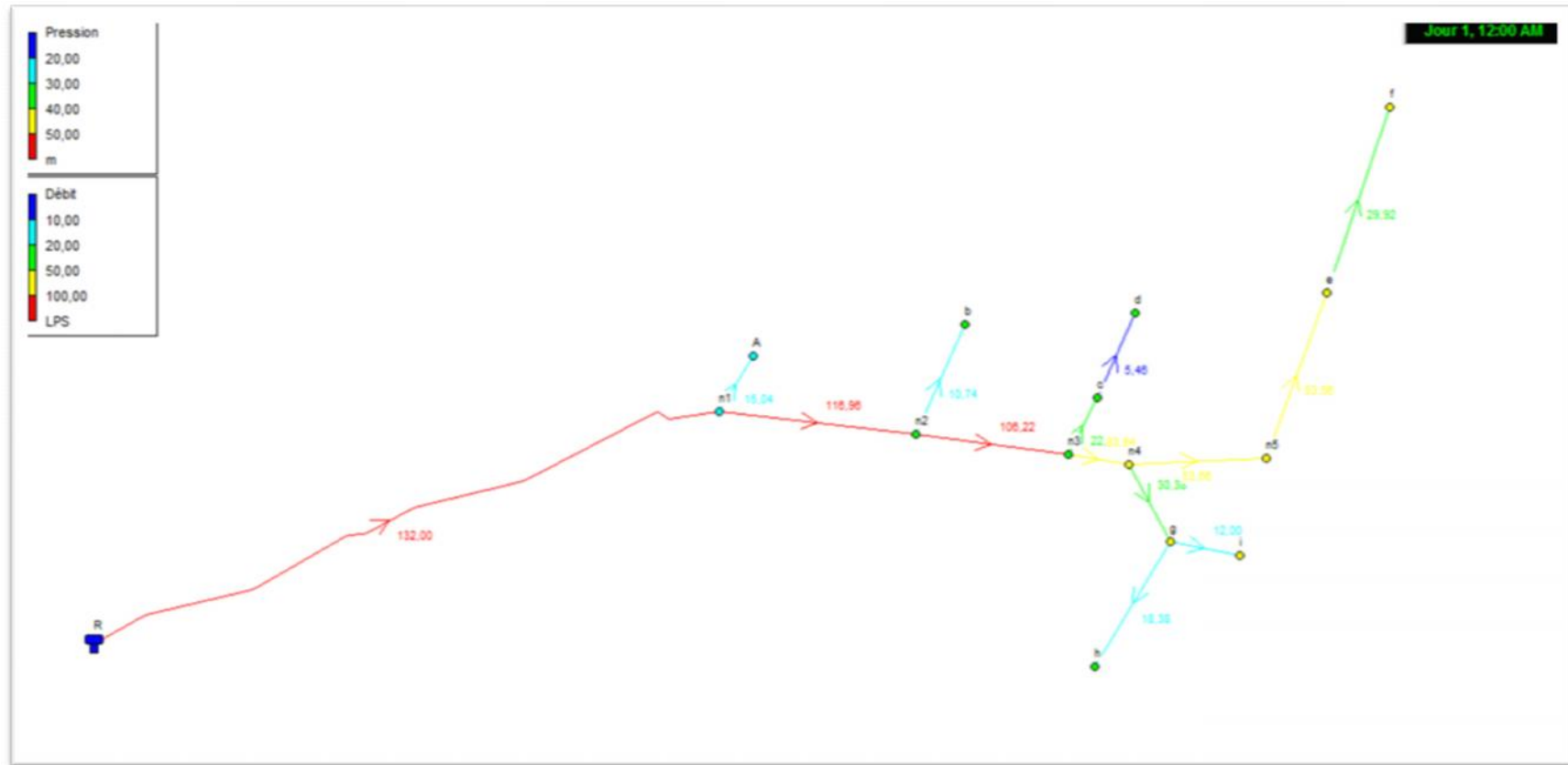


Figure V. 7 : Résultat de simulation qui interprète l'état de réseau (valeurs du débit).

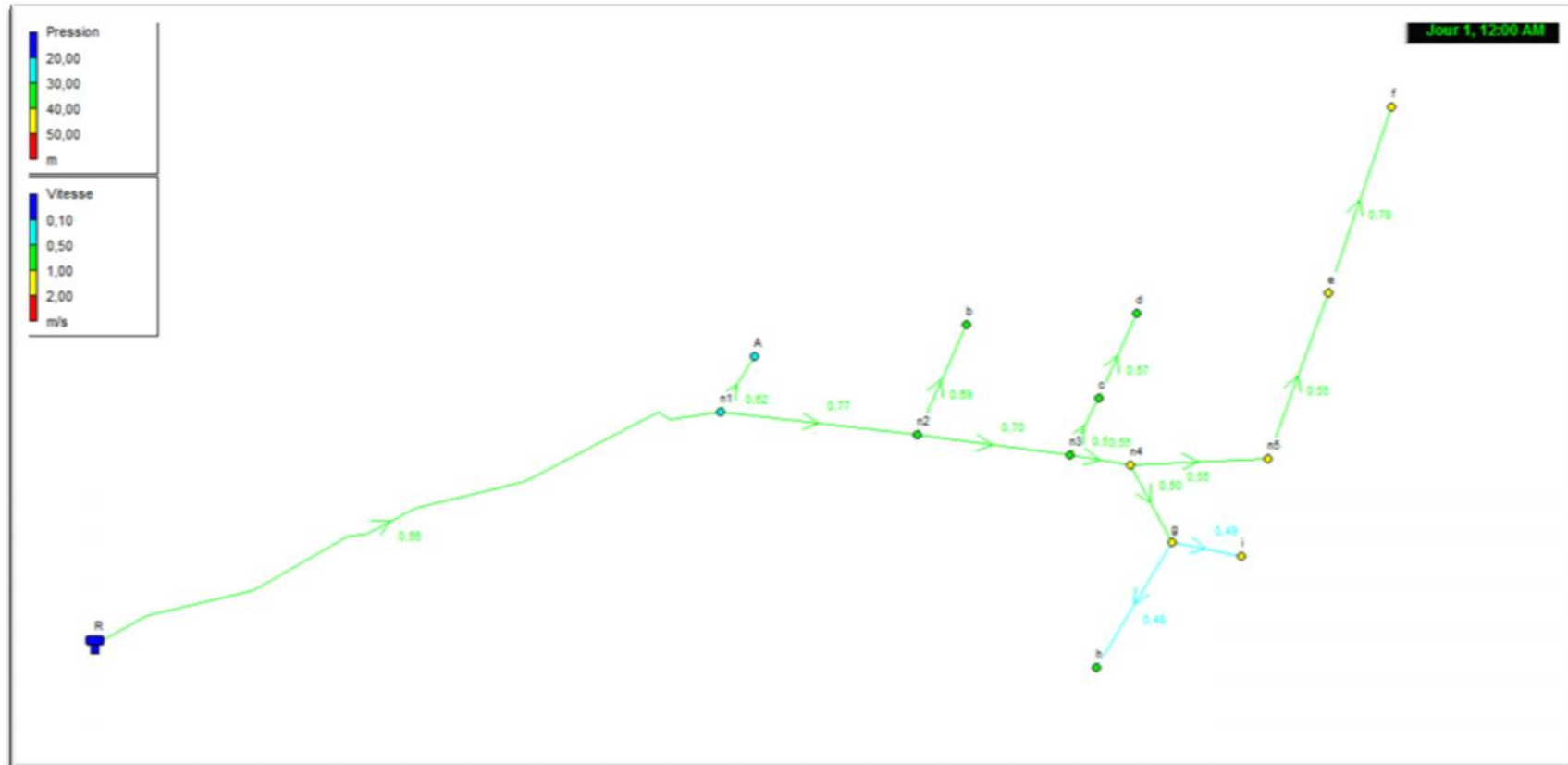
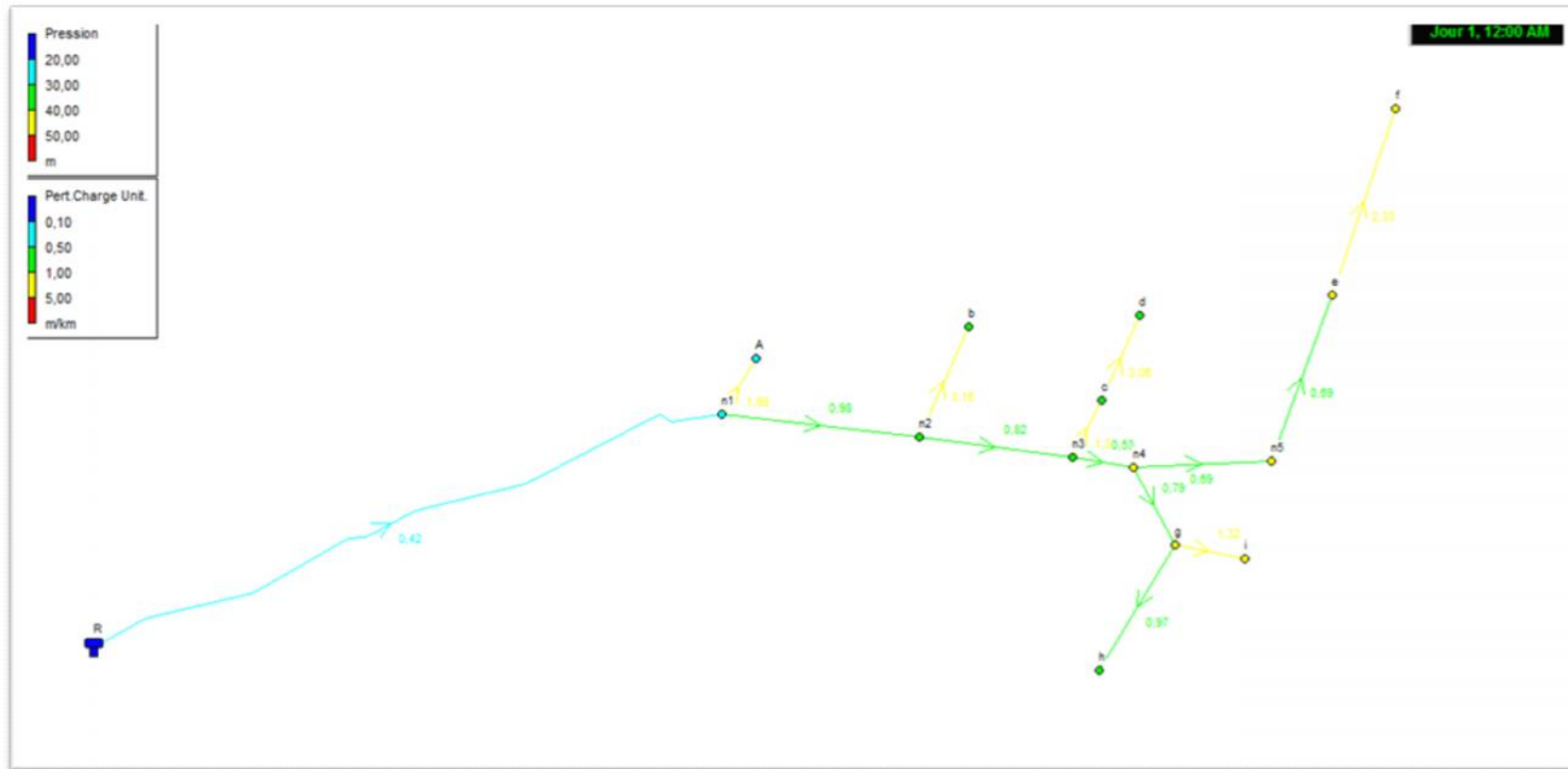


Figure V. 8: Résultat de simulation qui interprète l'état bas de réseau (valeurs des vitesses).



**Figure V. 9:** Résultat de simulation qui interprète l'état bas de réseau (valeurs des part charge).

**Tableau V.3 :** Calcul des débits et des pressions de la borne

État des Nœuds du Réseau					État des Arcs du Réseau						
	Altitude	Demande	Char	Pression	Tanc	Longu	D int	Débit	Vitesse	Pert.Charge	D ext
ID Nœud	m	L/S	m	m	ID	m	mm	L/S	m/s	m/km	mm
Noeud n1	695	0	723,51	28,51	n1-a	114	176,2	15,04	0,62	1,98	200
Noeud f	680	29,92	721,65	41,65	n1-	346	440,6	116,96	0,77	0,98	500
Noeud e	676	23,64	722,46	46,46	n2-	269	440,6	106,22	0,7	0,82	500
Noeud n4	680	0	722,89	42,89	n3-c	73	220,4	22,28	0,58	1,37	250
Noeud g	679	0	722,79	43,79	c-d	200	110,2	5,46	0,57	3,06	125
Noeud i	675	12	722,63	47,63	n3-	108	440,6	83,94	0,55	0,53	500
Noeud h	684	18,38	722,54	38,54	n4-g	125	277,2	30,38	0,5	0,79	315
Noeud n3	683	0	722,95	39,95	g-i	124	176,2	12	0,49	1,32	200
Noeud c	683	16,82	722,85	39,85	g-h	255	220,4	18,38	0,48	0,97	250
Noeud d	692	5,46	722,24	30,24	n4-	340	352,6	53,56	0,55	0,69	400
Noeud A	695	15,04	723,28	28,28	n5-e	275	352,6	53,56	0,55	0,69	400
Noeud b	692	10,74	722,51	30,51	n2-b	210	141	10,74	0,69	3,16	160
Noeud n2	686	0	723,17	37,17	R-n1	1182	550,2	132	0,56	0,42	600
Noeud n5	675	0	722,65	47,65	e-f	350	220,4	29,92	0,78	2,33	250
Réservoir R	724	-132	724								



**Figure V. 10:** Résultat de simulation qui interprète l'état max de réseau (valeurs des vitesses).



Figure V. 11: Résultat de simulation qui interprète l'état max de réseau (valeurs des part charge).



**Tableau V.3 :** Calcul des débits, les vitesses et des pressions de la borne dans l'état max du pression

État des Noeuds du Réseau					État des Arcs du Réseau						
	Altitude	Demande	Charge	Pression	Tances	Longueur	D intérieure	Débit	Vitesse	Pert.Charge	D extérieure
ID Noeud	m	LPS	m	m	ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km	mm
Noeud n1	695	0	733,51	38,51	n1-a	114	176,2	15,04	0,62	1,98	200
Noeud f	680	29,92	731,65	51,65	n1-n2	346	440,6	116,96	0,77	0,98	500
Noeud e	676	23,64	732,46	56,46	n2-n3	269	440,6	106,22	0,7	0,82	500
Noeud n4	680	0	732,89	52,89	n3-c	73	220,4	22,28	0,58	1,37	250
Noeud g	679	0	732,79	53,79	c-d	200	110,2	5,46	0,57	3,06	125
Noeud i	675	12	732,63	57,63	n3-n4	108	440,6	83,94	0,55	0,53	500
Noeud h	684	18,38	732,54	48,54	n4-g	125	277,2	30,38	0,5	0,79	315
Noeud n3	683	0	732,95	49,95	g-i	124	176,2	12	0,49	1,32	200
Noeud c	683	16,82	732,85	49,85	g-h	255	220,4	18,38	0,48	0,97	250
Noeud d	692	5,46	732,24	40,24	n4-n5	340	352,6	53,56	0,55	0,69	400
Noeud A	695	15,04	733,28	38,28	n5-e	275	352,6	53,56	0,55	0,69	400
Noeud b	692	10,74	732,51	40,51	n2-b	210	141	10,74	0,69	3,16	160
Noeud n2	686	0	733,17	47,17	R-n1	1182	550,2	132	0,56	0,42	600
Noeud n5	675	0	732,65	57,65	e-f	350	220,4	29,92	0,78	2,33	250
Réservoir R	722		734	12							

## **Conclusion**

Le réseau d'irrigation projeté est de type ramifié avec distribution à la demande et il couvre les besoins en eau du périmètre pendant la période de pointe sur une superficie d'environ de 110 ha.

Ce réseau est conçu pour une utilisation de l'eau par gravité à partir de la chambre de vanne projeté avec le barrage

Le réseau de distribution est formé d'une conduite principale est de conduites secondaires en PEHD de diamètres varia entre 600 au 500 et 400 mm et de pression nominale PN10 bars desservant des bornes d'irrigation projetées au niveau des ilots d'irrigation.

***CHAPITRE VI :***  
***DIMENSIONNEMENT***  
***DE LA PARCELLE***

**VI.1 : introduction**

Pour le dimensionnement nous avons pris comme exemple une sous parcelle de 110Ha .Elle est occupée par culture (blé)

**VI.2 : Dimensionnement théorique****VI.2.1 : 1 Le diamètre de l'ajutage**

La perméabilité du sol  $K= 7.5$  mm/h.

On pose  $p = k$  tel que  $p$  : pluviométrie de la buse.

En prendre  $p= 7.5$  mm/h.

Le diamètre de la buse se calcul par la relation:

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04} \dots\dots\dots \text{VI.1}$$

D'où  $d = \frac{7.5 \cdot 1,04}{1,5} = 5.2mm$

D'après la fiche technique d'un arroseur, le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 5 mm

**VI.2.2 : La portée du jet (L)**

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots\text{VI.2}$$

Ou  $d$  : diamètre de la buse (mm)

$h$  : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 5^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 15.7m$$

**VI.2.3: Ecartements entre les rampes et arroseurs**

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

$$E_l \text{ entre les lignes d'arrosage : } 1,3 \text{ à } 1,02 L. \dots\dots\dots\text{VI.3}$$

$$E_a \text{ entre les arroseurs sur la rampe : } 0,8 \text{ à } 0,5 L. \dots\dots\dots\text{VI.4}$$

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

Donc on prend les valeurs maximales :

$$E_l = 1,02 \times 15.7 = 16.01m$$

$$E_a = 0,5 \cdot 15.7 = 7.85m \text{ On prend les valeurs normalisées des écartements.}$$

$$E_l=18m, \quad E_a=12m.$$

Vérification avec méthode de rectangulaire

$$2L \leq \sqrt{Ea^2 + El^2} \dots\dots\dots VI.5$$

$$31.4 \leq 21$$

**VI .2.4 : Débit de l'asperseur :**

Le débit d'un asperseur se calcul, par la relation suivante :

$$q = 0,95 \cdot \frac{f \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 1,63 m^3 / h \dots\dots\dots VI.6$$

Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

$$D'où \quad p = \frac{1,63}{18 \cdot 12} = 7,5 mm/h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie P K=7.6 mm/h.

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcule d'après la relation suivante :

$$T = \frac{dose}{p} \dots\dots\dots VI.7$$

Tel que:

La dose est RFU (RFU= 56mm)

P=7.5mm/h d'où

$$T = \frac{56}{7.5} = 7.4.heurs \dots\dots T_{normalise} = 7 heurs$$

Donc on pourra adapter 3 positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement de 21 heurs

**VI .2.5 : Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :**

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a \dots\dots\dots VI.8$$

$$V = 3 \times 30 \times 0.056 \times 12 \times 18 = 1086.64 m^3 \quad \text{====>} \quad V = 1086.64 m^3.$$

**VI .2.6 : Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :**

S de la zone irrigué par aspersion = 10 ha.

Les besoins mensuels de céréales = 179.72 mm /mois.

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = 17972 m^3 \dots\dots\dots VI.9$$

**VI .2.7 : Le nombre d'asperseurs :**

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$Nt = \frac{Vt}{v} \dots\dots\dots VI.10$$

$$Nt = \frac{17972}{1086.64} = 17 \text{ asp}$$

### VI .2.8 : Calcule des rampes :

#### a. La langue des rampes

$$Lr = \frac{Lt-Ea}{2} = \frac{224-12}{2} = 106\text{m} \dots\dots\dots VI.11$$

#### b. Nombre d'asperseur par une rampe

$$Na.r = \frac{Lr}{Ea} + 1 = \frac{106}{12} + 1 = 10 \text{ asp} \dots\dots\dots VI.12$$

#### c. Nombre des rampes

$$Nr = \frac{Nt}{Na.r} = \frac{17}{10} = 1.7 \text{ rampes} \dots\dots\dots VI.13$$

Normalise :

$$Nr = 2$$

$$Nt = Nr \times Na.r = 2 \times 10 = 20 \text{ asp}$$

#### d. Nombre de position des rampes

$$Npr = \frac{L}{E_l} = \frac{448}{18} = 24.9 \Rightarrow Npr = 25 \dots\dots\dots VI.14$$

L: longueur de parcelle = 448 m, El espacement entre les rampe =18m.

Le nombre de poste égale à 25.

#### e. Le débit de la rampe

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur × le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_R = 1.63 \times 10 = 16.3 \text{ m}^3/\text{h}.$$

#### f. Le débit de port rampe

Le débit de port rampe = le débit de un rampe × le nombre de rampe.

$$Q_R = 16.3 \times 2 = 32.6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**VI .3 : Dimensionnement des canalisations :**

**VI .3.1 : calcul des pertes de charge :**

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de type Manning :

$$i = a \frac{Q^b}{D^c} \quad \dots\dots\dots VI.15$$

Avec : i : perte de charge unitaire en m/m  
 Q : débit en m<sup>3</sup>/s.  
 D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 n^2 ; \quad b=2 ; \quad c=5.333$$

**Notion :** Pour l'alliage n =0.01 et pour l'acier n = 0.095

**VI .3.2 : Diamètre de conduite d'approche :**

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

-Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) :

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 Qr}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 32.6}{\pi * 1.8 * 3600}} = 0.08m \quad \dots\dots\dots VI.16$$

$$75.1 \text{ mm} < D_{min} < 100.4 \text{ mm}$$

-Les diamètres économiques se calculent sur base des vitesses économiques entre (1.25 et 1.5) m/s :

$$V = 1.25 \text{ m/s} \quad D_{\text{éco}} = 88 \text{ mm}$$

$$V = 1.5 \text{ m/s} \quad D_{\text{éco}} = 95 \text{ mm}$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 100.4 mm est le plus approprié.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire I

$$I = \frac{6}{Lft} \quad \text{avec } 6 \text{ m} = 20\% \text{prission } (p = 30 \text{ mce}) \quad \dots\dots\dots VI.17$$

$$Lft = Lpr + (Lf - Ea/2) \quad \dots\dots\dots VI.18$$

$$Lpr = (l - El) = 448 - 18 = 430m \dots Lpr=432m (6n)$$

$$Lf = Ea x \frac{(n+1)x(2n+1)}{6n} \quad \dots\dots\dots VI.19$$

$$L_f = 12 \times \frac{(20 + 1) \times (2 \times 20 + 1)}{6 \times 20} = 86.1 \text{ m}$$

$$L_{ft} = 432 + (86.1 - 6) = 512.1 \text{ m}$$

$$I = \frac{6}{512.1} = 0.012 \text{ m/m}$$

$$D_{pr} = 5.33 \sqrt{\frac{103 \times 10^{-5} \times 32.6^2}{0.012 \times 3600^2}} = 0.108 \text{ m}$$

$$100.4 \text{ mm} < D_{Dpr} < 125.5 \text{ mm}$$

Recalculate I:

$$D_{Dp} = 100.4 \text{ mm} \rightarrow i = 103 \times 10^{-5} \frac{32.6^2}{0.1004^{5.33} \times 3600^2} = 0.0177 \text{ m/m}$$

$$H_{pr} = i \times L = 0.0177 \times 432 = 7.6 \text{ m} \geq 6 \text{ m} \quad \text{n'pas Vérifié}$$

$$D_{Dp} = 125.5 \text{ mm} \rightarrow i = 103 \times 10^{-5} \frac{32.6^2}{0.1255^{5.33} \times 3600^2} = 0.005 \text{ m/m}$$

$$H_{pr} = i \times L = 0.005 \times 432 = 2.15 \text{ m} < 6 \text{ m} \quad \text{Vérifié}$$

### VI .3.3:Diamètre des rampes :

-Le diamètre minimum :

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 Q_r}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16.3}{\pi \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 0.057 \text{ m}$$

$$49.9 \text{ mm} < D_{min} < 68.9 \text{ mm}$$

-Les diamètres économiques :

$$V = 1.25 \text{ m/s} \quad D_{éco} = 62 \text{ mm}$$

$$V = 1.5 \text{ m/s} \quad D_{éco} = 68 \text{ mm}$$

$$\text{Normalisé } D_{éco} = 68.9 \text{ mm}$$

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire Ir

$$H_{rt} \leq 6 - H_{pr} = 6 - 2.15 = 3.85 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{3.85}{86.1} = 0.045 \text{ m/m}$$

$$D_r = 5.33 \sqrt{\frac{103 \times 10^{-5} \times 16.3^2}{0.045 \times 3600^2}} = 0.065 \text{ m} \Rightarrow D_r \geq 68.9 \text{ mm}$$

Recalcule I :



$$D_{Dp} = 68.9\text{mm} \rightarrow i = 103 \times 10^{-5} \frac{16.3^2}{0.0689^{5.33} \times 3600^2} = 0.033\text{m/m}$$

$$H_r = i \times L = 0.033 \times 86.1 = 2.84 \text{ m} \leq 3.85 \text{ m} \quad \text{Vérfifié}$$

$$D_{Dp} = 75.1\text{mm} \rightarrow i = 0.021\text{m/m}$$

$$H_{pr} = i \times L = 0.021 \times 86.1 = 1.8 \text{ m} \quad 3.69 \text{ m} \quad \text{Vérfifié}$$

Tableau VI-1 : Résultat de calcul pratique d'aspersion

Paramètres	Canalisation d'approche	Rampe
Longueur (m)	448	106
Diamètre (mm)	125.5	68.9
Débit (l/s)	9.06	4.53
Vitesse (m/s)	0.73	1.21
Perte de charge (m)	2.15	2.84

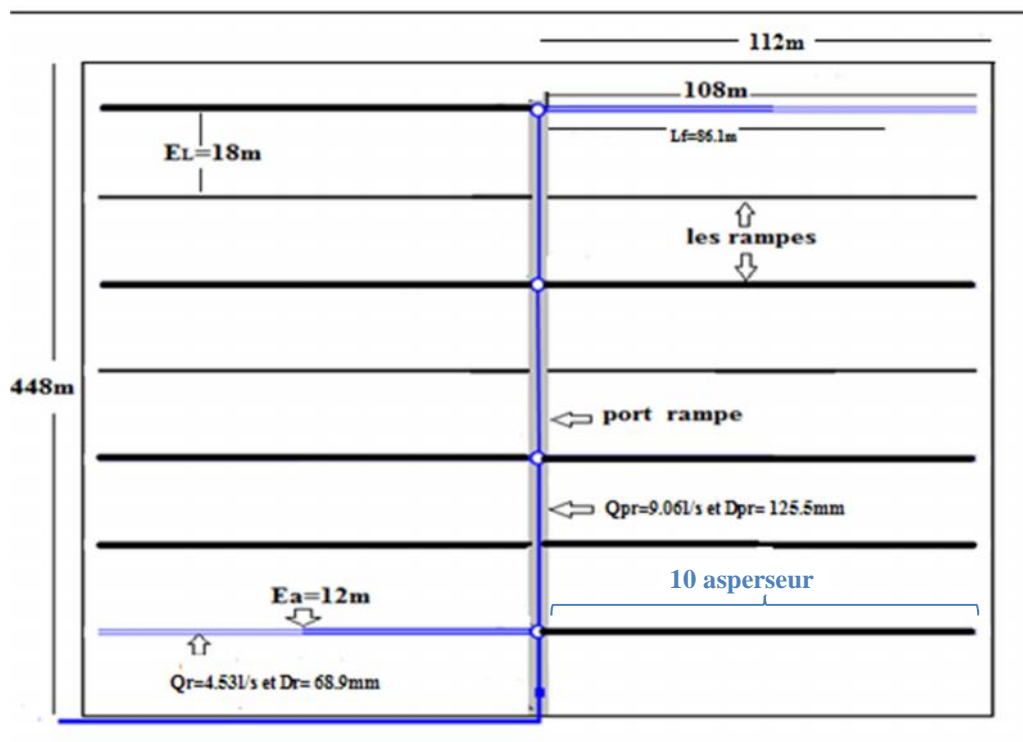


Figure.V.1 : les éléments techniques de parcelle

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

**Introduction :**

La protection de travail comprend tous, un système de mesure d'ordre social, économique, technique, hygiénique, organisationnel et juridique qui garantissent l'assurance de la protection de la santé de la capacité de travail des travailleurs plus encore que beaucoup d'autres travaux, les chantiers sont dangereux et les accidents graves peuvent se produire touchant aussi le personnel que le public.

Les différentes organisations intéressées et le service de l'inspection du travail ont édictés un certain nombre de règlements applicable au chantier.

Ces règlements doivent être strictement appliqués. Ils contribuent limiter au maximum les accident et dégageront la responsabilité des dirigeant du chantier qui pueraient être tenus pour responsables on cas toutes les dispositions n'avaient pas été prises pour que les règles en vigueur soient appliquées.

En ce qui concerne la sécurité pendant la période de construction et l'exploitation de la retenue, la prévention contre les accidents est très importante, vu leurs gravités.

C'est pourquoi, les tâches de mon étude concernent les questions suivantes :

Les causes des accidents pendant la construction de la retenue et les ouvrages annexes.

Les mesures de prévention contre les accidents.

Les travaux de terrassement.

**VII.1. Matériels et dispositifs de sécurité :**

L'étude et le projet du matériel essentiel à la sécurité du barrage, tel que vannes d'évacuation, vannes et pompes de drainage, dispositifs de décompression, installations de protection contre la glace, dispositifs de protection contre l'incendie, dispositifs de contrôle et d'alarme, etc., incluent les mesures destinées à assurer le bon fonctionnement de ce matériel dans les conditions critiques éventuelles. Par exemple, de telles mesures appropriées pouvant comprendre : le déboulement des installations et dispositifs, un contrôle local en plus du contrôle à distance, un déclenchement automatique des dispositifs de sécurité, une commande manuelle de secours.

Lors de l'étude des ouvrages abritant ou supportant le matériel mécanique ou électrique qui concerne la sécurité de la retenue, on doit veiller à établir des accès praticables dans les conditions critiques et autres conditions exceptionnelles, telles que conditions hivernales sévères, orages, crues, défauts d'alimentation électriques, etc.

Le matériel essentiel à la sécurité de l'exploitation est raccordé à des sources d'énergie indépendantes. L'étude et le projet des sources et des lignes d'alimentation en énergie doivent tenir compte des situations critiques, naturelles et d'exploitation.

Les documents de projet comprennent un programme de mesures d'entretien préventives visant à remplacer régulièrement les éléments sujets à l'usure avant qu'ils entraînent le mauvais fonctionnement du matériel.

Le bureau de projet fournit un manuel d'exploitation et d'entretien de tout le matériel mécanique et électrique, établi à partir des documents spécifiques élaborés par les constructeurs du matériel.

Si la rupture d'une conduite d'eau risque de menacer des vies humaines ou d'entraîner des dégâts matériels importants, un dispositif de coupure automatique est installé.

## **VI1.2. Les causes des accidents pendant la construction de la retenue et les ouvrages annexes :**

L'accident du travail est rarement le fait d'un hasard ou de la fatalité. Les enquêtes effectuées après les accidents font toujours apparaître une multitude de causes s'ajoutant les unes aux autres pour provoquer l'accident.

Les causes sont la somme de différents facteurs classés en deux catégories distinctes :

### **VII.2.1 Facteur matériel et facteur humain :**

Le facteur matériel concerne les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours du travail. Les causes d'accidents d'origine matériel proviennent soit :

- De la profession en général et du poste de travail en particulier;
- De la nature et de la forme des matériaux mis en œuvre;
- De l'outils et machines utilisés : implantation, entretien, etc....;
- De l'exécution du travail : Eclairage, conditions climatiques....;
- Des conditions d'hygiène et de sécurité : Ventilation, protection...;

Par opposition aux conditions dangereuses techniquement et pratiquement décelables, les actions dangereuses dans le travail sont imputables au facteur humain et nécessitent par fois l'intervention de psychologues avertis.

Certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment selon les circonstances, ou selon son humeur personnelle.

### **VII.2.2 Les mesures de prévention contre les accidents:**

Ces mesures sont la suite logique de l'étude de sécurité, qui concerne tous les membres de l'entreprise.

Tous doivent contribuer à la lutte contre l'accident.

Les efforts de préventions seront couronnés si chacun collabore à la recherche et la suppression des risques, à la mise en place de dispositifs de protection.

Chacun doit se comporter de telle façon qu'il ne s'expose, ni expose ses compagnons, au danger.

#### **a) Les équipements de protection individuelle**

Le port des équipements individuels de protection est une mesure efficace de prévention.

Il permet de éviter de nombreux accidents à la tête, aux mains, aux pieds, aux yeux, etc.....

- ❖ Porter les casques :
  - Dans tous les endroits,
  - Pour tous travaux, en raison des risques de blessures, à la tête, consécutifs à des chutes d'outils, des matériaux ou à des heurts.
- ❖ Porter des chaussures ou des bottes de sécurité avec semelle et coquille d'acier pour éviter:
  - Les piques.
  - Les écrasements.
- ❖ Porter des gants appropriés aux travaux à exécuter, pour éviter :
  - Les maladies de la peau.
  - Les piqûres.
- ❖ Ne jamais porter de vêtements huileux, gras, au cours de travaux de soudage ou de découpage. Ces vêtements risquent de s'enflammer.

## b) L'ordre dans le chantier et aux postes de travail

L'ordre est facteur essentiel de sécurité

Maintenir les accès, les passages dégagés.

Stocker les matériaux correctement pour éviter tous risques d'accidents lors du passage des travailleurs.

## c) Les blindages

L'éboulement des parois est toujours à craindre lors des travaux en tranchée. Les accidents sont toujours graves : écrasement, asphyxie.

Les tranchées doivent être blindées.

Ne jamais descendre dans une tranchée non blindée, soit pour réaliser la pose des blindages, soit pour exécuter les travaux.

Un espace libre suffisant doit être réservé entre le bord de la tranchée et les matériaux.

**VII.2.3 Les travaux de terrassement :**

Tout ouvrage d'art repose sur le sol, il est donc nécessaire d'examiner soigneusement les terrains sur lesquels il repose. Cette reconnaissance faite, on procède à l'implantation de l'ouvrage. Pour cela, il faut faire des fouilles, des tranchées et des excavations : se sont les déblais. Les remblais constituent l'opération inverse qui consiste à combler un vide par rapport de terre.

- Les risques spécifiques aux travaux de terrassement, concernant essentiellement:
- La circulation des engins;
- Les éboulements;
- La rupture des canalisations souterraines;
- Les explosifs;
- La chute de matériaux ou personne dans les fouilles.
- La chute des personnes lors des travaux de plain-pied ou en élévation par suite de sols glissants ou encombrés;
- Le contact accidentel d'engin avec les lignes aériennes sous tension;
- Les blessures provoquées par les organes mobiles;
- Les traumatismes dues à la conduite d'engins;
- Les heurts par les véhicules et engins de chantiers;
- La collision entre engins.
- La prévention de ces risques nécessite des mesures à prendre lors de l'exécution des travaux de terrassement.

**Les machines et outils**

- Les machines à travailler les matériaux (bois, métal), les bétonnières, les appareils de soudage ou découpage, les grues, les excavatrices etc. ne peuvent être utilisées et entretenues que par des personnes compétentes formées pour ces opérations.
- Les instructions d'emploi et d'entretien doivent être respectées.
- Les différentes machines doivent être à l'arrêt pour tous les travaux de nettoyage et d'entretien.
- Ne pas dépasser la charge maximale d'utilisation qui doit être inscrite bien lisiblement sur les monte-matériaux, grue et tous les autres appareils de levage.
- Ne pas rester dans le rayon d'action des engins de levage et de terrassement pour éviter des accidents :

- par heurts;
- par chute de matériaux.
- Après un choc, une chute, ne pas utiliser un outil électrique portatif avant qu'il ait été vérifié par une personne compétente.
- Ne pas utiliser les outils électriques portatifs à l'extérieur en cas de pluie.

### Les installations électriques

- Seul un électricien, qualifié et désigné, peut installer, modifier, réparer, entretenir les installations électriques.
- Dans le cas de travaux à proximité de lignes aériennes ou de câbles souterrains, respecter les distances de sécurité.
- **Les premiers soins**
- Après avoir encouru personnellement un petit accident (coupure, piqûre...)
- Avertir directement le chef;
- Se faire soigner immédiatement, même si la plaie semble bénigne afin d'éviter toute complication.
- Sur le chantier, il existe une boîte de premiers soins;
- Se, malgré les soins, la plaie s'infecte, consulter un médecin.

Tableau VII.1: Plan de sécurité adapté aux travaux de terrassement généraux, de soutènement et de fondations profondes

Objectifs visés	mesures appropriées à envisager
Prévenir les risques d'accident par chutes, véhicules et engins de chantier.	Disposition prises concernant : - La signalisation du chantier de jour comme de nuit. - Les zones interdites au public. - Les précautions spéciales à prendre en cas de brouillard. - Réglementation de la circulation. Signalisation interne aux chantiers, dépôts (panneaux, fléchages, etc.....)
Limiter les risques d'incidents lors de l'approvisionnement du chantier. Assurer la stabilité, la consolidation et la reprise aisée des éléments stockés.	Repérage des lignes électriques.
Prévenir les accidents lors de l'utilisation du matériel : De renversement des engins, De l'éboulement des terres.	Disposition à prendre pour le guidage des camions et des engins notamment lors des manœuvres en marche arrière.
Eviter les heurts entre les engins et renversements des engins.	Interdictions (dépassement, stationnement). Voies à sens unique. Vitesses limitées. Priorités.

Assurer la stabilité à la conservation et la reprise aisée des éléments stockés.	Définition des lieux de stockage des divers matériels. Moyens de calage. Chargement et déchargement.
Eliminer les surcharges en bordure des fouilles.	Mode de stockage des déblais et leur modèle déchargement.
Eviter les risques crée par les véhicules et engins et les heurts entre engins.	Disposition à prendre : Pour le guidage des camions en zone encombrée ou en terrain accidenté, l'approvisionnement des matériaux, l'évacuation de déblai
Prévenir les chutes des objets	Examen des câbles soumis à des sollicitations particulières.

Avant le commencement des travaux, il faut prendre toute mesure utile notamment la suppression ou l'enlèvement au niveau de l'air de travail, de tout obstacle de nature à provoquer un accident.

## CONCLUSION

La prévention devrait tendre à ne pas être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs.

Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est-à-dire; faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

La Charte Nationale précise "qu'il y a lieu de renforcer les conditions relatives à une meilleure organisation de l'hygiène, de la sécurité et de la médecine du travail. L'action devra être mise, notamment, sur l'action préventive dans la lutte contre les risques professionnels".

# Conclusion générale

Au terme de ce travail : Aménagement Hydro Agricole de la plaine de Tarek ben Ziad wilaya Ain Defla, il ressort que le dimensionnement d'un réseau d'adduction et de distribution n'est pas si simple.

- La connaissance des caractères physico-chimiques des sols permettra par cette occasion l'introduction des cultures adéquates dans la région.
- En effet beaucoup de contraintes aussi bien techniques qu'administratives peuvent influencer sur le tracé du réseau.
- L'aspect économique demeure aussi un point essentiel pour le choix du tracé qui a pu gravitairement nous assurer des pressions nominale PN10 au niveau des bornes d'irrigation.
- Le système d'irrigation est constitué de la conduite principale et des conduites secondaires en PEHD de diamètres varient entre 400 et 600 mm

L'intérêt de ce projet est immense car l'irrigation va permettre une diversification des cultures en places, un accroissement des rendements surtout pour la céréaliculture.

La projection des systèmes d'irrigation modernes tels que l'aspersion permette une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol.

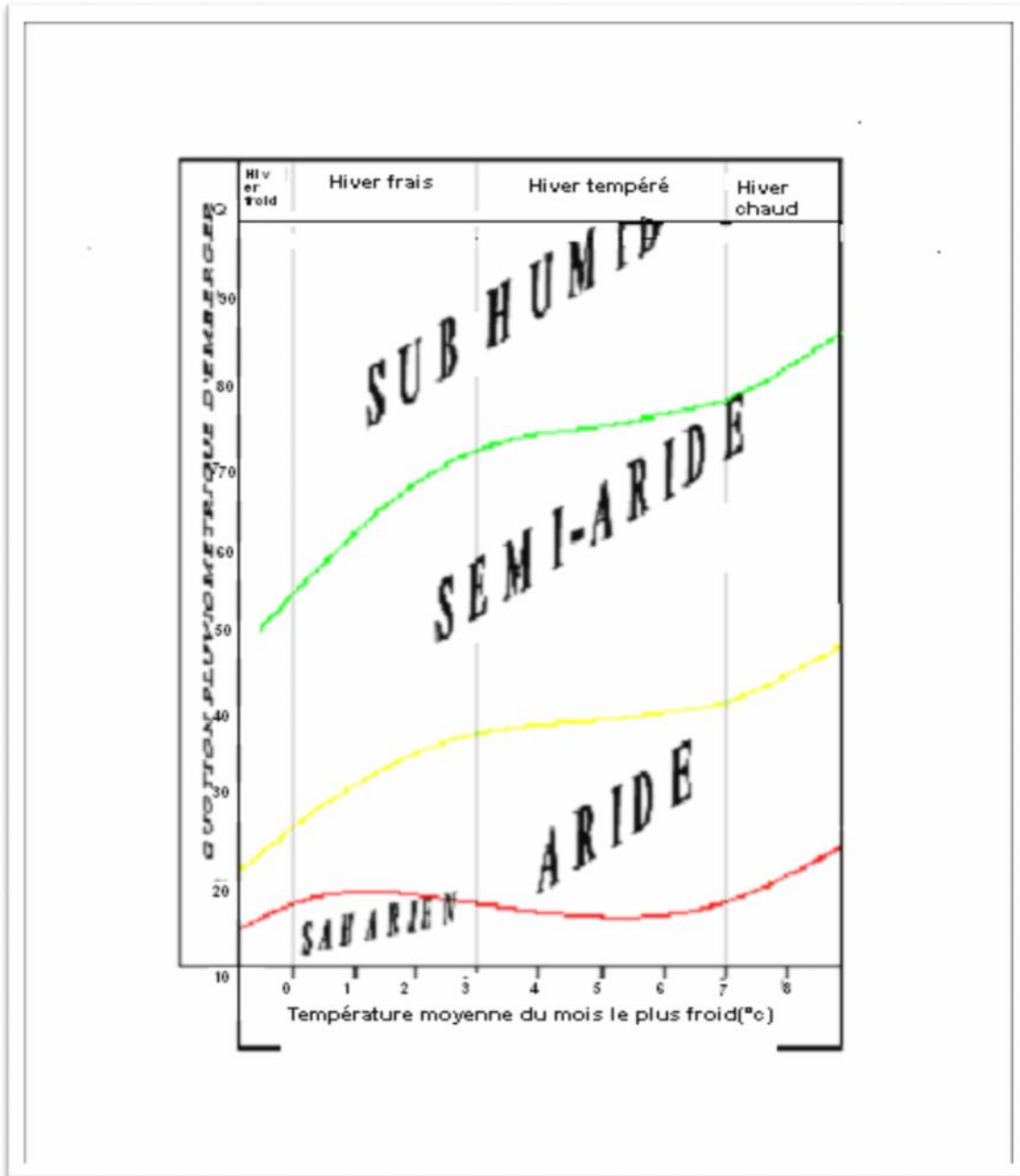
Ce projet peut donc contribuer à améliorer l'ensemble des facteurs socioéconomique de la région, le but est d'assurer un bon recouvrement du périmètre d'irrigation à fin d'alimenter convenablement toute la superficie à irriguer, ce qui va améliorer le rendement et d'avoir une stabilité moyenne à long terme.



# ***ANNEXES***

ANNEXE 1

Diagramme bioclimatique d'Emberger



## ANNEXE 2

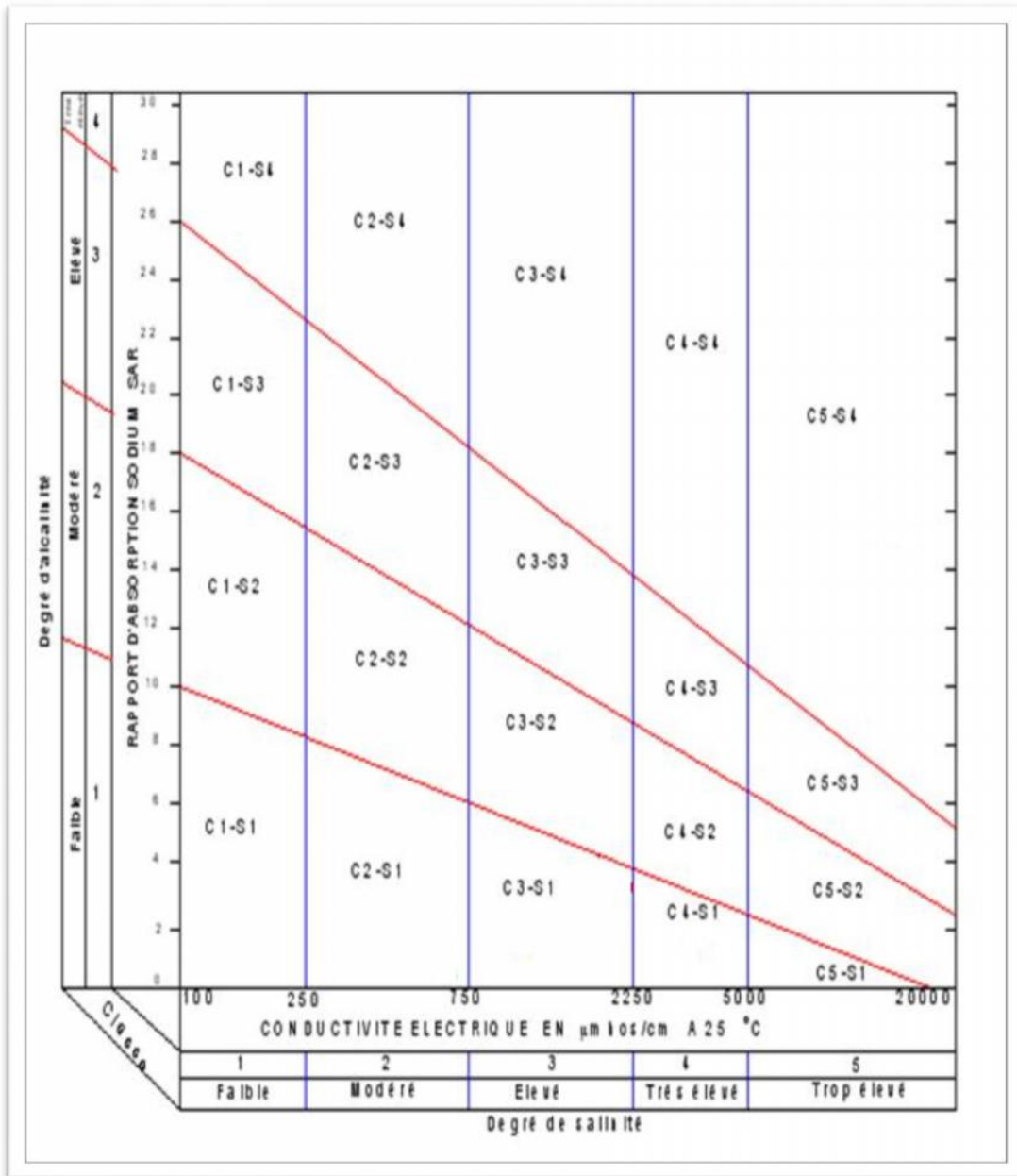


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### ANNEXE 3

#### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

### ANNEXE 4

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

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

ANNEXE 5

Cultures	Durée de phases de développement (jour)					Coefficient Cultural kc			Date de semis ou plantation
	init.	dev.	mi-sai	arri-sai	duree du cycle	kc int.	kc mid.	kc fin.	
Pomme de terre									
Saison	25	30	45	30	130	0,5	1,15	0,75	20-fév.
Primeur	20	30	30	25	105	0,5	1,15	0,75	15-nov.
Arri-saison	30	40	60	35	165	0,5	1,15	0,75	25-août
Tomate	30	40	45	30	145	0,6	1,15	0,8	02-mars
Tomate indus.	20	35	35	30	120	0,6	1,15	0,8	15 mars
Poivron	30	40	40	20	130	0,6	1,05	0,9	10-avr.
Oignon et ail	25	35	40	20	120	0,7	1,05	0,85	30-janv.
Courgette	25	35	25	15	100	0,5	1	0,8	25-mars
Choux	40	60	50	15	165	0,7	1,05	0,9	05-sep.
Fève en vert	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	20-nov.
Haricot vert	20	30	30	10	90	0,5	1,05	0,9	15-mars
Petit pois	20	30	35	15	100	0,5	1,15	1,1	10-déc.
Carotte	30	40	60	20	150	0,7	1,05	0,95	20-sep.
Pastèque	20	30	30	30	110	0,4	1	0,75	01-avr.
Autres légumes	20	30	30	15	95	0,7	1,05	0,95	03-mars
Luzerne	150	30	150	35	365	0,4	0,95	1,15	05-oct.
									Reverd.
Agrumes	60	90	120	95	365	0,7	0,65	0,7	28-fév.
Vignes	180	50	75	60	365	0,3	0,85	0,45	20-fév.
Abricotier	245	10	65	45	365	0,55	0,9	0,65	11-fév.
Amandier	190	35	105	35	365	0,4	0,9	0,65	30-janv.
Pêcher	200	35	100	30	365	0,55	0,9	0,65	10-fév.
Prunier	130	50	130	55	365	0,55	0,9	0,65	10-mars
Pommier	140	30	125	70	365	0,5	0,95	0,7	28-fév.
Poirier	125	50	130	60	365	0,5	0,95	0,7	01-mars
Néflier	140	45	120	60	365	0,5	0,95	0,7	01-oct.
Autres arbres	155	50	130	30	365	0,55	0,9	0,65	28-fév.

Source : ANRH

ANNEXE 7

UNITE TUBE

**GAMME DE PRIX**  
**TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)**

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

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,35	56,87
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13022	Ø50	2.4	88,25	114,95
13015	Ø63	3.0	169,25	187,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48
13022	Ø90	4.3	296,03	346,35
13025	Ø110	4.0	357,86	418,70
13040	Ø125	-	473,08	553,50
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17
13056	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13077	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,08
13081	Ø500	19.1	8 938,13	8 117,61
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01
P3513004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3513007	Ø32	2.5	55,48	64,81
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25
P3513016	Ø63	4.7	209,69	248,34
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,35
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3513033	Ø200	11.9	1 650,84	1 931,48
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P3513041	Ø315	18.7	4 093,67	4 789,47
P3513058	Ø400	23.7	6 898,74	7 837,53
P3513049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44
P3513048	Ø630	37.4	16 738,78	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
1301	Ø20	2.3	32,18	37,88
1303	Ø25	2.8	50,88	58,48
1306	Ø32	3.6	78,51	91,88
1311	Ø40	4.5	120,85	141,51
1314	Ø50	5.6	188,28	220,29
1317	Ø63	7.1	297,95	348,60
1319	Ø75	8.4	407,8	477,43
1324	Ø90	8.2	510,71	597,53
1327	Ø118	10.0	787,19	885,91
1329	Ø125	11.4	967,00	1 132,44
1332	Ø160	14.6	1 660,00	1 828,20
1334	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
1336	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,66
1338	Ø315	28.6	6 850,00	8 044,50
1340	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
1342	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
1344	Ø630	57.2	23 123,50	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47
P3513102	Ø25	3.0	63,29	72,38
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3513106	Ø63	7.1	338,73	398,91
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3513109	Ø110	12.3	848,86	1 110,17
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22
P3513111	Ø160	17.9	1 947,69	2 278,68
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74
P3513034	Ø500	55.8	19 083,81	22 304,66
	Ø630	-	-	-

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Concoques (Rouleaux) de 100 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 06 ML.

**SARL K-PLAST**  
Transformation de Plastiques