

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIOUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

**THEME :**

**IRRIGATION DU PERIMETRE DE TAADMIT  
A PARTIR DES FORAGES (W.DJELFA)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> KHELAIFA BENDAOU**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M.MESSAHEL</b>	<b>Prof.</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> L.S BAHBOUH</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> H.BOUCAMA</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.HARKAT</b>	<b>M A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> A.AYAD</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> N.SAIL</b>	<b>M A.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Juillet-2012**

## **DEDICACE**

Je dédie ce modeste travail a :

Mes très chers parents

Mes frères et soeurs

Ma promotrice M<sup>me</sup> : SAIL

Mes amis : Hama, Nail, Yacine, Habib, Houssam,  
Zaki ,Tarek, Kamal, Larkam, Takichi et Ishak,

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

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes remerciements à :

Tous les enseignants de l'E.N.S.H

Ma promotrice M<sup>me</sup>: SAIL

M<sup>me</sup>: BAHBOUH

Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger ce travail, je les remercie vivement.

## ملخص:

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة عامة ( مناخ، التربة و الماء...) حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متابعة إستغلال مساحة مسقية، تقع ببلدية السقي بالتقطير والسقي (تاعظميت، ولاية الجلفة، وهذا بإستعمال أحسن تقنيات السقي للحصول على مردود جيد و كذا المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و )بالرش الماء.

### Résumé :

**Dans notre mémoire du fin d'étude** nous avons fait une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où nous avons réalise notre projet.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système goutte à goutte et l'aspersion sur une parcelle située au secteur de la ville de Taadmit wilaya de DJELFA ; pour cela il faut déterminer l'évapotranspiration ETP, les besoins en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

### Abstract:

In our dissertation, we have studied in general the follower aspects (climate, ground, water ...)

The aim of our study is projecting a network of irrigation by the system drop and aspersion on a piece located at the sector of Taadmit city (DJELFA) Therefore, it is necessary to determine evaporation and the requirements out of water for irrigation for each culture which is already established.

# SOMMAIRE

	<b>Page</b>
<b>CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles</b>	
I.1. Introduction .....	1
I.2. Situation géographique et administrative .....	1
I.3. Analyse des conditions climatiques .....	2
I.3.1. La pluviométrie (station de Taadmit (1984-2010)) .....	2
I.3.2. Nombre moyen de jours pluvieux .....	4
I.3.3. Température .....	4
I.3.4. Humidité relative .....	5
I.3.5. La gelée blanche .....	5
I.3.6. Les vents .....	6
I.3.7. La grêle .....	6
I.3.8. L'orage .....	6
I.3.9. Le sirocco .....	6
I.3.10. L'insolation .....	7
I.3.11. L'évaporation .....	7
I.4. Classification du climat .....	7
I.4.1. Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE .....	7
I.4.2. Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER .....	8
I.4.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	10
I.4. Conclusion .....	11

## **CHAPITRE II : ANALYSE DES CONDITIONS AGRICOLES ET QUALITE DES EAUX**

II -1 Introduction .....	12
II .2. L'étude géophysique .....	12
II .3. Situation géographique du secteur d'étude .....	14
II .4. Cadre géologique .....	14
II.5. Etude lithostratigraphique .....	14
a- Le jurassique supérieur .....	14
b- Le néocomien .....	15
c- Le barrémien .....	15
d- L'albien .....	15
e- Le quaternaire .....	15
II.6. Hydrogéologie de la zone d'étude.....	17
II.7. Ressource En Eau .....	17
II .8. Pédologie .....	17
II.8.1. But de l'étude pédologique .....	18
II.8.2. La pédologie du sol .....	18
II.9. Caractéristiques physiques du sol .....	19
II.9.1. La texture .....	19
II.9.2. La structure .....	19
II.9.3. La perméabilité .....	19
II.10. La qualité de l'eau .....	22
II.10.1. Classification mondiale (F.A.O) .....	22
II.10.2. Classification américaine .....	22
II.10.3. Pour la conductivité électrique C.E .....	22
II.10.4. Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R .....	22
II.11. Problème de salinité et toxicité .....	25
II.11.1. Problème de salinité .....	25
II.11.2. Problème de toxicité .....	25
II.12. Résoudre les problèmes de salinité et de toxicité .....	25
II.13. Conclusion .....	26

## **CHAPITRE III : ETUDE HYDROLOGIQUE**

III.1. Introduction .....	27
III.2. Etudes des précipitations annuelles .....	27
III.3. Homogénéisation des données .....	28
III.4. Ajustement à la loi de Gauss .....	31
III.5. Loi du log normal ou loi de Galton .....	34
III.6. Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton .....	37
I.4. Conclusion .....	39

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

IV.1. Introduction .....	40
IV.2. Besoin en eau du périmètre .....	40
IV.3. L'évapotranspiration .....	41
IV.3.1. L'évapotranspiration de référence :(ET <sub>0</sub> ou ETP) .....	41
IV.3.2. L'évapotranspiration réelle (ETR) .....	41
IV.4. Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET <sub>0</sub> ou ETP) .....	41
a- Formule de Blaney-Criddle .....	42
b- Formule de turc (France1960) .....	42
c- Méthode de Penman & Monteith .....	43
IV.5. Traitement des données pluviométriques .....	45
IV.5.1. Précipitation moyenne mensuelle .....	45
IV.5.2. Précipitation de projet (ou l'année de calcul) .....	45
IV.6. Calcul de la pluie efficace .....	45
IV.7. Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures .....	46
IV.8. Définition du lessivage .....	48
IV.9. Types de lessivage .....	48
IV.9.1. Lessivage initial .....	49
IV.9.2. Lessivage d'entretien .....	49
IV.10. Calcul du débit spécifique .....	50
IV.11. Conclusion .....	50

## **CHAPITRE V : Calcul de l'installation de goutte à goutte**

V.1. Introduction .....	51
-------------------------	----

V.2. Définition .....	51
V.3. les composants essentiels d'une installation d'irrigation .....	51
V.3.1. Un point de fourniture d'eau sous pression appropriée .....	51
V.3.2. L'unité de tête .....	51
V.3.3. La conduite principale .....	51
V.3.4. Les porte- rampes .....	51
V.3.5. Les rampes .....	52
V.3.6. Les distributeurs .....	52
V.4. Calcul de l'installation d'irrigation .....	52
V.4.1. Pour l'olivier .....	52
V.4.3. Pour la tomate .....	56
V.5. Conclusion .....	59

## **CHAPITRE VI : CALCUL DE L'INSTALLATION D'ASPERSION**

VI.1. Introduction .....	60
VI.2. Le choix de l'installation d'aspersion .....	60
VI.2.1. Les Différents Types D'installation d'aspersion .....	60
VI.2.1.1. Rampes à déplacement rectiligne (type voljanka) .....	60
VI.2.1.2. Rampes pivotantes automotrices (types frégate) .....	60

VI.2.1.3. Arroseurs automoteurs .....	60
VI.2.1.4. Canon à long jet .....	60
VI.2.1.5. Les arroseurs a poste fixe de basse et moyenne pression .....	61
VI.2.2. Choix de l'installation .....	61
VI.2.2.1. Contraintes techniques .....	61
VI.2.2.2. Contraintes agronomiques .....	61
VI.2.2.3. Contraintes pratiques .....	61
VI.2.2.4. Contraintes économique .....	61
VI.3. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes .....	62
VI.4. Dimensionnement des canalisations .....	65
VI.4.1. Calcul des pertes de charge .....	65
VI.4.2. Diamètre de la conduite d'approche .....	66
VI.4.3. Diamètre de la rampe .....	67
VI.5. Conclusion .....	68
 <b>CHAPITRE VII : Réseau d'irrigation</b>	
VII.1. Introduction .....	69
VII.2. Les différents types de réseau d'irrigation .....	69
VII.2.1. Réseau à ciel ouvert .....	69
VII.2.2. Réseau fermé .....	69
VII.2.3. Réseau mixte .....	69
VII.2.4. Choix du type de réseau .....	69
VII.2.5. Estimation de la matière des tuyaux .....	69
VII.2.5.1. Canalisation en acier .....	70
VII.2.5.2. Canalisation en fonte .....	70
VII.2.5.3. Canalisation en amiante ciment .....	70
VII.2.5.4. Canalisation en matière plastique .....	70
VII.2.6. Assemblages des tuyaux .....	70
VII.2.7. Raccords .....	71
VII.2.8. Matériel de contrôles de débits .....	71

VII.2.9. Matériel de contrôle de pression .....	71
VII.3. Dimensionnement du réseau de distribution .....	71
VII.4. Dimensionnement du réservoir .....	75
VII.5. Choix de la pompe .....	75
VII.6. Conclusion .....	80
<b>CHAPITRE VIII : ORGANISATION DE CHANTIER</b>	
VIII.1. Introduction .....	81
VIII.2.Exécution des travaux .....	81
VIII.2.1. Exécution de la tranchée .....	81
VIII.2.2. Assise de la conduite .....	81
VIII.2.3. Pose de la canalisation dans la tranchée .....	81
VIII.2.4. Epreuve d’essai de pression .....	81
VIII.2.5. Engins nécessaires pour l’exécution des travaux.....	81
VIII.3.Exploitation du système d’irrigation .....	82
VIII.3.1. Objectif de l’exploitation.....	82
VIII.3.2. Estimation de l’état hydro agricole des terres irriguées .....	82
a- Mesures d’amélioration technique .....	82
b- Mesures d’exploitation .....	82
c- Exploitation des ouvrages hydrauliques .....	83
d- Maintenance des ouvrages et équipement .....	83
VII.6. Conclusion .....	83

# LISTE DES TABLEAUX

	<b>Page</b>
Tableau I.1 : série pluviométrique (station Taadmit 1984–2010): Source ANRH .....	3
Tableau I.2 : Pluviométrie moyenne (1984-2010) pour chaque mois en (mm) .....	4
Tableau I.3 : Nombre moyen des jours pluvieux .....	4
Tableau I.4 : Température moyen mensuelle de Taadmit 1984-2010(ANRH) .....	4
Tableau I.5 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative .....	5
Tableau I.6 : nombre moyen de jours de gelée .....	5
Tableau I.7 : le vent en (m/s) pour chaque mois a hauteur (1-2m) ou plus .....	6
Tableau I.8 : Nombre moyen de jours de grêle par mois .....	6
Tableau I.9 : Nombre moyen de jours orageux .....	6
Tableau I.10 : Nombre moyen de jours de sirocco .....	7
Tableau I.11 : Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois .....	7
Tableau I.12 : La répartition mensuelle de l'évaporation .....	7
Tableau I.13 : Classification du climat .....	8
Tableau II.1 : Caractéristiques des forages (région de Taadmit).....	17
Tableau II.2 : Pédologie du sol .....	18
Tableau II.3 : résultat analytique : profil n:01 .....	20
Tableau II.4 : résultat analytique : profil n:02 .....	21
Tableau II.5 : conductivité électrique .....	21
Tableau II.6 : résultats des analyses de Forage 01 .....	23
Tableau II.7 : résultats des analyses de Forage 02 .....	24
Tableau II.8 : résultats des analyses de Forage 03 .....	24
Tableau III.1 : Test de Wilcoxon .....	29
Tableau III.2 : Test de la médiane .....	30
Tableau III.3 : Ajustement à une loi de Gauss .....	32
Tableau III.4 : Ajustement à une loi de Galton .....	35
Tableau III.5 : table du $\chi^2$ .....	38
Tableau III.6 : calcul Pmoy 80% .....	39
Tableau IV.1 : caractéristique de parcelle .....	40

Tableau IV.2 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman & Monteith.....	44
Tableau IV.3 : précipitation mensuelles de projet .....	45
Tableau IV.4 : Précipitation efficaces dans la zone de projet .....	46
Tableau IV.5 : représentation des valeurs du coefficient (Kc) .....	47
Tableau IV.6 : ETR : évapotranspiration réel (mm) .....	47
Tableau IV.7 : profondeur des racines (m) .....	47
Tableau IV.8 : réserve facilement utilisable (mm/m) .....	47
Tableau IV.9: réserve facilement utilisable (mm) .....	48
Tableau IV.10: besoin en eau d'irrigation (mm) .....	48
Tableau IV.11 : besoin végétation+lessivage (mm) .....	49
Tableau VII .1 : Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation .....	72
Tableau VII .2 : Caractéristiques des conduites de distribution .....	73
Tableau VII .3 : Les résultats de calcul .....	76

## LISTE DES FIGURES

	<b>Page</b>
Figure I.1 : plan de situation de la W.Djelfa .....	1
Figure I.3 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER .....	10
Figure I.4 : diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude .....	11
Figure II.1. Coupe géo-électrique syntitique.....	13
Figure II .2.Carte géologique de la wilaya de Djelfa .....	16
Figure III.1 : Ajustement a une loi normale .....	33
Figure III.2 : Ajustement a une loi de Galton .....	36
Figure III.3 : graphe de comparaison .....	37
Figure VII.1 : réseau principale d'irrigation .....	74
Figure VII.2 : courbe caractéristique de la 1ère pompe .....	77
Figure VII.3 : courbe caractéristique de la 2ème pompe .....	78
Figure VII.4 : courbe caractéristique de la 3ème pompe .....	79

## LISTE DES PLANCHES

Planche n°01 : Plan topographique du périmètre de Taadmit

Planche n°02 : Plan du réseau de distribution pour l'irrigation du périmètre de Taadmit

Planche n°03 : Réseau d'irrigation

Planche n°04 : Profil en long de la conduite de refoulement

Planche n°05 : Profil en long de la conduite gravitaire

## Abréviations

<b>Abréviations</b>	<b>Significations</b>
GCA	La Générale des concessions agricoles
ANRH	Agence Nationale des ressources Hydrauliques
D.H.W	Direction de l'hydraulique de la wilaya
FAO	Food Agriculture Organisation (Organisation Mondiale de l'Alimentation et de l'Agriculture)
CE	Conductivité Electrique
PVC	polychlorure de vinyle
N	Nœud
B	Borne d'irrigation
R	Réservoir de stockage
T	Conduite
ONM	Office national de la météorologie

# Introduction générale

L'eau joue un rôle très important dans le secteur agricole, donc c'est un **facteur limitant** le déficit en eau, se répercute sur les cultures en provoquant un rendement faible.

Notre pays souffre depuis quelques années d'un déficit hydrique très important et sans cesse et croissant, avec l'augmentation de la demande en eau potable et industrielle et les ressources en eau qui diminuent avec la sécheresse accentuée.

Ainsi l'importante croissance économique et alimentaire imposé par la croissance démographique dans notre pays, nous milite à la recherche des stratégies permettant de trouver des solutions efficaces pour augmenter les rendements agricoles par une utilisation rationnelle des ressources en eau du pays, que ce soient qui coulent en surface ou celles renfermées dans les nappes souterraines.

Les aménagements hydro-agricoles peuvent être considérés comme des innovations transformatrices entraînant des degrés de changement plus profonds des systèmes de production agricole.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que les deux modes de distribution à la parcelle, l'aspersion et ce qu'on appelle la micro irrigation s'avère impérieuse.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la période de sécheresse qui s'est accentuée.

L'objectif de notre travail c'est l'irrigation du périmètre de Taadmit par l'utilisation des systèmes d'irrigation (Système d'irrigation par aspersion, Système d'irrigation par goutte à goutte) après l'estimation des besoins d'irrigation et les différentes étapes nécessaires.

## I.1. Introduction

L'objet de ce chapitre est de présenter le périmètre irrigué de Taadmit. Cependant au moment d'aborder l'étude du périmètre, il convient de connaître le cadre naturel dans lequel s'insère ce périmètre et dont il est inséparable.

## I.2. Situation géographique et administrative

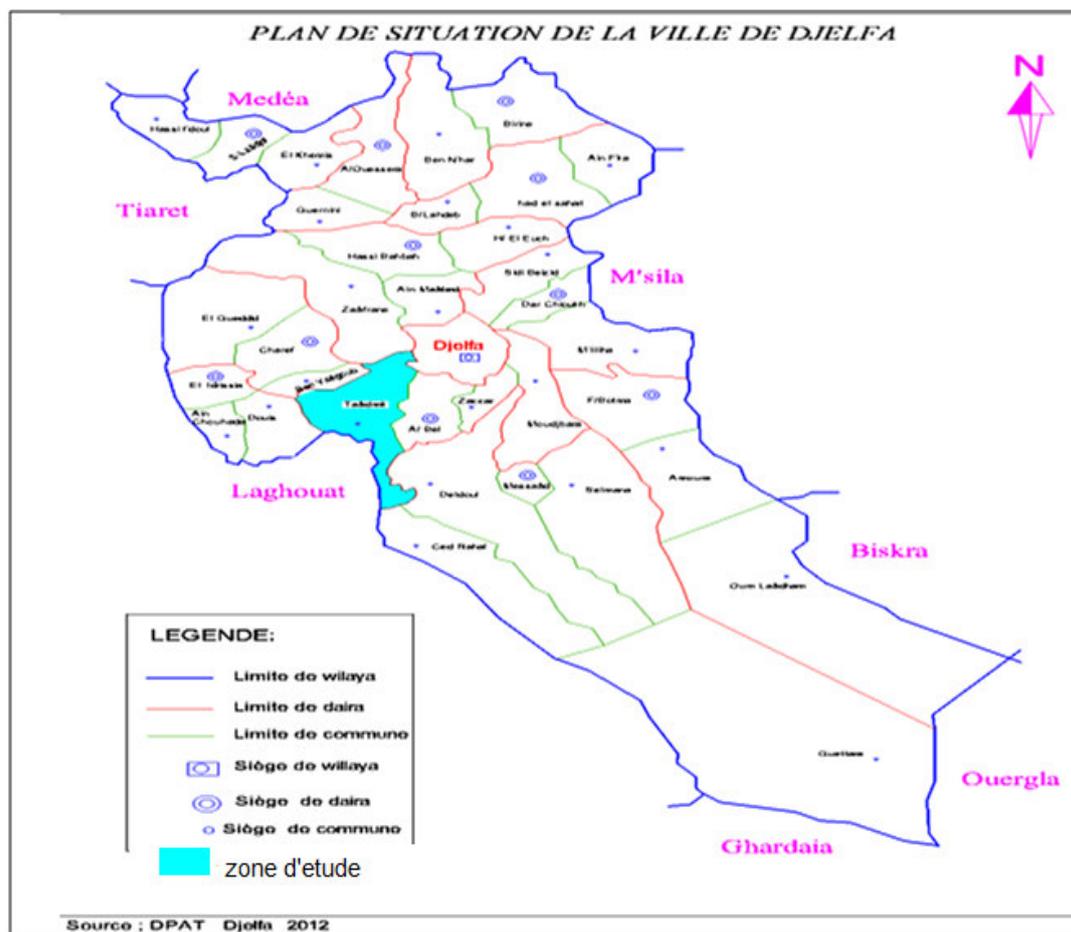
Le périmètre irrigable de Taadmit se trouve environ à 60 km au sud ouest de la ville de Djelfa près de la route nationale N° 01 (Djelfa –Laghouat).

Le village de Taadmit est localisé selon les coordonnées suivantes :

X=2°53' 20" longitude                      X=3°0' 12" longitude

Y=33°17' 5" latitude                      Y=34°17' 55" latitude

Z=1030 m altitude



## **Figure I.1 : plan de situation de la Wilaya de Djelfa**

### **I.3. Analyse des conditions climatiques**

Notre région d'étude est située dans une région steppique, caractérisée par un climat semi aride à aride avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec un hiver pluvieux et froid.

Les caractéristiques climatiques sont déduites à partir des observations enregistrées à la station météorologique avoisinante.

#### **I.3.1. La pluviométrie (station de Taadmit (1984-2010))**

Les données pluviométriques proviennent de la station de Taadmit, on observe donc, d'après le tableau I.1, qu'elles sont mal réparties dans l'année.

**Tableau I.1 : série pluviométrique (station Taadmit 1984–2010): Source ANRH**

année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	P(annuelle)
1984/85	0	24,3	30	28	3,5	6,1	65,2	41,6	69	0	28	0	295,7
1985/86	31	38	0	54,5	0	0	58,5	35,9	45,6	25,7	31	30,2	350,4
1986/87	32	59,7	42,5	43,9	6,5	19,5	42	0	7,5	12,5	10,5	0	276,6
1987/88	0	4	35,2	49,6	23,8	19,5	16	13	13	39,8	0	8	221,9
1988/89	17,5	15,1	26,5	31	46	38	0	7,1	56,5	29,3	2	56,8	325,8
1989/90	24,1	7,5	37,5	41,2	62,2	57	56	71,9	131,9	19	28	57	593,3
1990/91	30	0	29,5	21	68	40	46,5	48,5	13	7	0	14,2	317,7
1991/92	39	57	30,1	16	30	65	36,4	30,3	137,5	0	16,5	0	457,8
1992/93	3	0	8,3	18,5	65	57	54	3	30,5	22,7	6	0,5	268,5
1993/94	15,1	16,5	13,4	17,3	48	7,5	33,5	0	0	15,5	1	2	169,8
1994/95	102,6	147,5	36	33	56	11,2	22,8	2,2	7,3	20,2	12,1	23,9	474,8
1995/96	13,6	39,2	23,5	23	58	30,5	35,5	80,1	44,4	24,3	27,3	11	410,4
1996/97	0	0	1	35,2	49	65	33	26,2	8,7	0	0,5	28,8	247,4
1997/98	100,7	25,9	31,6	34,1	55,8	22,1	10,2	37,8	29,1	2	0	13	362,3
1998/99	40,4	0	39,6	44,6	0	43	20	1	2,5	11,2	0	0	202,3
1999/00	42,9	19,2	52,5	47,2	21,3	52	0	1	6,5	0	2,7	10,1	255,4
2000/01	15,2	31	14,5	15,8	41,3	2	0	1	6,5	0	2,7	10,1	140,1
2001/02	29,1	46,3	42	11,5	40,1	0	4,7	10,5	5,8	3,7	9,7	15,5	218,9
2002/03	3,8	15	24,4	43,1	56,2	61,2	65,2	13,8	0	1	6,1	0	289,8
2003/04	2	80,8	41,5	25,3	52	8	21,1	20,2	77,9	0	0	39,7	368,5
2004/05	40,1	26,2	33,3	34,7	54	37,6	23	3,2	0	32,5	0	0	284,6
2005/06	58,6	74	31,5	37,9	32,9	47,5	60,8	24,7	28,4	0	4,2	4,3	404,8
2006/07	14,3	0	31,3	36,5	44,4	61,1	20,1	37	8,2	0	0	5,2	258,1
2007/08	102	0	51,2	43,2	0	21	11,6	81	0	25,1	0	16	351,1
2008/09	43,7	0	0	24,7	21,1	22	23,2	148,7	11,6	0	0	0	295
2009/10	13,9	48,2	54,1	25,5	0	31	50,5	25	23,9	0	0	45,5	317,6
2010/11	3	0	50,2	41	21,1	30	16,9	0	0	0	0	18,8	181
Moy	30,3	28,7	30	32,5	35,4	31,7	30,6	28,3	28,3	10,8	7	15,2	<b>308,9</b>

**Tableau I.2 : Pluviométrie moyenne (1984-2010) pour chaque mois en (mm)**

Mois	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j	j	a
Pmoy (mm/mois)	30,3	28,7	30,0	32,5	35,4	31,7	30,6	28,3	28,3	10,8	7,0	15,2

Station de Taadmit(ANRH)

**I.3.2. Nombre moyen de jours pluvieux**

Le nombre moyen de jours pluvieux dans la région sur une période d'observation de 27 ans (1984-2010) de la station de Taadmit est porté dans le tableau suivant :

**Tableau I.3 : Nombre moyen des jours pluvieux**

Mois	Sep	Oct.	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
P(mm)	4	4	4	4	4	2	3	4	4	2	1	3

Source station météorologique

**I.3.3. Température**

Les relevés moyens mensuels des températures sur une période de 27ans (1984-2010) sont portés dans le tableau suivant :

**Tableau I.4 : Température moyen mensuelle de Taadmit 1984-2010 (ANRH)**

Mois	Sep	Oct.	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Ann
T°moy(°C)	20,74	15,2	9,97	6,64	4,96	6,8	9,09	11,73	17,35	22,22	25,92	25,75	<b>14,7</b>
T°min(°C)	13,9	9,34	5,18	2,35	0,38	1,57	3,14	5,4	10,64	14,98	18,25	18,12	<b>8,6</b>
T°max(°C)	27,59	21,06	14,76	10,94	9,54	12,03	15,04	18,06	24,06	29,46	33,6	33,38	<b>20,79</b>

Station de Taadmit (ONM)

La température moyenne du mois le plus froid est 4.96° , Celle qui correspond au mois de janvier, et celle de mois le plus chaud est de 25.92° enregistrée au mois de juillet.

D'après le tableau on constate que la température moyenne annuelle est de 14.7°C, et la moyenne minimale est de 8.6°C, et la moyenne maximale et de 20.79°C.

### **I.3.4. Humidité relative**

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal.

**Tableau I.5 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative**

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avar	Mai	Jui	Juil.	Aoû	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Hr(%)	78,2	65,5	62,3	59,5	54,4	41,7	35,1	41,1	55,9	65,9	69,4	77,7

Station de Taadmit (ONM)

### **I.3.5. La gelée blanche**

Le nombre de jours de gelée blanche est de 72 et se repartit sur 08 mois, du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai

**Tableau I.6 : nombre moyen de jours de gelée**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Gelée blanche (j/mois)	18	13	10	05	01	-	-	-	-	03	06	16	72

Station de Taadmit (ONM)

### I.3.6. Les vents

Pendant l'hiver, les vents viennent surtout de l'ouest et du nord ouest, d'où ils amènent la pluie, Ils peuvent être très violant pendant l'été, surtout ceux issus du sud et du nord - ouest.

**Tableau I.7 : le vent en (m/s) pour chaque mois à hauteur (1-2m) ou plus**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Le vent (m/s)	4,6	4,1	4,5	4.83	4,6	3,8	3,8	3,6	3.48	3,8	4,6	4,7

Station de Taadmit (ONM)

### I.3.7. La grêle

Le nombre des jours de grêle est de 7.1 jours par an et se répartit comme l'indique le tableau qui suit. La fréquence la plus élevée est relevé en décembre; février et mars.

**Tableau I.8 : Nombre moyen de jours de grêle par mois**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
La grêle (jours/mois)	0.7	1.1	1.7	0.5	0.4	0.3	-	0.1	0.4	0.3	0.2	1.4	7.1

Station de Taadmit (ONM)

### I.3.8. L'orage

**Tableau I.9 : Nombre moyen de jours orageux**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Orage (jours/mois)	1,4	1,3	2,0	2,5	5,0	4,8	2,6	3,1	5,0	2,6	1,2	1,5	33

Station de Taadmit (ONM)

Les orages sont fréquents durant les mois de Mai, juin, Août et septembre.

### I.3.9. Le sirocco

Le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud .il souffle en été, de Mai à Septembre.

**Tableau I.10 : Nombre moyen de jours de sirocco**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sirocco (jours/mois)	0.2	0	0.4	1.1	1.3	2	5.9	2.1	0.4	0.3	0	0	13.7

Station de Taadmit (ONM)

### **I.3.10. L'insolation**

**Tableau I.11 : Insolation moyenne journalière (h/j) pour chaque mois**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation (h/j)	8	8	8	9	9	10	11	10	9	8	7	7

Station de Taadmit (ONM)

### **I.3.11. L'évaporation**

L'évaporation est un problème physique qui croît avec la température et la sécheresse de l'air. La quantité d'eau évaporée pendant un temps donné dépend de plusieurs facteurs liés d'une part à l'état de l'atmosphère, d'autre part à la surface évaporant.

**Tableau I.12 : La répartition mensuelle de l'évaporation**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Evaporation (mm)	26	40	64	100	133	172	221	197	122	80	46	27

Station de Taadmit (ONM)

## **I.4. Classification du climat**

### **I.4.1. Classification du climat selon l'indice de MARTONE**

L'indice d'aridité de MARTON, est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

L'indice d'aridité est donné par l'expression suivante :

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

Avec :

P: précipitation annuelle en mm.

T: température moyenne en (°C).

AN :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{308.9}{14.7 + 10} = 12.51$$

Le tableau de référence suivant permet de préciser le type de climat de notre région d'étude:

**Tableau I.13 : Classification du climat**

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

Selon la classification de MARTONE; notre climat est sec ( $10 \leq I_A \leq 20$ ), ce qui rend l'irrigation Nécessaire.

#### **I.4.2. Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER**

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

Expression définitive du quotient Q :

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

Tel que :

P : Précipitation moyenne annuelle de la région en (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$$P = 308.9\text{mm}$$

$$M = 33.6^\circ\text{c}$$

$$m = 0.38^\circ\text{c}$$

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 308.9}{(33.6 + 273)^2 - (0.38 + 273)^2} \approx 32.07$$

Et se référant au diagramme bioclimatique, la valeur de Q situe notre zone comme suit :

- l'étage bioclimatique : semi aride
- Sous l'étage: hiver frais (voir la Figure I.3)

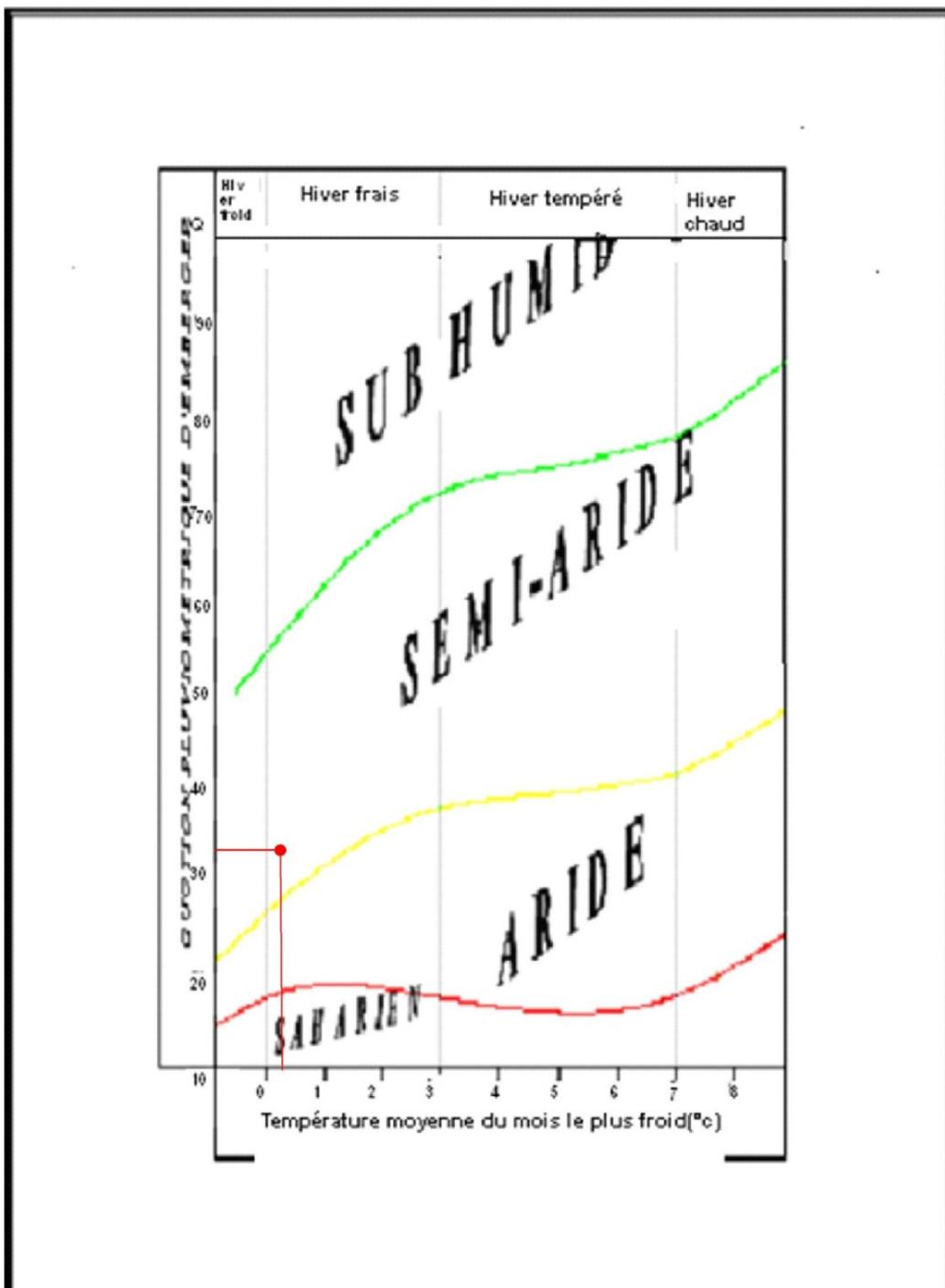


Figure I.3 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

#### I.4.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnées les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies, dont l'échelle des T (°c) est égale à la moitié de celle des précipitations.

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

D'après le diagramme d'ombrothermique de Gaussen, on distingue deux périodes:

- période humide : allant de Novembre jusqu'à Avril
- période sèche : s'étale sur la période allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre

En cette période l'irrigation est nécessaire.

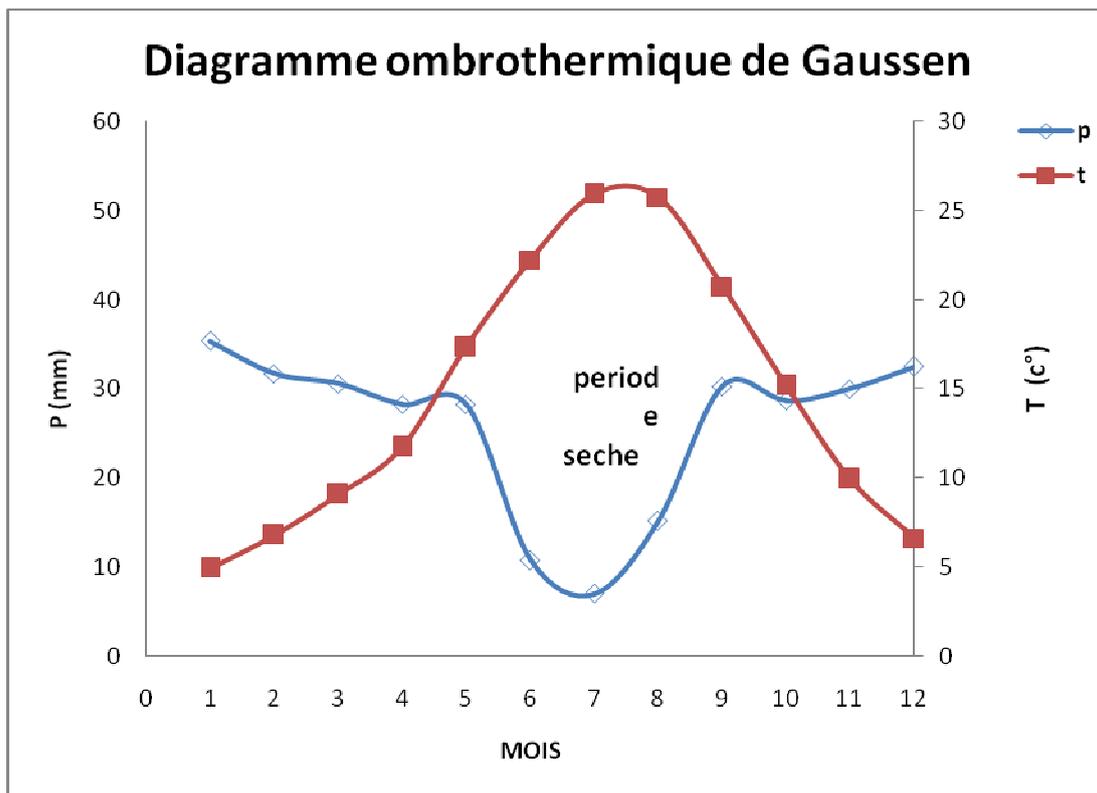


Figure I.4 : diagramme ombrothermique de Gaussen de notre zone d'étude

### I.5. Conclusion

Dans cette chapitre en fait la combinaison précipitation- température et selon le Diagramme bioclimatique d'émerger nous avons caractérisé le climat

La pluviométrie moyenne annuelle est de 308.9mm/an, et la période pluvieuse débute normalement à partir du mois de Novembre pour se terminer au mois d'Avril. Par contre les mois les plus secs sont Juillet et Août.

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

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

## **II .1. Introduction**

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

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

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

## **II .2. L'étude géophysique**

Les objectifs principaux assignés à la prospection électrique de la région de Taadmit concernent essentiellement :

- La détermination de la géométrie et la nature des formations susceptibles d'être aquifères représentés par les horizons grés-argileux du Barrémien et de l'Albien inférieur, les terrains argilo-carbonatés de l'Albien supérieur et les calcaires massifs du Turonien, les sables, argiles, graviers et galets du Mio-Plio- Quaternaire.
- Le choix des zones favorables pour l'implantation de forages d'exploitation des eaux souterraines.

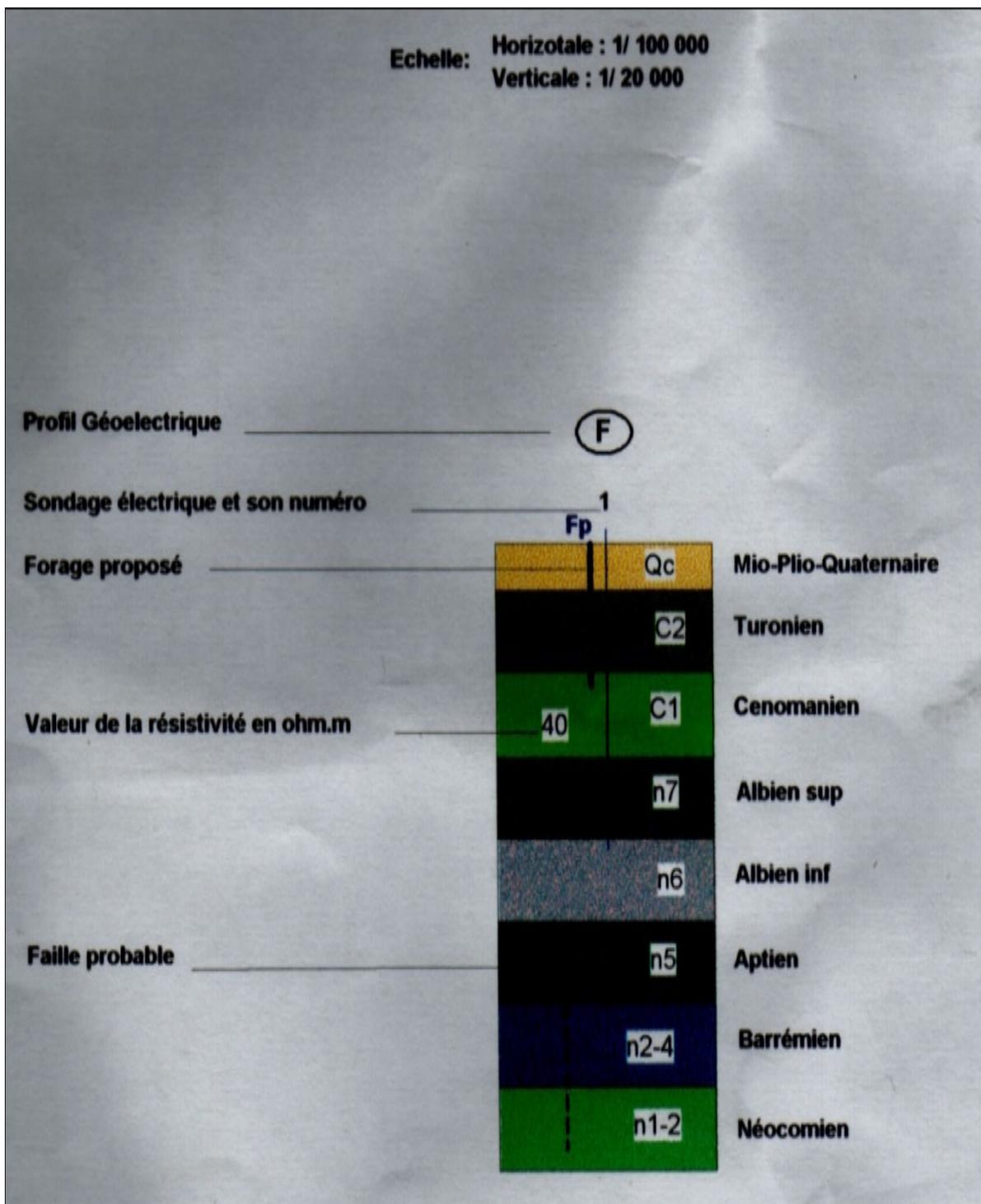


Figure II.1. Coupe géo-électrique syntétique

### **II.3. Situation géographique du secteur d'étude**

Le secteur étudié est localisé dans la partie méridionale de l'Atlas saharien à 60 kilomètres au Sud-ouest de la ville de Djelfa, il est limité :

- Au Nord par le Djebel smouma.
- Au Sud-Est et sud par le Djebel zerga et djebel Sahara.

### **II.4. Cadre géologique**

Au point de vue géologique, le secteur étudié correspond à la région de Taadmit qui est localisée au niveau de l'Atlas saharien, dans la partie sud-ouest des Monts des Ouled Nail, à l'emplacement d'un sillon subsidient péri-cationique où se sont accumulées durant le Mésozoïque et le Cénozoïque d'épaisses séries néritiques et continentales dont la surrection et le plissement se sont effectués lors de l'orogénèse alpine.

Au point de vue structural la région de Taadmit est représentée par un ensemble de synclinaux à fond plat séparés par des structures anticlinales d'orientation nord est - sud ouest constitués essentiellement par des formations crétacées recouvertes de temps à autre en discordance par des terrains plio-quadernaires.

### **II.5. Etude lithostratigraphique**

#### **a- Le jurassique supérieur**

Le Jurassique supérieur affleure au cœur des anticlinaux pincés limitant à l'Ouest et à l'Est le synclinal de Taadmit, il est constitué de la base au sommet par :

- Des alternances de marnes grises, de calcaires argileux en bancs décimétriques et de calcaires, Cette série a été attribuée au Kimméridgien.

-100m de calcaires gris à rares passées de marnes lumachelliques au-dessus desquels reposent 120m de marnes admettant une intercalation d'un banc de calcaire à oolithes ferrugineuses.

-200m de calcaires fins argileux, de calcaires oolithiques et de calcaires organogènes dans Lesquels s'intercalent 50m de marnes.

L'ensemble de cette série reposant sur le Kimméridgien et contenant des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Stromatopores a été attribué au Portlandien - Berriasien.

### **b- Le Néocomien**

Le Néocomien affleure autour des massifs calcaires jurassiques au niveau du flanc nord-ouest de l'anticlinal du Djebel Zerga où il est constitué par une série essentiellement gréseuse dans laquelle s'intercalent des calcaires à débris de Lamellibranches et de Gastéropodes, des dolomies, des calcaires gréseux et des marnes gréseuses versicolores. Cette formation d'une épaisseur de 330 m au Djebel Zerga a été datée grâce à présence de microfaune.

### **c - Le Barrémien**

Les affleurements du Valentinien - Barrémien occupent de grandes étendues dans la partie sud - ouest du secteur étudié. Le Barrémien est généralement recouvert en discordance par des formations quaternaires. Au point de vue litho stratigraphique la série barrémienne d'une épaisseur de 500 m est constituée de la base au sommet par :

- Des grès plus ou moins marneux sans dragées de quartz ;
- Des grès massifs à dragées de quartz ;
- Une alternance de marnes, de grès tins et d'argiles rouges ;
- Des grès massifs à dragées de quartz ;
- Une alternance de grès de marnes et d'argiles rouges ;
- Des grès rouges ;
- Des grès, des marnes bariolées à gypse.

### **d- L'Albien**

L'Albien affleure dans la partie ouest du secteur étudié, il est représenté essentiellement par une série argilo-gréseuse d'une épaisseur de 30 à 50 m attribuée à l'Albien inférieur et constituée de grès fins et d'argiles, de grès fins à moyens à stratifications obliques et par des intercalations de grès friables et de sables jaunâtres.

### **e- Le Quaternaire**

Les formations quaternaires reposent en discordance sur les formations crétacées et couvrent une superficie importante au niveau du secteur étudié où elles sont représentées par :

- Des conglomérats à galets parfois ferrugineux, surmontés généralement par une croûte calcaire parsemée de galets (quaternaire ancien).
- Des dépôts conglomératiques souvent très hétérométriques cimentés par un calcaire blanc ou rose, couverts par une croûte calcaire (Quaternaire moyen).
- Des limons et des galets (Quaternaire récent) occupant les zones déprimées.



## **II.6. Hydrogéologie de la zone d'étude**

Dans la périmètre de Taadmit, l'exploitation des eaux souterraines a lieu essentiellement à partir des forages captant les formations argilo- gréseuses à porosité d'interstices, de fractures et de chenaux de l'Albien et qui fournissent des débits de 55 l/s au forage F01, 44 l/s au F02 et 44 l/s au F03.

L'écart assez important observé au niveau des débits peut être expliqué essentiellement par les variations de faciès des formations argilo- gréseuses et par la structure tectonique.

## **II.7. Ressource En Eau**

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

**Tableau II.1 : Caractéristiques des forages (région de Taadmit)**

Nom du forage	coordonnées		nappe sollicitée	NS (m)	débit (l/s)	année
	x	y				
Taadmit F1	523965	411987	Albien	68	55	1991
Taadmit F2	524152	411933	Albien	62	44	1991
Taadmit F3	524300	411900	Albien	56	44	2007

Source : ANRH de DJELFA

## **II.8. Pédologie**

La pédologie est l'étude de reconnaissance des sols. En ce qui concerne l'alimentation en eau des plantes, le sol joue essentiellement un rôle d'un réservoir. Les caractéristiques de ce réservoir et son mode de fonctionnement sont essentiel à connaître dans un périmètre d'irrigation, et il s'agit pour un Ingénieur de bien dimensionner le réseau de distribution ou pour les usagers de bien utiliser l'eau qui est mise à leur disposition.

### **II.8.1. But de l'étude pédologique**

Le but de l'étude pédologique c'est de :

- tenter d'évaluer la capacité des sols du secteur étudié, d'assurer un bon développement végétatif des cultures envisagées et de valoriser économiquement l'investissement.
  
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- 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. Mais il faut aussi protéger les eaux des nappes phréatiques et du réseau hydrographique contre les risques de pollution.

### **II.8.2. La pédologie du sol**

La pédologie des sols de notre parcelle est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau II.2 : Pédologie du sol**

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

Source l'A.N.R.H DJELFA

### **II.9. Caractéristiques physiques du sol**

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

### **II.9.1. La texture**

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

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

### **II.9.2. La structure**

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

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

### **II. 9.3. 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 :

Sol imperméable  $K < 10^{-6}$  m/s;

Sol peu perméables  $10^{-6} < K < 5.10^{-6}$  m/s ;

Sol perméable  $5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$  m/s;

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

La description des profils pédologiques réalisés dans la zone d'étude a été effectuée par les services de l'ANRH. Elle se résume en ce qui suit :

### **Description du profil 01**

**0 - 35cm** : grisâtre-brun, limoneux argileux structure motteuse, poussiéreuse

- 35 - 59cm** : grisâtre-brun limoneux motteux, tassé, avec tâches de carbonates.
- 59 - 77cm** : limoneux argileux châtain brunâtre motteux tassé à pores fins.
- 77 - 138cm** : limon sableux châtain motteux, à pores fins et aux tâches de carbonates.
- 138 - 164cm** : limon sableux châtain motteux poreux aux cailloutis avec tâches de carbonates.
- 164 - 200cm** : limon marneux vert clair avec beaucoup de carbonates et d'accumulations de sels.

### Description du profil 02

- 0 - 20cm** : grisâtre-brun, sablo-limoneux, motteux, friable, microporeux, avec des galets.
- 20 - 42cm** : grisâtre-brun sablo-limoneux, motteux, friable, microporeux.
- 42 - 67cm** : grisâtre-brun, limoneux, sableux, tassé, aux fissures verticales.
- 67- 88cm** : grisâtre-brun motteux, limono-sableux, dense, aux fissures verticales.
- 88 - 100cm** : grisâtre-brun limoneux, motteux, à bandes de sables carbonatés.
- 100 -141cm** : brun, limoneux, motteux, bandes de galets, tâches de fer.
- 141-187cm** : brun, limon motteux.
- 187-200cm** : sable fin jaune homogène.

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  $K= 6.5\text{mm/h}$

**Tableau II.3 : résultat analytique : profil n°01**

P (cm)	GRANULOMETRIE %				M. ORG. %	Caco <sub>3</sub> %	PH	DENSITE	PF 4,2
	A	LF	LG+SF	SG					
0 * 20	8	10	54	28	2.55	9.04	8.09	1.31	5.82
20 * 42	11	12	56	21	1.84	10.74	8.11	1.24	6.84
42 * 67	15	17	55	13	1.09	14.96	8.21	1.47	8.55
67 * 88	19	16	55	10	0.98	16.98	8.10	1.38	9.36

Source : ANRH de DJELFA

**Tableau II.4 : résultat analytique : profil n°02**

P (cm)	GRANULOMETRIE%				M. ORG. %	Caco <sub>3</sub> %	PH	DENSITE	PF 4,2
	A	LF	LG+SF	SG					
0 * 35	16.5	14.5	66	3	1.61	11.06	8.25	1.23	8.50
35 * 59	17	19	61	3	0.65	18.86	8.30	1.32	9.30
59 * 77	13	17	58	12		19.62	8.30	1.32	8.07
77 * 119	19.5	8.5	58	14		19.16	8.24	1.29	8.40

Source : ANRH de DJELFA

**Tableau II.5 : conductivité électrique**

P (cm)	0-50	50-100	100-150
CE (mmhos /cm)	3.5	3.6	1.98

La conductivité électrique (CE) à 25°C est définie par :

- CE < 4 mmho/cm : sol non salé ;
- 4 < CE < 8 mmho/cm : sol salé ;
- 8 < CE < 20 mmho/cm : salinité moyenne ;
- 20 < CE < 80 mmho/cm : forte salinité ;
- CE > 80 mmho/cm : très forte salinité.

Pour notre cas, la conductivité électrique équivalente (CE) =  $0.5 \times 3.5 + 0.35 \times 3.6 + 0.15 \times 1.98 = 3.31$  mmhos /cm. Donc, il s'agit d'un sol non salé.

#### **a- La texture**

Varie de grossière à moyenne (parfois fin) avec une hétérogénéité plus ou moins grande dans le profil.

#### **b- La structure**

Généralement lamellaire sur les premiers centimètres et peut être parfois polyédrique anguleuse moyenne à fine très nette (faciès de sol bruns). Elle reste cependant mal définie.

### **II.10. La qualité de l'eau**

C'est un élément essentiel de réussite de l'irrigation par goutte à goutte, en relation avec les facteurs évoqués ci-après.

### **II.10.1. 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.

### **II.10.2. Classification américaine**

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE a 25°C et S.A.R).

### **II.10.3. Pour la conductivité électrique C.E**

•C1 : C.E<0,250	mmhos/cm	l'eau de faible salinité.
•C2 : 0,250<C.E<0,750	mmhos/cm	l'eau de salinité moyenne.
•C3 : 0,750<C.E<2,250	mmhos/cm	l'eau à forte salinité.
•C4 : C.E>2,250	mmhos/cm	l'eau à très forte salinité.

### **II.10.4. Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

S.A.R est calculé par la formule suivante :

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

Avec : Na+, Ca++, et Mg++ en meq/l.

- S1 : S.A.R < 10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

- S2 :  $10 < S.A.R < 18$

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

- S3 :  $18 < S.A.R < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organique. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

- S4 :  $S.A.R > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

L'analyse chimique de l'eau des forages (la source d'eau d'irrigation) est comme indiquée dans le tableau ci-après.

**Tableau II.6 : résultats des analyses de Forage 01**

Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	CE (mmhos/cm)
128	50	90	1,5

Source: GCA Djelfa

**Interprétation :**

-  $CE = 1500 \mu s$  ( $750 < CE < 2250$ ). L'eau du forage F01 appartient à la classe C3

(eau à forte salinité).

- Nous avons  $\frac{Na^+}{Ca^{++} + Mg^{++}} = 0.51$  ;  $0,51 < 1$  à 2. donc il n'y a pas de danger d'alcalinisation.

-  $\frac{Na^+}{Ca^{2+}} = 0.70 < 5$  .donc on peut utiliser cette eau sans amendement physique

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

$$S.A.R = 9.54 \leq 10$$

, donc le risque d'alcalinisation est faible, une eau est propre à l'irrigation

**Tableau II.7 : résultats des analyses de Forage 02**

Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	CE (mmhos/cm)
155	77	106	1,98

Source: GCA Djelfa

**Interprétation :**

- CE = 1980  $\mu s$  (750 <CE<2250). L'eau du forage F02 appartient à la classe C3 (eau à forte salinité).

- Nous avons  $\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} = 0.46$  ;  $0,46 < 1$  à  $2$  .donc, l'eau ne présente pas de danger d'alcalinisation.

$\frac{Na^+}{Ca^{2+}} = 0.68 < 5$  .donc on peut utiliser cette eau sans amendement physique.

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

$S.A.R = 9.8 \leq 10$  , donc le risque d'alcalinisation est faible, l'eau est propre à l'irrigation

**Tableau II.8 : résultats des analyses de Forage 03**

Ca (mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	CE (mmhos/cm)
140	65	95	1.7

Source: GCA Djelfa

**Interprétation :**

- CE = 1700  $\mu s$  (750 <CE<2250). L'eau du forage F02 appartient à la classe C3. (eau à forte salinité).

- Nous avons  $\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} = 0.5$  ;  $0,5 < 1$  à  $2$  , l'eau ne présente pas de danger d'alcalinisation.

$\frac{Na^+}{Ca^{2+}} = 0.67 < 5$  .donc on peut utiliser cette eau sans amendement physique.

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

$S.A.R = 9.4 \leq 10$  .donc le risque d'alcalinisation est faible, une eau est propre à l'irrigation.

## **II.11. Problème de salinité et toxicité**

### **II.11.1. Problème de salinité**

Une eau de mauvaise qualité peut avoir des incidences graves sur le développement des plantes. La plante peut absorber l'eau de deux façons soit par les organes aériens (cas de l'irrigation par aspersion) soit par les racines, mais la quantité d'eau absorbée par les feuilles est toujours faible. Ce sont les racines qui assurent la quantité d'eau nécessaire.

### **II.11.2. Problème de toxicité**

La toxicité pose un problème différent de celui de la salinité, car elle se manifeste dans le végétal lui-même comme le résultat de l'absorption et de l'accumulation de certaines substances contenues dans l'eau d'irrigation.

Chaque élément présent dans les solutions salines peut avoir un effet toxique spécifique sur la plante, ainsi la plupart des ions sont toxiques à forte concentration.

Généralement les problèmes de la toxicité accompagnent ceux de la salinité, parmi les principaux éléments toxiques il y'a le sodium (Na), le chlore (Cl), et le bore (B).

## **II.12. Solutions des problèmes de salinité et de toxicité**

Pour résoudre le problème de la salinité il faut :

- 1-Choisir des cultures tolérantes à une salinité existante ou éventuelle.
- 2-Prévision et surveillance de la dynamique des sels et de l'évolution des sols sous l'effet de l'irrigation avec une telle eau.
- 3-Appliquer régulièrement un supplément d'eau pour satisfaire le besoin de lessivage.
- 4-Changer de méthode d'irrigation, en adoptant une qui permet de mieux lutter contre la salinité tout en modifiant les pratiques culturales.

Pour résoudre le problème de toxicité :

- 1-Arroser plus fréquemment.
- 2-prévoir un supplément d'eau pour le lessivage.
- 3-En cas de toxicité par le sodium, utiliser des amendements tels le gypse et le soufre.
- 4-Faire des cultures moins sensibles.

### **II.13. Conclusion**

D'après l'analyse chimique du sol et de l'eau destinée à l'irrigation, on peut dire que pour notre région d'étude:

- Le sol n'est pas salé car la conductivité électrique  $< 4 \text{ mmhos/cm}$ .
- Le sol est faiblement riche en matière organique.
- La valeur de SAR  $< 10$ , donc l'eau utilisée pour l'irrigation ne présente pas de danger d'alcalinisation.

### **IV.1. Introduction**

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions

climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, disponibilité de l'eau, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

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

Notre périmètre est composé de six (06) parcelles alimentées par trois forages, leurs caractéristiques sont présentées sur le tableau suivant :

**Tableau IV.1 : caractéristique de parcelle**

PARCELLE	CULTURES	SURFACE (HA)
1	Olivier	20.55
2	Pomme de terre	11.73
3	Tomate	6.11
4	Orge	7.17
5	Abricot	11.56
6	Blé	28.03

#### **IV.2. Besoins en eau du périmètre**

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme la dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

La pièce de base pour la quantification des besoins en eau du périmètre est le calendrier des cultures, établi par des agronomes. Il présente les différentes cultures occupant le sol à chaque instant de l'année, on prend soin d'indiquer le taux de surface couvert par chaque culture sur la base des enquêtes menées par les brigades concernées. L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

#### **IV.3. L'évapotranspiration**

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois, l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique).

Donc on le considérant comme la totalité de la consommation d'eau d'une plante en place, à savoir, l'eau de constitution, l'eau de végétation et les consommations annexes (évapotranspiration directe du sol, herbes.....). Nous distinguons :

#### **IV.3.1. L'évapotranspiration de référence :(ET0 ou ETP )**

Cette 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.

#### **IV.3.2. L'évapotranspiration réelle (ETR)**

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

$$ETP_{CULTURE}=ET_0 * K_C$$

Avec :

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

#### **IV.4. Méthodes d'évaluation d'évapotranspiration de référence :(ET0 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.

### **a- Formule de Blaney-Criddle**

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

$$ETP = (0,457T + 8,13) * K * P$$

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 :

$$ETP = 0,40 \times (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15}$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considérée, 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 suivant :

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

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 :

$$I_g = I_{gA} \times \left( 0,80 + 0,62 \times \frac{h}{H} \right)$$

Avec :

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

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

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

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé; **CROPWAT** version **8.0**, qui permet le passage, de l'évaporation à l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman & Monteith** (ou Penman modifiée).

### **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 présente comme suit :

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

Où :

ETO : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour

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

Rn : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/Jour

F(u) : Fonction liée au vent.

e<sub>a</sub> : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibar

e<sub>d</sub> : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (e<sub>a</sub>-e<sub>d</sub>) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT 8.0** fondé sur la méthode de **Penman & Monteith**.

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

- **Température** : les températures moyennes sont données en Degré Celsius (°c).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).

- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation de (1 à 20 h).
- **Vitesse de vent** : la vitesse du vent peut être introduite en m/sec.

Dans le tableau n°VI-1 nous représentons l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0** selon la formule de **Penman modifié** (ou Penman & Monteith).

**Tableau IV.2 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman & Monteith**

<b>EVAPOTRANSPIRATION DE RÉFÉRENCE ET<sub>0</sub> DE PENMAN-MONTEITH</b>						
Pays : Algérie				Station climatique : Tadmit		
Altitude : 1030 mètres						
Mois	Tom moy (°c)	Humidité (%)	Vent m/s)(	Insola. Heures)(	Radiation MJ/m <sup>2</sup> .Jour)(	ET <sub>0</sub> - PenMon (mm/jour)
Janvier	4.96	78.2	4.6	8	12.4	1.27
Février	6.8	65.5	4.1	8	14.9	2.08
Mars	9.09	62.3	4.5	8	17.8	2.84
Avril	11.73	59.5	4.83	9	21.8	3.78
Mai	17.35	54.4	4.6	9	23.1	5.16
Juin	22.22	41.7	3.8	10	25	6.7
Juillet	25.92	35.1	3.8	11	26.2	7.87
Août	25.75	41.1	3.6	10	23.7	6.97
Septembre	20.74	55.9	3.48	9	20	4.73
Octobre	15.2	65.9	3.8	8	15.8	3.01
Novembre	9.97	69.4	4.6	7	12	2.02
Décembre	6.64	77.7	4.7	7	10.8	1.3
<b>ANNEE</b>	<b>14.7</b>	<b>59</b>	<b>4.2</b>	<b>8.7</b>	<b>18.6</b>	<b>3.98</b>

#### **IV.5. Traitement des données pluviométriques**

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

#### **IV.5.1. Précipitation moyenne mensuelle**

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

#### **IV.5.2. Précipitation de projet (ou l'année de calcul)**

La quantité de précipitations sur laquelle on peut compter **quatre années** sur cinq, correspond à une **probabilité de 80%** et représente une année « **Normale** »**Sèche**, donc c'est la précipitation qui est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent **précipitation de projet**.

Les précipitations mensuelles sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau IV.3 : précipitation mensuelles de projet.**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	ANN
P80%	23,03	21,81	22,8	24,7	26,9	24,09	23,26	21,51	21,51	8,21	5,32	11,55	234,69

#### **IV.6. Calcul de la pluie efficace**

Pour tenir compte des pertes, le programme CROPWAT 8.0 nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.....

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

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

Les valeurs mensuelles de **P80%** et **Peff** sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.4 : Précipitations efficaces dans la zone de projet**

Cropwat:8.0		station: Tadmit
Mois	Précipitation (mm)	Pluie efficace (mm)
J	26,9	21,5
F	24,1	19,3

M	23,3	18,6
A	21,5	17,2
M	21,5	17,2
J	8,2	6,6
J	5,3	4,3
A	11,6	9,2
S	23,0	18,4
O	21,8	17,4
N	22,8	18,2
D	24,7	19,8
Ann	234,7	187,8

#### **IV.7. Calcul du besoin en eau d'irrigation des cultures**

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETR - (P_{eff} + RFU)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

ETR : évapotranspiration réel (mm).

RFU : réserve facilement utilisable.

$$RFU = Y(H_{cc} - H_{pf}).D_a.Z$$

Avec

Y : degré de tarissement

$D_a$  : Densité apparente

Z : profondeur d'enracinement (mm)

$H_{cc}$  : Humidité à la capacité au champ

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

$P_{eff}$  : Pluie efficace

$P_{eff} = A \cdot \text{pluie}$  ; ou  $A=0,8$  à  $0,9$  (pour notre cas on va prendre  $A=0,8$ )

L'irrigation se fait lorsque  $B > 0$

**Tableau IV.5 : représentation des valeurs du coefficient ( $K_c$ )**

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	0.45	0,75	1.15	0.91	0.4	0	0	0	0	0	0.3	0.4
orge	0.4	0.45	0.96	1.15	0.68	0	0	0	0	0	0	0.35
P de terre	0	0	0	0,52	0,93	1,15	1,04	0,8	0	0	0	0

tomate	0	0	0	0	0,6	0,82	1,13	1,13	0,89	0	0	0
olivier	0,83	0,73	0,5	0,5	0,5	0,54	0,68	0,83	0,95	0,95	0,95	0,93
abricot	0,78	0,7	0,5	0,5	0,53	0,68	0,83	0,95	0,95	0,95	0,91	0,84

**Tableau IV.6 : évapotranspiration réelle ETR (mm)**

Avec :  $ETR=KC*ET0$  (mm)

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	17,72	43,68	101,25	103,19	63,98	0	0	0	0	0	18,18	16,12
orge	15,75	26,21	84,52	130,41	108,77	0	0	0	0	0	0,00	14,11
P de terre	0	0	0	58,97	148,76	231,15	253,73	172,86	0	0	0	0
tomate	0	0	0	0	95,98	164,82	275,69	244,16	126,29	0,00	0	0
olivier	32,68	42,52	44,02	56,70	79,98	108,54	165,90	179,34	134,81	88,64	57,57	37,48
abricot	30,71	40,77	44,02	56,70	84,78	136,68	202,50	205,27	134,81	88,64	55,15	33,85

**Tableau IV.7 : profondeur des racines (m)**

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	0.8	0,98	1.2	1,2	1,2	0	0	0	0	0	0.5	0.7
orge	0.7	0.8	0,9	1.1	1,1	0	0	0	0	0	0	0.5
P de terre	0	0	0	0,33	0,51	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0
tomate	0	0	0	0	0,43	0,81	1	1	1	0	0	0
olivier	1,7	1,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
abricot	1,7	1,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7

**Tableau IV.8 : réserve facilement utilisable (mm/m)**

culture	RFU mm/m
blé	70
orge	75
p de terre	30
tomate	60
olivier	95
abricot	110

**Tableau IV.9: réserve facilement utilisable ( mm)**

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	56	68,6	84	84	84	0	0	0	0	0	35	49
Orge	52,5	60	67,5	82,5	82,5	0	0	0	0	0	0	37,5
P de terre	0	0	0	9,9	15,3	18	18	18	0	0	0	0

Tomate	0	0	0	0	25,8	48,6	60	60	60	0	0	0
olivier	161,5	161,5	76	85,5	95	104,5	114	123,5	133	142,5	152	161,5
Abricot	187	187	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187

**Tableau IV.10: besoin en eau d'irrigation (mm)**

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	0	20.60	82.65	85.99	46.78	0	0	0	0	0	0	0
Orge	0	1.2	65.9	113.2	91.6	0	0	0	0	0	0	0
P de terre	0	0	0	41.8	131.6	224.6	249.4	163.7	0	0	0	0
Tomate	0	0	0	0	78.8	158.2	271.4	235	107.9	0	0	0
olivier	11.2	23.2	25.4	39.5	62.8	101.9	161.6	170.1	116.4	71.2	39.4	17.7
Abricot	9.2	21.5	25.4	39.5	67.6	130.1	198.2	196.1	116.4	71.2	36.9	14.1
Somme	20.39	66.44	199.40	319.97	479.05	614.79	880.61	764.82	340.70	142.49	76.32	31.73

#### **IV.8. Définition du lessivage**

Le lessivage est une pratique qui consiste à appliquer en dehors des besoins en eau des plantes des quantités d'eaux supplémentaires afin d'entraîner tout ou une partie des sels dissouts dans le sol en profondeur, hors de la zone racinaire des cultures. Il permet donc de ramener la salinité du sol à son état initial (avant irrigation), ou de la maintenir à un niveau souhaité. Un lessivage ne peut être efficace que s'il est accompagné d'un drainage, surtout en la présence d'une nappe phréatique.

#### **IV.9. Types de lessivage**

Dans les zones humides où les pluies sont abondantes, le problème de lessivage ne se pose pas car, naturellement, assuré par ces dernières.

Cependant dans les zones semi arides et arides où les pluies sont insuffisantes, les doses de lessivage doivent être apportées comme les doses d'irrigation.

Il est important de signaler qu'avec les systèmes d'irrigation à faible efficience, les pertes d'eau par percolation peuvent souvent suffir à lessiver les sels du sol, il n'est donc pas nécessaire d'apporter des doses supplémentaires de lessivage. Il existe deux formes de lessivage

Selon la manière d'apporter les doses: le lessivage initial et le lessivage d'entretien.

##### **IV.9.1. Lessivage initial**

Il consiste à apporter entre deux campagnes d'irrigation toute la dose de lessivage et d'un seul coup.

Ainsi, les sels qui se sont accumulés dans le sol lors d'une campagne d'irrigation sont lessivés pour permettre au sol de reprendre son état initial avant la campagne suivante. Le mode d'application de l'eau sur le sol utilisé à cet effet est généralement un système d'irrigation de surface et particulièrement la submersion.

#### **IV.9.2. Lessivage d'entretien**

Dans ce cas de figure, la dose de lessivage est apportée par fraction en même temps que les doses d'irrigation. C'est à dire qu'on ne laisse pas les sels s'accumuler dans le sol, ils sont progressivement évacués. Le système d'irrigation en place sert donc à l'application des doses de lessivage avec les doses d'irrigation.

$$I_w = \frac{B_{net}}{1 - LR} \quad I_w : \text{besoin végétation+lessivage}$$

Avec :

$$LR = \frac{E_{cw}}{5 \times E_{ce} - E_{cw}}$$

$E_{cw}$  : la conductivité électrique de l'eau d'irrigation.

$E_{ce}$  : la conductivité de l'extrait de pate saturé provoquent une chute de rendement de 10 à 20%.

LR : la fraction d'eau qu'il faut apporter en supplément des besoins des plantes.

$$LR = \frac{1.5}{5 \times 3.31 - 1.5} \quad LR = 0.09$$

**Tableau IV.11 : besoin végétation+lessivage (mm)**

culture	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
blé	0	22.63	90.82	94.5	51.41	0	0	0	0	0	0	0
Orge	0	1.27	72.44	124.41	100.63	0	0	0	0	0	0	0
P de terre	0	0	0	45.9	144.57	246.76	274.1	179.84	0	0	0	0
Tomate	0	0	0	0	86.57	173.87	298.23	258.2	118.56	0	0	0
olivier	12.28	25.51	27.93	43.41	68.99	112.02	177.58	186.96	127.92	78.291	43.26	19.43
Abricot	10.12	23.59	27.93	43.41	74.26	142.95	217.8	215.46	127.92	78.291	40.6	15.44
Somme	22.40	73.01	219.13	351.62	526.43	675.59	967.7	840.46	374.4	156.58	83.86	34.87

D'après les calculs précédemment ne peut pas utiliser l'essépage.

#### **IV.10. Calcul du débit spécifique**

$$Q_{sp} = \frac{B_{pointe} \cdot 10 \cdot 1000}{T \cdot t \cdot 3600 \cdot K}$$

Avec :

B<sub>pointe</sub> : les besoins de pointe.

$Q_{sp}$  : Débit spécifique.

K : Coefficient d'efficacité global du système d'irrigation (k=0,75).

T : nombre du jour d'arrosage (20 – 30).

t : durée d'arrosage par jour (16- 18 - 20 – 24).

➤ Chercher le débit de pointe :

$$Q_{sp} = 967.7 * 10 * 1000 / 20 * 30 * 3600 * 0.75 = 5.6l / s / ha > 1.5$$

Pour la culture la plus exigeante :

$$Q_{sp} = 298.23 * 10 * 1000 / 20 * 30 * 3600 * 0.75 = 1.73l / s / ha > 1.5$$

$$Q_{sp} = 274.1 * 10 * 1000 / 20 * 30 * 3600 * 0.75 = 1.59l / s / ha < 1.5$$

$$Q_{sp} = 258.2 * 10 * 1000 / 20 * 30 * 3600 * 0.75 = 1.49l / s / ha < 1.5$$

On prend en compte uniquement les besoins en eau de la culture la plus exigeante par ce que

$Q_{sp} < 1,5$  l/s/ha (tomate)

$$Q_{sp} = 1.49 \text{ l/s/h}$$

#### IV.11. Conclusion

Pour déterminer les besoins en eau des cultures, il faut tenir compte du climat, culture, système agronomique et intensité culturale, milieu et exposition, sol, eau disponible dans le sol, fertilité du sol.

## **V.1. Introduction**

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre en va dimensionner une partie de notre station par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

## **V.2. Définition**

Le système d'irrigation goutte à goutte est un système qui permet une très grande efficacité de l'irrigation. Des perforations dans des tuyaux longeant les lignes de culture distribuent l'eau aux plantes de manière localisée et à très faible débit, évitant ainsi un maximum de déperdition.

Très économe en eau et en main d'œuvre, il demande par contre une très grande technicité de ses utilisateurs. Les rendements peuvent être très élevés, mais l'investissement est très important.

## **V.3. les composants essentiels d'une installation d'irrigation**

### **V.3.1. un point de fourniture d'eau sous pression appropriée**

On utilise en général des pompes centrifuges, mais pour la petite installation, on utilise des pompes à piston. L'eau peut également provenir d'un réseau de distribution publique.

### **V.3.2. L'unité de tête**

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

### **V.3.3. La conduite principale**

Qui relie au point de fourniture d'eau les divers porte-rampes. Elle peut être en amiante de ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé.

### **V.3.4. Les porte- rampes**

Qui alimentent les rampes d'un seul côté ou des deux coté. Elles peuvent être soit en polyéthylène de moyenne densité, soit en PVC.

### **V.3.5. Les rampes**

Qui sont toujours en polyéthylène de basse densité, à l'exception de quelques installations où l'on utilise du PVC rigide de petit diamètre. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, comme les rampes poreuses ou perforées.

### **V.3.6. Les distributeurs**

Qui constituent la partie essentielle de l'installation, c'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit, dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages dont le débit est un peu plus important.

## **V.4. Calcul de l'installation d'irrigation**

### **V.4.1. Pour l'oliver**

On va choisir la parcelle N°1 dont :

- Cette parcelle comporte de la tomate d'une surface de 20.55 ha;  
C'est une culture alignée et dont l'espacement entre les plants est de 5m

#### **1) Besoins en eau de la parcelle**

On rappelle que les besoins nets de pointe pour cet îlot, en Août, sont de 170.1mm.

D'où les besoins journaliers 5.67mm/j.

#### **2) Calcul du Kr**

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s) = 0,7 + 0,5(1 - 0,7) \text{ donc } K_r = 0,85$$

$K_r$  : coefficient de réduction.

$C_s$  : pourcentage du sol qui est couvert par la culture.

$$\text{En a } B_{net} = 170,1 * 0,85 = 144,6 \text{ mm/mois}$$

Les besoins seront réduits par le coefficient  $K_r$ , donc :  $B_{net} = 4,82 \text{ mm/j}$ .

#### **3) Calcul des besoins bruts**

$$B_{brut} = B_{net} * R_p + L_r$$

$$R_p = E * C_u \text{ dont :}$$

- Si  $R_p > 1$  donc  $B_{brut} = B_{net} * R_p + L_r$  est applicable
- Si  $R_p < 1$  donc  $B_{brut} = B_{net} / R_p + L_r$

Avec :  $B_{net}$  : la dose net (mm)

Cu : l'efficacité du système d'irrigation localisé.  $Cu=0.9$ , avec  $E=1$ , et  $Lr=0$  car la conductivité électrique est inférieure à  $2,2 \text{ mmhos/cm}$  Donc :

$$B_{brut} = \frac{4.82}{0,9} = 5.35 \text{ mm / j}$$

4) **Pourcentage du sol humidifié**

D'après l'abaque de guide d'estimation  
 $P = 80 \%$  avec  $Q = 4 \text{ l/h}$  et de texture moyenne.

5) **La dose nette**

$$D_{net} = RFU \times P = 76 \times 0.3 = 22.8 \text{ mm.}$$

D'après l'ANNEXE.  $P=80\%$ .

Donc la dose brute :  $D_{brut} = 22.8 / 0.9 = 25.33 \text{ mm.}$

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$F = D_{net} / B_{net} = 22.8 / 5.67 = 4 \text{ jours}$$

Donc la dose réelle sera :  $D_r = B_{net} \times F$

$$\text{Alors : } D_r = 5.67 \times 4 = 22.68 \text{ mm.}$$

6) **La durée d'arrosage**

$$t = \frac{D_r \times E_g \times E_r}{q_g} = \frac{0,022 \times 5 \times 5}{2 * 4 \times 10^{-3}} = 68.75 \text{ h}$$

7) **Nombre de poste**

$$N_{post} = F \times t / D_j = 24 \times F / t \text{ travail}$$

$$N_{post} = 24 \times 4 / 20 = 4.8 \text{ donc : } N_{post} = 5$$

8) **Surface de poste**

$$S_p = S_t / N_{post} = 20.55 / 5 = 4.11 \text{ ha.}$$

9) **Nombre de goutteurs par position**

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit  $N = L_r / E_r$

Tel que  $L_r$  : longueur de la rampe ;

Donc :

$$L_{post_g} = \frac{L}{N_{pst/long}} = \frac{600}{5} = 120 \text{ m.}$$

$$N_g = \frac{L_{\text{poste}}}{E_r} = \frac{120}{5} = 24 \text{ gouteurs / rampe.}$$

### 10) Nombre de rampes

L<sub>pr</sub> : longueur de la porte rampe avec L<sub>pr</sub>=150m ;

E<sub>r</sub> : distance entre deux rampes E<sub>r</sub>=5m

$$L_{PRM} = \frac{L}{N_{\text{ran}}} = \frac{150}{2} = 75 \text{ m.}$$

$$N_{\text{prm}} = \frac{L_{\text{prm}}}{E_{\text{pr}}} = \frac{75}{1} = 75 \text{ rampes / poste.}$$

### 11) Débit moyen par rampe

$$Q_r = N_g \times q_g \rightarrow Q_r = 24 \times 2 = 48 \text{ l/h.}$$

Tel que N<sub>g</sub> : nombre de gouteurs.

q<sub>g</sub> : débit d'un gouteur.

### 12) Débit de la porte rampe

$$Q_{p.r} = Q_r \times N_{\text{rampe}}$$

$$Q_{p.r} = 48 \times 75 = 3600 \text{ l/h.}$$

### 13) Calcul hydraulique

- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes

➤ Diamètres des rampes

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left( \frac{pdc \text{ rampex} 2,75}{0,478 \times (Q_r)^{1,76} L_r} \right)^{\frac{-1}{4,76}}$$

Si on revient à la formule pour calculer le diamètre des rampes on trouve : φ cal = 10mm.

➤ Diamètres des Portes Rampes

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left( \frac{pdc \text{ rampex} 2,75}{0,478 \times (Q_{pr})^{1,76} L_{pr}} \right)^{\frac{-1}{4,76}}$$

On trouve que  $D_p.r=50\text{mm}$  la valeur de la perte de charge dans les portes est supérieur à 0,6m est cela va être corrigé par la pression de la borne.

On recalcule la perte de charge :

$$j_{pvc} = \frac{0,452 \times D^{-4,76} \times Q^{1,75} \times L}{2,75}$$

On trouve: la perte de charge dans les rampes est de 1.7m.

La perte de charge dans les portes rampes 0,5m.

#### **V.4.2. Pour la tomate**

On va choisi la parcelle N°3 dont :

- Cette parcelle comporte de la tomate d'une surface de 6.11 ha;

C'est une culture alignée et dont l'espacement entre les plants et de 0,8m

##### **1) Besoins en eau de la parcelle**

On rappelle que les besoins nets de pointe pour cet îlot, en juillet, sont de 271.4mm.

D'où les besoins journaliers 8.75mm/j.

##### **2) Calcul du Kr**

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s) = 0,6 + 0,5(1 - 0,6) \text{ donc } K_r = 0,8$$

$K_r$  : coefficient de réduction.

$C_s$  : pourcentage du sol qui est couvert par la culture.

$$\text{En a } B_{net} = 271,4 \times 0,8 = 217,12 \text{ mm/mois}$$

Les besoins seront réduite par le coefficient  $K_r$ , donc :  $B_{net} = 7\text{mm/j}$ .

##### **3) Calcul des besoins bruts**

$$B_{brut} = B_{net} \times R_p + L_r$$

$$R_p = E \times C_u \text{ dont :}$$

- Si  $R_p > 1$  donc  $B_{brut} = B_{net} \times R_p + L_r$  est applicable
- Si  $R_p < 1$  donc  $B_{brut} = B_{net} / R_p + L_r$

Avec :  $B_{net}$  : la dose net (mm)

$C_u$  : l'efficience du système d'irrigation localisé.  $C_u=0.9$ , avec  $E=1$ , et  $L_r = 0$  car la conductivité électrique es inférieur a 2,2 mmhos/cm Donc :

$$B_{brut} = \frac{7}{0,9} = 7,78 \text{ mm / j}$$

**4) Pourcentage du sol humidifié**

D'après l'abaque de guide d'estimation  
P = 80 % avec Q = 2 l/h et de texture moyenne.

**5) La dose nette**

$$D_{net} = RFU \times P = 25.8 \times 0.8 = 20.64 \text{ mm.}$$

D'après l'ANNEXE. P=80%.

$$\text{Donc la dose brute : } D_{brut} = 20.64 / 0.9 = 22.93 \text{ mm.}$$

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$F = D_{net} / B_{net} = 20.64 / 7 = 3 \text{ jours}$$

Donc la dose réelle sa sera :  $D_r = B_{net} \times F$

$$\text{Alors : } D_r = 7 \times 3 = 21 \text{ mm.}$$

**6) La durée d'arrosage**

$$t = \frac{D_r \times E_g \times E_r}{q_g} = \frac{0,021 \times 1 \times 0,8}{2 \times 10^{-3}} = 8.4 \text{ h}$$

**7) Nombre de poste**

$$N_{poste} = F \times t / D_j = 24 \times 3 / 20$$

$$N_{poste} = 24 \times 3 / 20 = 3.6 \text{ donc : } N_{poste} = 4$$

**8) Surface de poste**

$$S_p = S_t / N_{post} = 6.11 / 4 = 1.5 \text{ ha.}$$

**9) Nombre de goutteurs par position**

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit  $N = L_r / E_r$

Tel que  $L_r$  : longueur de la rampe ;

$E_r$  : espacement entre goutteurs = 0,8 m.

Donc :

$$L_{post_g} = \frac{L}{N_{pst/long}} = \frac{421}{4} = 105.25 \text{ m.}$$

$$N_g = \frac{L_{poste}}{E_r} = \frac{105.25}{0,8} = 132 \text{ goutteurs / rampe.}$$

### 10) Nombre de rampes

L<sub>pr</sub> : longueur de la porte rampe avec L<sub>pr</sub>=148m ;

E<sub>r</sub> : distance entre deux rampes E<sub>r</sub>=1m

$$L_{PRM} = \frac{L}{N_{ran}} = \frac{148}{2} = 74 \text{ m.}$$

$$N_{prm} = \frac{L_{prm}}{E_{pr}} = \frac{74}{1} = 74 \text{ rampes / poste.}$$

### 11) Débit moyen par rampe

Q<sub>r</sub>=N<sub>g</sub>xq<sub>g</sub> → Q<sub>r</sub>=132x2=264 l/h.

Tel que N<sub>g</sub> : nombre de gouteurs.

q<sub>g</sub> : débit d'un gouteur.

### 12) Débit de la porte rampe

Q<sub>p.r</sub>=Q<sub>rampex</sub>N<sub>rampe</sub>

Q<sub>p.r</sub>=264x74=19536l/h.

### 13) Calcul hydraulique

- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes

➤ Diamètres des rampes

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$\Phi_{calculé} = \left( \frac{pdc \text{ rampex} 2,75}{0,478x(Q_r)^{1,76} L_r} \right)^{\frac{-1}{4,76}}$$

Si on revient à la formule pour calculer le diamètre des rampes on trouve : φ cal =16mm.

➤ Diamètres des Portes Rampes

$$\Phi_{\text{calculé}} = \left( \frac{pdc_{\text{ramp}} \times 2,75}{0,478 \times (Q_{pr})^{1,76} \times L_{pr}} \right)^{\frac{-1}{4,76}}$$

On trouve que  $D_{p.r}=60\text{mm}$  la valeur de la perte de charge dans les portes est supérieur à  $0,6\text{m}$  est cela va être corrigé par la pression de la borne.

On recalcule la perte de charge :

$$j_{pvc} = \frac{0,452 \times D^{-4,76} \times Q^{1,75} \times L}{2,75}$$

On trouve: la perte de charge dans les rampes est de  $0,56\text{ m}$ .

La perte de charge dans les portes rampes  $0,7\text{m}$ .

## V.5.Conclusion

Il est clair que le mode d'irrigation goutte à goutte offre une meilleure économie d'eau d'une part, d'autre part une pression de 1 bar sera suffisante au goutteur, par Contraire le mode d'irrigation par aspersion qu'il nécessite une pression importante.

## **VI.1. Introduction**

La gamme des solutions possibles pour équiper une parcelle en vue de son arrosage par aspersion résulte d'une part de la diversité du matériel existant sur le marché et les nombreuses variantes envisageables d'autre part . Dans ce chapitre nous essayons d'étudier le choix de l'installation d'aspersion adéquate et de déterminer les paramètres d'arrosage (débit, fréquence, durée ....etc.).

## **VI.2. Le choix de l'installation d'aspersion**

### **VI.2.1. Les Différents Types D'installation d'aspersion**

#### **VI.2.1.1. Rampes à déplacement rectiligne (type voljanka)**

Les asperseurs sont montés sur un tube qui est sur les roues motorisées , la longueur de cette installation varie entre 150 et 400 m (pour une aile) ; la largeur d'une bande humectée est de 18 m . La conduite est de 0.9 m au dessus du sol (ce qui entraîne une mauvaise répartition de la pluie artificielle causée par la taille des cultures agricoles telles que le Maïs.

#### **VI.2.1.2. Rampes pivotantes automotrices (types frégate)**

Elles présentent une longueur allant jusqu' à 650 m et elle est portée à une hauteur de 2.2 m au dessus du sol . L'arrosage se fait par rotation , assuré par un moteur, la pression de fonctionnement est de 50 et 65 m.

#### **VI.2.1.3. Arroseurs automoteurs**

Avec ces appareils, l'équipement de la parcelle à irriguer réduit a une conduite fixe on semi- fixe. Cette conduite est équipée de vanne d'arrêt aux différents points d'alimentation des bandes , ce système permet d'irriguer un secteur formant un angle de 240° avec un diamètre de jet de 30 à 100 m.

#### **VI.2.1.4. Canon à long jet**

Il est placé sur le tracteur , donnant un jet puissant , ces canons fonctionnent à haute pression (40 à 60 m) et déversent des débits importants et à la portée (100 à 200 ) dont l'intensité de la pluviométrie artificielle est assez élevée ( 8 à 14 mm/heure). Ils permettent sur les sols légers , de couvrir des superficies importantes pour des investissements relativement modestes.

#### **VI.2.1.5. Les arroseurs à poste fixe de basse et moyenne pression**

Ce sont des arroseurs (asperseurs) montés sur des rampes mobiles ou fixes et qui demandent des basses et moyennes pressions (1.5 à 4 bars).

## **VI.2.2. Choix de l'installation**

Pour pouvoir choisir telle où telle installation, il faut étudier certaines contraintes :

### **VI.2.2.1. Contraintes techniques**

- ❖ La pression disponible.
- ❖ Vitesse de vent.
- ❖ Vitesse d'infiltration limite de sol.
- ❖ Dimension de la parcelle.

### **VI.2.2.2. Contraintes agronomiques**

- ❖ Type de cultures.
- ❖ Besoins en eau (période de pointe).

### **VI.2.2.3. Contraintes pratiques**

- ❖ Durée de la période de pointe.
- ❖ Temps de manipulation par jour.

### **VI.2.2.4. Contraintes économique**

- ❖ Prix de l'installation d'aspersion
- ❖ Prix de l'énergie nécessaire

Tenant compte des contraintes citées précédemment, on peut conclure que :

- La rampe à roue (voljanka) ; ne s'adapter pas à notre cas car l'élévation de la conduite au sol est petite par rapport à la taille de la culture.
- La rampe pivotante ( type frégate) ; elle est destinée aux périmètres dont la pente moyenne inférieure à 5 % , elle s'adapte aux cultures dont la taille des plantes inférieure ou égale à 2.2 m .
- L'arroseur automoteur nécessite une énorme pression allant jusqu'à 95 m et une pente moyenne inférieure à 3 %.

- Arrosage avec des asperseurs sur des rampes mobiles cette installation est utilisée pour des terrains pentus à faible superficie.

### VI.3. Détermination du diamètre d'ajutage, du nombre d'asperseur et du nombre de rampes

- **Le diamètre de l'ajutage :**

La perméabilité du sol  $K = 6.5 \text{ mm/h}$ .

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

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante :

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{0.6}$$

$$d = \frac{6.5 \cdot 0.6}{1.5} = 2.6 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé **après l'annexe 05** : **d = 4 mm**

- **la portée du jet (L) :**

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

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25}$$

Tel que :                    d : diamètre de la buse (mm)

                                  h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 4^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 14.59 \text{ m} \qquad \text{La portée du jet normalisé } \mathbf{L = 15.3 \text{ m}}$$

- **Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :**

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

$E_l$  entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02.

$E_a$  entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5.

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).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de  $4.8 \text{ m/s} = 17.3 \text{ Km/h}$ , donc on prend les valeurs minimales :

$$E_l = 1.02 \cdot 15.3 = 15.61m$$

$$EL = 18 m$$

$$E_a = 0.5 \cdot 15.3 = 7.65m$$

$$Ea = 18 m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc El=18m, Ea=18m. **après l'annexe 05**

▪ **Calcul du débit de l'asperseur :**

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

$$q = 0.95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0.95 \cdot \frac{3.14 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 35} = 1.125 m^3 / h$$

▪ **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 :

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

$$\text{Donc } p = \frac{1.125}{18 \cdot 18} = 3.5 mm / h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie  $P \leq K = 6.5 mm/h$ .

▪ **Le temps nécessaire pour donner d'une dose par asperseur :**

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

$$T = \frac{\text{dose}}{p}$$

$$\text{Donc : } T = \frac{35}{3.5} = 10 \text{ heures}$$

Donc on pourra adapter 02 positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 21h.

▪ **volume fourni par asperseur pendant 1 mois :**

$$V = 2 \times 26 \times 35 \times 18 \times 18 = 393.12 m^3$$

$$V = 589.68 m^3$$

▪ **Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :**

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S$$

$$V_t = 86 \times 28.03 \times 10 = 24105.8 \text{ m}^3$$

$$V_t = 24105.8 \text{ m}^3$$

▪ **Le nombre d'asperseurs :**

Le nombre d'asperseurs se calcule 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.

$$N = \frac{V_t}{V}$$

$$N = \frac{24105.8}{589.68} = 40$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 40.

▪ **calcul du nombre de rampes :**

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{\text{largeur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{360}{2} - \frac{18}{2} = 171 \text{ m}$$

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe} : N_a = \frac{\text{longueur}}{E_a} + 1 = \frac{171}{18} + 1 = 10$$

$$\text{Nombre de rampes} : N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{40}{10} = 4$$

$$\begin{aligned} \text{Le débit de la rampe} &= \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/rampe.} \\ &= 1.125 \times 10 = 11.25 \text{ m}^3/\text{h.} \end{aligned}$$

Nombre de position de rampes :

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{778}{18} = 43.22 \approx 44$$

Nombre de poste :

$$N_p = N_r \cdot \frac{\text{nombre de bande}}{N_R} = 44 \cdot \frac{2}{4} = 22$$

$$\text{Le débit total par nombre de rampes} : 11.25 \times 4 = 45 \text{ m}^3/\text{h.}$$

## **VI.4. Dimensionnement des canalisations**

### **VI.4.1. calcul des pertes de charges**

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

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec :

j : 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 :

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

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E, avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[ \frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoquée par le débit Q entrant dans la rampe de diamètre D.

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L<sub>f</sub>, par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

Soit Fc le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui s'écrira :

$$Fc = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit :

$$Fc = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2} .$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement E. le rapport L<sub>f</sub>/L<sub>r</sub> vaudra :

$$Fm = \frac{Fc - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}}$$

En effet, du point de vue perte de charge, chacune des rampes de notre réseau est équivalente à une conduite portant un débit de 11.25 m<sup>3</sup>/h sur une longueur fictive égale à 69.3 m.

Pour l'asperseur le plus défavorisé, le trajet le plus long est donc de (778-18 + 171= 931 m) en valeur réelle et de (778-12+ 69.3 = 835.3 m) en longueur fictive.

La pression de fonctionnement de l'asperseur est de 3.5 bars. L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 0.7 bars (7m de c.e) entre l'asperseur le plus défavorisé (à l'extrémité du trajet de 835.3 m) et l'asperseur le plus favorisé (au voisinage de la desserte). La perte de charge unitaire moyenne sur ce trajet serait donc :

$$i = \frac{7}{835.3} = 0.0084 \text{ m/m}$$

#### **VI.4.2. Diamètre de la 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) :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 45}{3.14 \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 94.06 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201.5 mm respectent cette condition.

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

$$103.03 \text{ mm} < D_{\text{éco}} < 112.87 \text{ mm.}$$

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 de 0.0084m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot (45)^2}{0.0084 \cdot (3600)^2}} = 130.43 \text{ mm}$$

Seules les conduites de diamètre 151 à 201.5 mm respectent cette condition.

- Le choix se portera en vu de ces trois contraintes sur la conduite de diamètre 100.4mm.

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est :

$$\Delta H = i \cdot l = 6.6 \text{ m.}$$

$$\Delta H = 0.008 \cdot 835.3 = 6.6 \text{ m.}$$

### **VI.4.3. Diamètre de la rampe**

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$7 - 6.6 = 0.4 \text{ m.}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 69.3 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{0.4}{69.3} = 0.006 \text{ m/m}$$

- Le diamètre minimum admissible qui correspondra à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11.25}{\pi \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 47.03 \text{ mm}$$

Les conduites qui respectent cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 49.9 mm à 201.5 mm

- Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

$$\text{Pour } 1.25 < v < 1.5 \text{ m/s on a } 56.43 > D_{\text{éco}} > 51.52 \text{ mm.}$$

Donc le diamètre le plus approprié est  $d = 49.9 \text{ mm}$ .

- Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.006m/m est :

$$D_t = 5.333 \sqrt{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{j}} = 5.333 \sqrt{\frac{0.00103 \cdot (11.25)^2}{0.006 \cdot (3600)^2}} = 82.6 \text{ mm}$$

- Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de 49.9mm.

- La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c}$$

Donc :

- Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0.003 \cdot 69.3 = 0.2m$$

- Les pertes de charge sur l'installation seront égales à

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe})$$

$$\Delta H_t = 6.6 + (2 \times 0.2) = 7 \text{ m.}$$

### **VI.5. Conclusion**

Dans ce chapitre on a dimensionné un système d'irrigation par aspersion, ce système est nécessaire à une pression impotente. On conclure que l'écart de pression de 20% (7m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

## **VII.1. Introduction**

Le réseau d'irrigation est un ensemble d'éléments qui permettent d'assurer le transport, la répartition, la mise en charge et la distribution de l'eau à chaque exploitation agricole.

L'objectif de ce chapitre est le choix de réseau adéquat, ainsi que la détermination des paramètres hydrauliques de ce réseau.

## **VII.2. Les différents types de réseau d'irrigation**

### **VII.2.1. Réseau à ciel ouvert**

L'eau est amenée par des canaux à ciel ouvert, soit en terre ou avec revêtements qui ont généralement des sections trapézoïdale ou circulaire.

### **VII.2.2. Réseau fermé**

Il est constitué par des conduites sous pression, généralement enterrées.

### **VII.2.3. Réseau mixte**

Le réseau d'irrigation mixte est la combinaison des deux systèmes, l'amenée de l'eau jusqu'au périmètre se fait par des canaux et la distribution se fera par des conduites sous pression.

### **VII.2.4. Choix du type de réseau**

Le choix de type de réseau se porte sur le réseau fermé sous pression

- Augmentation du rendement du réseau.
- Diminution notable des pertes du réseau.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Possibilité d'automatisation.

### **VII.2.5. Estimation de la matière des tuyaux**

La concentration sous pression comprend le plus souvent des tuyaux droits cylindriques et des éléments de raccords appelés « pièces spéciales » coudes, brides, cônes, ...etc.

Le choix des matériaux est conditionné par les valeurs du diamètre de la conduite et la pression exercée.

Pour les canalisations de très gros diamètre (1 à 3 m), on utilise souvent le béton armé, pour les canalisations de petit diamètre, on utilise la matière plastique.

### **VII.2.5.1. Canalisation en acier**

Elles sont particulièrement utilisées pour des débits élevés des pressions importantes. Elles sont assemblées bout à bout par soudure et sont caractérisées par une bonne étanchéité et une bonne résistance, mais elles doivent être protégées contre la corrosion.

### **VII.2.5.2. Canalisation en fonte**

Elles sont utilisées le plus souvent malgré leur prix de revient qui est assez élevé, caractérisées par :

- Une grande étanchéité ;
- Une durée de vie assez longue ;
- Un bon coefficient d'écoulement hydraulique et facilité de passer sur le lit.

### **VII.2.5.3. Canalisation en amiante ciment**

Elles sont constituées d'un mélange d'amiante en fibre diffusé dans du ciment portland artificiel ; caractérisées par des parois très lisses et un bon coefficient d'écoulement hydraulique, et une bonne résistance mécanique.

### **VII.2.5.4. Canalisation en matière plastique**

Elles sont utilisées pour les canalisations mobiles de la distribution d'eau sur la parcelle. Elles sont souples et supportent les pressions moyennes.

### **VII.2.6. Assemblages des tuyaux**

L'assemblage des tuyaux en acier se fait par soudure au chalumeau (oxyacétyline), en soudure à l'arc électrique.

Les tuyaux en amiante ciment peuvent être assemblés à l'aide des manchons de tuyaux suivants : Joints simples, giboul, antivit, Francoprest, Evermitie gam, ...etc.

Pour l'assemblage des conduites d'irrigation, on utilise le plus souvent les joints de types : Gibaut, Simplex univit.

### **VII.2.7. Raccords**

Les raccords servent pour les points singuliers comme :

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

### **VII.2.8. Matériel de contrôles de débits**

- Vanne de sectionnement et de vidange
- Les compteurs
- Les bornes d'irrigation
- Ventouses
- Purgeurs

### **VII.2.9. Matériel de contrôle de pression**

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

## **VII.3. Dimensionnement du réseau de distribution**

L'acheminement des eaux d'irrigation vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduite en PVC, le périmètre se compose de 06 parcelles surfaces, voir planche N°2.

On a doté chaque parcelle d'une borne d'irrigation qui est caractérisée par un débit propre à chaque parcelle suivant sa superficie, les caractéristiques de chaque borne sont présentées dans le tableau VII.1, ainsi que les caractéristiques des tronçons qui sont présentés dans le tableau VII.2. Le Calcul a été fait à l'aide des logiciels Watercad et Epanet comme l'indique la figure VII.1 montrant la distribution des vitesses et des pressions dans le réseau.

**Tableau VII .1 : Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation**

nœuds et bornes	Altitude(m)	Débit (l/s)	Charge(m)	Pression(m)
N1	885,1192	0	935.07	49.95
N2	887,4566	0	933.94	46.48
N3	888,7323	0	932.38	43.65
N4	889,7213	0	931.72	42.00
N5	890,7011	0	929.63	38.93
N6	887,5944	0	931.88	44.28
N7	887,9581	0	931.10	43.14
B1	885,3355	8,74	933.36	48.03
B2	885,9686	8,74	932.37	46.40
B3	893,2957	17,22	930.04	36.47
B4	890,1051	5,34	929.68	39.57
B5	887,5563	5,34	926.75	39.20
B6	893,3585	20,86	929.12	35.76
B7	892,2457	20,86	928.41	36.17
B8	890,1753	9,1	931.33	41.15
B9	889,4929	15,31	929.20	39.71
B10	885,3253	15,31	928.06	42.74
R1	935.9646	126,82	935.96	0

**Tableau VII .2 : Caractéristiques des conduites de distribution**

conduite	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	$\Delta h$ Unit (m/km)
T1	423,43	400	0,1	126,82	1,01	2.11
T2	315,89	300	0,1	78,36	1,11	3,58
T3	122,55	100	0,1	8,74	1,11	13,99
T4	112,5	100	0,1	8,74	1,11	13,99
T5	544,57	300	0,1	69,62	0,98	2.86
T6	141,73	125	0,1	17,22	1,4	16,52
T7	397,2	300	0,1	52,4	0,74	1.66
T8	775,63	250	0,1	41,72	0,85	2.70
T9	231,93	200	0,1	20,86	0,66	2.22
T10	547,74	200	0,1	20,86	0,66	2.22
T11	99,53	100	0,1	10,68	1,36	20,53
T12	532,66	100	0,1	5,34	0,68	5.49
T13	421,92	200	0,1	39,72	1,26	7,57
T14	278,74	150	0,1	9,1	0,51	1.97
T15	169,25	200	0,1	30,62	0,97	4,6
T16	144,05	125	0,1	15,31	1,25	13,18
T17	579,13	150	0,1	15,31	0,87	5.24

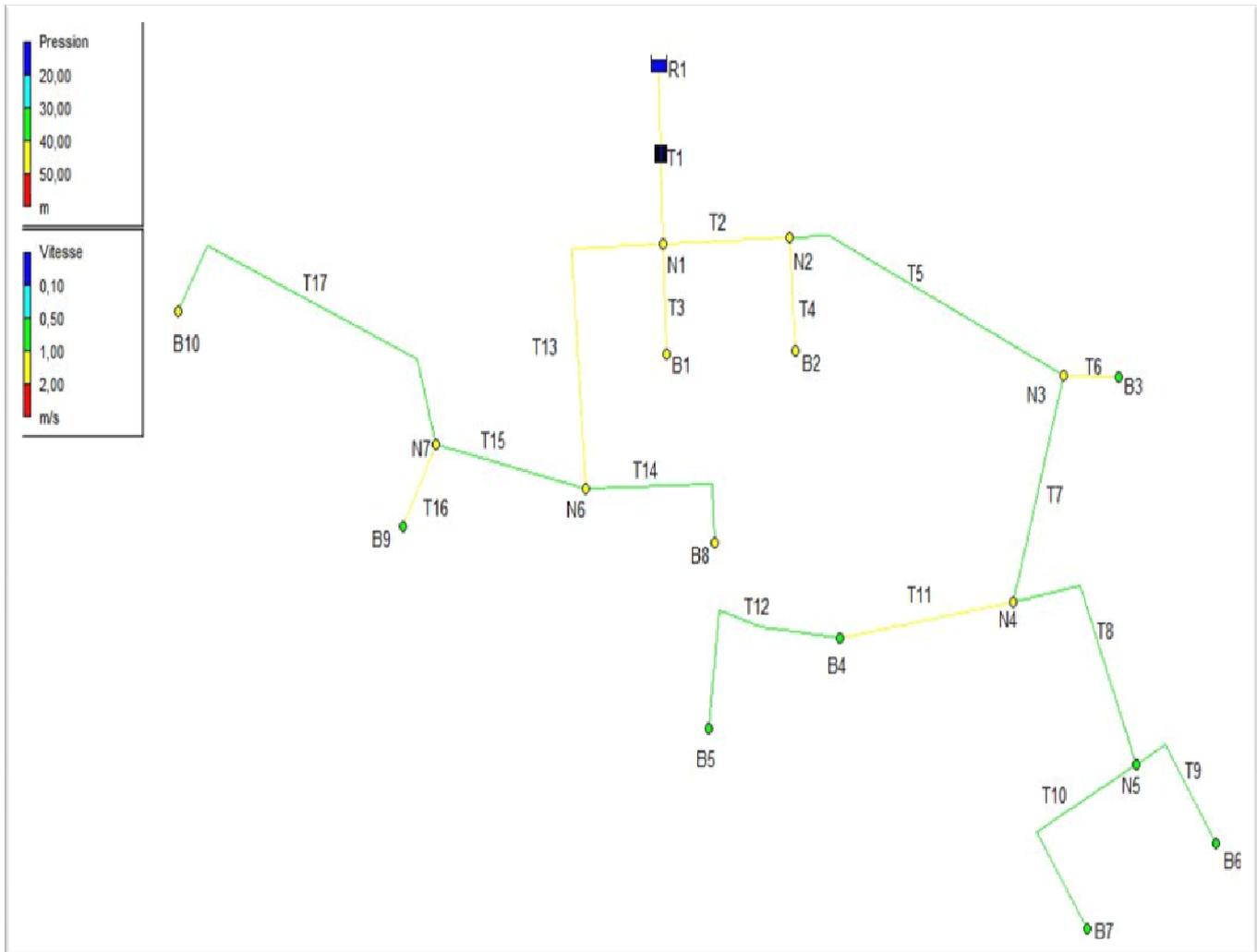


Figure VII.1 : réseau principal d'irrigation

#### **VII.4. Dimensionnement du réservoir**

$$V_d = 126.82 * 20 * 3600 * 10^{-3} = 9131.04 \text{ m}^3$$

$$V_f = 143 * 18 * 3600 * 10^{-3} = 9266.4 \text{ m}^3$$

$$V_d \text{ pendant à 18h} = 126.82 * 18 * 3600 * 10^{-3} = 8217.94 \text{ m}^3$$

$$V_r = 9266.4 - 8217.94 = 1050 \text{ m}^3$$

**Avec :**

V d: volume demandé en m<sup>3</sup>.

V f: volume fourni en m<sup>3</sup>.

V r : volume du réservoir en m<sup>3</sup>.

Le bassin est rectangulaire à ciel ouvert. On fixe une hauteur variant entre 2 à 5m.

Pour notre cas nous prenons la hauteur égale à 4 m. La surface du bassin d'irrigation est donnée par :

$$V = S * h \text{ et } S = L * B$$

B : la largeur du bassin

L : la longueur du bassin

$$\text{La largeur est déterminée par : } B = \sqrt{\frac{S}{2}}$$

$$\text{La longueur est donnée par : } L = S/B$$

$$\text{On a: } h = 4 \text{ m donc } S = 262.5 \text{ m}^2$$

$$B = \sqrt{\frac{262.5}{2}} = 11.45 \text{ m, on prend : } B = 11.5 \text{ m}$$

$$L = \frac{262.5}{11.5} = 22.8 \text{ m, on prend } L = 23 \text{ m.}$$

#### **VII.5. Choix de la pompe**

Le choix de la pompe est déterminé par deux paramètres essentiels

-la hauteur manométrique totale HMT exprimée en m ;

-le débit de la pompe Q pompe.

$$HMT = h_t + H_g$$

Avec :

h<sub>t</sub> : perte de charge totale en m.

H<sub>g</sub> : hauteur de dénivellation en m.

$$h_t = h_s + h_l$$

$$h_s = 10\% h_l.$$

$$ht = 1.1hl$$

$$hl = \frac{0.001052 * L * Q^2}{D^{4.772}}$$

Avec :

L : longueur de la conduite.

D : diamètre de la conduite.

Q : le débit dans la conduite.

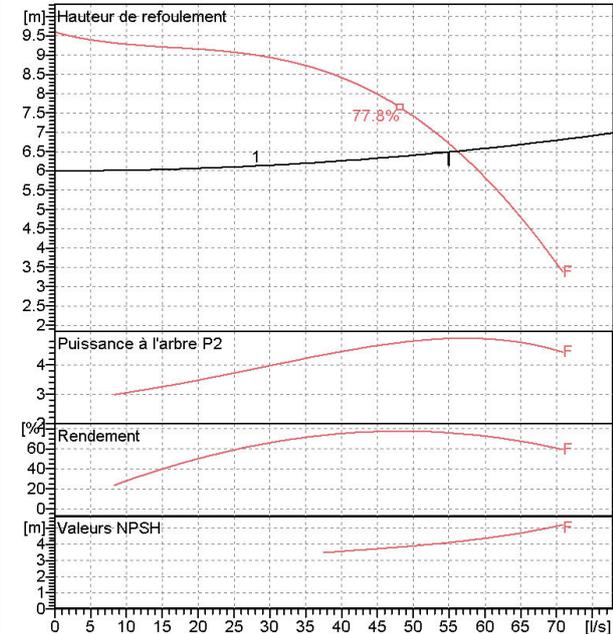
**Tableau VII .3 : Résultats de calcul**

N° forage	D(m)	L(m)	Q(m3/s)	hl(m)	hs(m)	ht(m)	Hg(m)	HMT(m)
F1	0.25	188	0.055	0.45	0.045	0.49	6	6.49
F2	0.35	147.53	0.099	0.23	0.023	0.25	6	6.25
F3	0.4	321.77	0.143	0.55	0.055	0.60	13	13.60

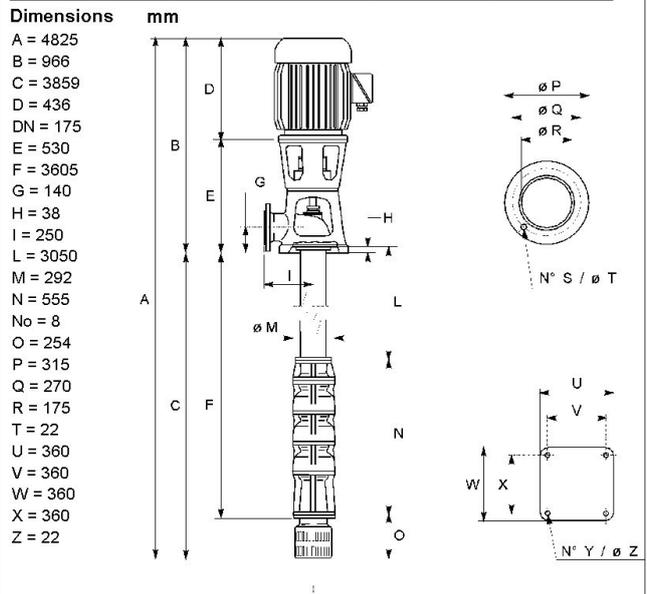
**SELECTION INDICATIVE; contacter nos service commerciaux pour un projet complet.**

P12C/7/30/1F	
<b>Caractéristiques requises</b>	
Débit	55 l/s
Hauteur de refoulement	6.49 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
<b>Caractéristiques de la pompe</b>	
Débit	56.2 l/s
Hauteur de refoulement	6.51 m
Puissance absorbée	4.92 kW
Rendement	75.5%
Hauteur manométrique H(Q=0)	9.6 m
Orif. de refoulement	175 mm
<b>Caractéristiques moteur</b>	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	5.5 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
<b>Limites opérationnelles</b>	
Démarrages / h max.	20
Température maxi. du liquide pompé	313 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Caractéristiques générales</b>	
Poids	154 kg

Matériaux	
<b>CONSTRUCTION POMPE</b>	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Arbre pompe	Acier
Palier	Caoutchouc
<b>LIGNE D'ARBRE</b>	
Tube colonne	Acier
Arbre	Acier
Douille arbre	Acier cromé
Manchons	Acier inox
Roulements	Caoutchouc
<b>GROUPE COMANDE</b>	
Bas	Fonte ou Acier
Lanterne de liaison	Fonte ou Acier
Crépine	Acier galvanisé



Caractéristiques de fonctionnement				UNI/ISO 2548/C
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]
55	6.71	4.91	76.1	4.11

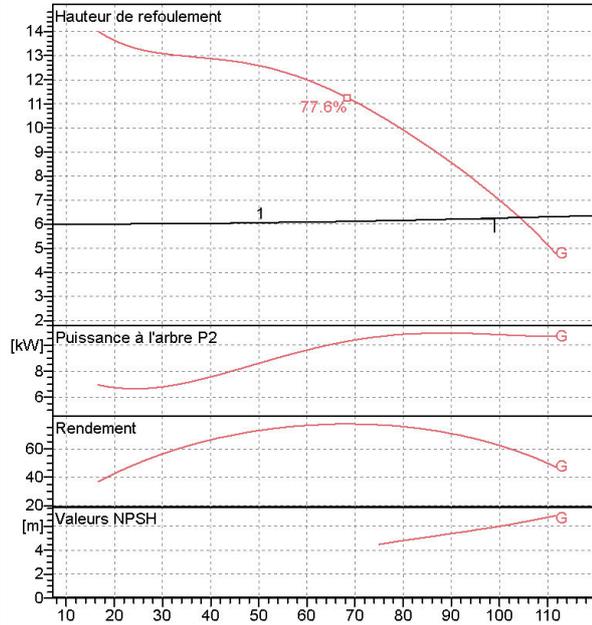


Notes:

**Figure VII.2 : courbe caractéristique de la 1<sup>ère</sup> pompe**

SELECTION INDICATIVE; contacter nos service commerciaux pour un projet complet.

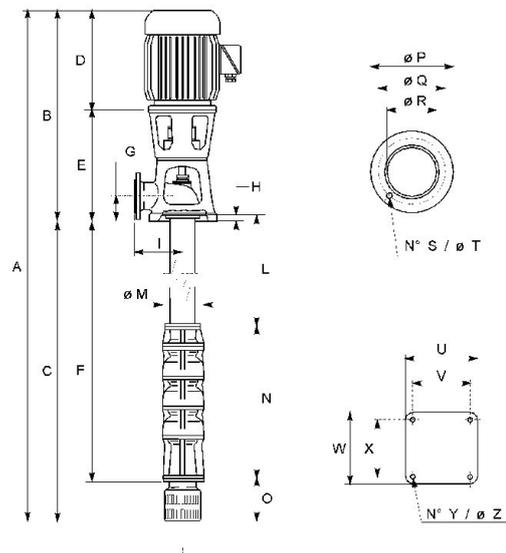
<b>P14C/8/35/1G</b>	
<b>Caractéristiques requises</b>	
Débit	99 l/s
Hauteur de refoulement	6.25 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
<b>Caractéristiques de la pompe</b>	
Débit	104 l/s
Hauteur de refoulement	6.29 m
Puissance absorbée	10.7 kW
Rendement	57.8%
Hauteur manométrique H(Q=0)	19.1 m
Orif. de refoulement	200 mm
<b>Caractéristiques moteur</b>	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	15 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
<b>Limites opérationnelles</b>	
Démarrages / h max.	20
Température maxi. du liquide pompé	313 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Caractéristiques générales</b>	
Poids	299 kg
<b>Matériaux</b>	
<b>CONSTRUCTION POMPE</b>	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Arbre pompe	Acier
Palier	Caoutchouc
<b>LIGNE D'ARBRE</b>	
Tube colonne	Acier
Arbre	Acier
Douille arbre	Acier cromé
Manchons	Acier inox
Roulements	Caoutchouc
<b>GROUPE COMANDE</b>	
Bas	Fonte ou Acier
Lanterne de liaison	Fonte ou Acier
Crépine	Acier galvanisé



<b>Caractéristiques de fonctionnement</b>				UNI/ISO 2548/C
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

**Dimensions mm**

- A = 5208
- B = 1250
- C = 3958
- D = 585
- DN = 200
- E = 665
- F = 3665
- G = 200
- H = 48
- I = 350
- L = 3050
- M = 342
- N = 615
- No = 12
- O = 293
- P = 340
- Q = 295
- R = 200
- T = 22
- U = 550
- V = 470
- W = 550
- X = 470
- Z = 30



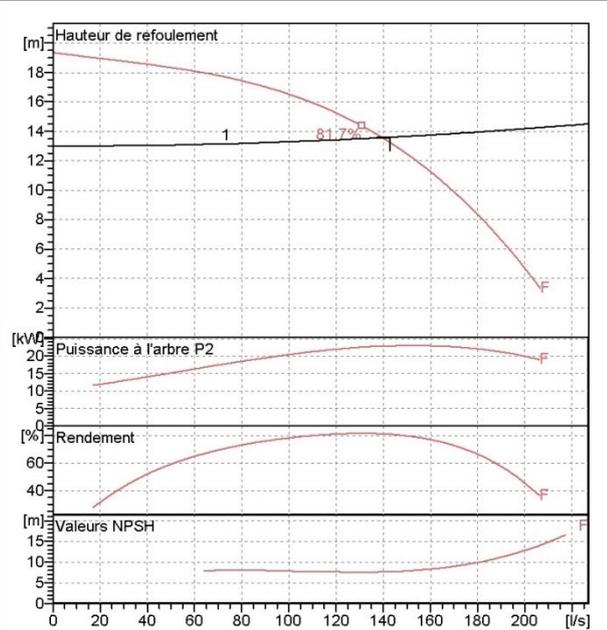
Notes:

Figure VII.3 : courbe caractéristique de la 2<sup>ème</sup> pompe

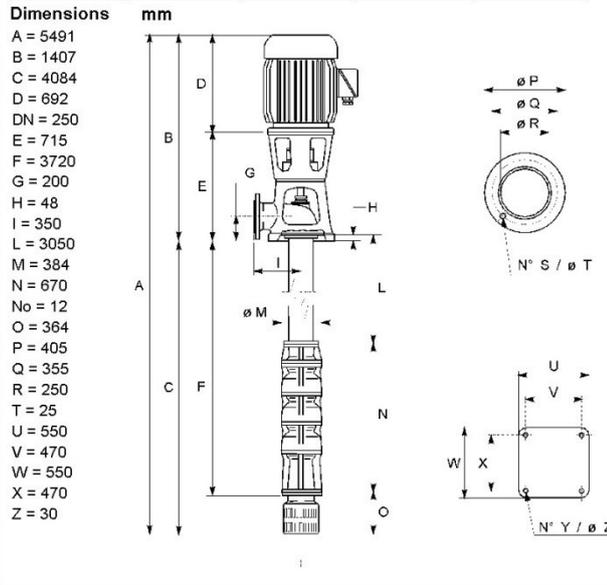
SELECTION INDICATIVE; contacter nos service commerciaux pour un projet complet.

P16C/10/35/1F	
<b>Caractéristiques requises</b>	
Débit	143 l/s
Hauteur de refoulement	13.6 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
<b>Caractéristiques de la pompe</b>	
Débit	140 l/s
Hauteur de refoulement	13.6 m
Puissance absorbée	22.9 kW
Rendement	81.3%
Hauteur manométrique H(Q=0)	19.4 m
Orif. de refoulement	250 mm
<b>Caractéristiques moteur</b>	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 1/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	30 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
<b>Limites opérationnelles</b>	
Démarrages / h max.	20
Température maxi. du liquide pompé	313 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m <sup>3</sup>
Densité max.	998 kg/m <sup>3</sup>
Viscosité maxi.	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Caractéristiques générales</b>	
Poids	414 kg

Matériaux	
<b>CONSTRUCTION POMPE</b>	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étagé	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Arbre pompe	Acier
Palier	Caoutchouc
<b>LIGNE D'ARBRE</b>	
Tube colonne	Acier
Arbre	Acier
Douille arbre	Acier cromé
Manchons	Acier inox
Roulements	Caoutchouc
<b>GROUPE COMANDE</b>	
Bas	Fonte ou Acier
Lanterne de liaison	Fonte ou Acier
Crépine	Acier galvanisé



Caractéristiques de fonctionnement					UNI/ISO 2548/C
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]	
143	13.2	23	81	7.74	



Notes:

Figure VII.4 : courbe caractéristique de la 3<sup>ème</sup> pompe

## **VII.6. Conclusion**

L'objectif de ce chapitre c'est le dimensionnement d'un réseau de distribution à partir de l'utilisation de logiciel Epanet pour assure la vitesse admissible entre (0.5 :1.5).

On a choisi la pompe adéquate avec l'utilisation de logiciel Caprari.

### **VIII.1.Introduction**

Afin que notre projet soit exécuté dans les meilleures conditions possibles, une opération dite « Organisation de chantier » doit être étudiée, afin de déterminer et de coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour une réalisation et une exécution des travaux aussi conforme que possible tout en respectant les délais les plus brefs.

### **VIII.2.Exécution des travaux**

#### **VIII.2.1. Exécution de la tranchée**

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

- Implantation du tracé de la conduite.
- Exécution de la tranchée.
- Aménagement du lot de pose des conduites.

La largeur de la tranchée doit être égale au diamètre extérieur de la conduite augmentée de 0.5m dans le but de permettre aux poseurs de travailler à l'aise, et d'effectuer sans gêne les différentes opérations de raccordements des tuyaux.

#### **VIII.2.2. Assise de la conduite**

Lorsque l'exécution des tranchées est terminée, on doit les remplir par une couche de 10-20cm de sable ou de gravier fin, dans le but de maintenir la conduite dans l'axe de tranchée et soutenir le poids du sol situé au dessus de la conduite.

#### **VIII.2.3. Pose de la canalisation dans la tranchée**

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

L'assemblage des conduites se fait à l'aide des manchons.

#### **VIII.2.4. Epreuve d'essai de pression**

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

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

#### **VIII.2.5. Engins nécessaires pour l'exécution des travaux**

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

### **VIII.3.Exploitation du système d'irrigation**

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

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

#### **VIII.3.1. Objectif de l'exploitation**

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

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

#### **VIII.3.2. Estimation de l'état hydro agricole des terres irriguées**

Le phénomène de formation des sols humides et sols salés et dû à la mauvaise utilisation de l'eau d'irrigation.

La lutte contre ce phénomène, se présente sous deux aspects :

##### **a- Mesures d'amélioration technique**

- Réalisation d'un drainage pour les sols humides.
- Réalisation d'un drainage et lessivage pour les sols salés.

##### **b- Mesures d'exploitation**

Elles consistent à faire un inventaire détaillé des surfaces susceptibles d'être touchées par ces phénomènes et une surveillance permanente qui se résume comme suit :

- Mesure de la concentration des sels dans le sol.
- Une bonne utilisation de l'eau d'irrigation.

### **c- Exploitation des ouvrages hydrauliques**

Les mesures à prendre, pour l'entretien des installations des systèmes d'irrigations sont :

- Gardiennage
- Mesures contre l'incendie.
- Les visites périodiques.
- Surveillance et maintenance des travaux.

### **d- Maintenance des ouvrages et équipement**

#### **1- Maintenance de premiers niveaux**

Pour les interventions courantes, les activités de maintenance de premier niveau sont généralement réalisées par les agents d'exploitation, proche des ouvrages dont ils ont la responsabilité, d'où une économie sensible en frais de personnel et de déplacement, et une plus grande rapidité d'intervention.

#### **2- Maintenance spécialisée**

Pour les interventions de niveau supérieur, par nature plus complexe, les moyens nécessairement sont plus spécifiques. La maintenance est alors structurée par spécialités techniques correspondant aux différents types d'équipements.

Les spécialités les plus courantes sont les suivantes :

- Génie civil
- Appareillages mécaniques, électriques et électroniques

### **VIII.4.Conclusion**

Le matériel utilisé pour les chantiers est le matériel classique des chantiers de travaux publics. L'utilisation de gros engins mécaniques a réduit considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée. Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique
- Un dozer
- Un chargeur

Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

## Conclusion générale

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

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride; et l'analyse du sol nous donne un sol moyenne, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne ; et assez imperméable.

L'étude hydrologique nous a permis de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée à une for salinité, faiblement alcaline avec peu de danger de toxicité au futur.

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

Ces techniques d'arrosage utilisent des équipements qui présentent plusieurs avantages de point de vue exploitation d'une façon rationnelle de la source d'eau et permettront ainsi l'augmentation de production agricole et cela par :

- L'augmentation de la surface irriguée.
- L'augmentation du rendement des cultures.

D'autre part, on peut dire que ces deux techniques d'arrosages sont plus adaptées dans notre région d'après le contexte actuel de la sècheresse et le développement au niveau de l'économie nationale, l'encouragement à l'utilisation des méthodes d'irrigation performantes et permettant des économies en eau.

Le choix de type de réseau d'irrigation et le matériau constitutif des conduites se fait à partir des techniques d'arrosage utilisées.

## BIBLIOGRAPHIE

- **MOKHTAR DIJLALI**, ETUDE ET SUIVI DE L'EXPLOITATION D'UN PERIMETRE IRRIGUE EN MICRO IRRIGATION (FERME PILOTE BIR OULD KHELIFA WILAYA DE AIN DEFLA), 2005, 100 pages, mémoire d'ingénieur, ENSH, 2005.
- **Pierre-Emile Van Laere**, Mémento irrigation, Bruxelles – Belgique, 2003, 15 pages Collection “Manuels Techniques”
- **TOUAIBIA Bénina**, Manuel pratique d'hydrologie, ISBN, Blida Algerie, Mars 2004.166 pages.
- **Sitographie :**  
**Walker W.R** (1989), Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. Rome, Italy, FAO. Disponible sur Internet, consulté le 5 février 2012 :  
  
<http://www.fao.org/docrep/T0231E/t0231e00.htm>

ANNEXE : 01

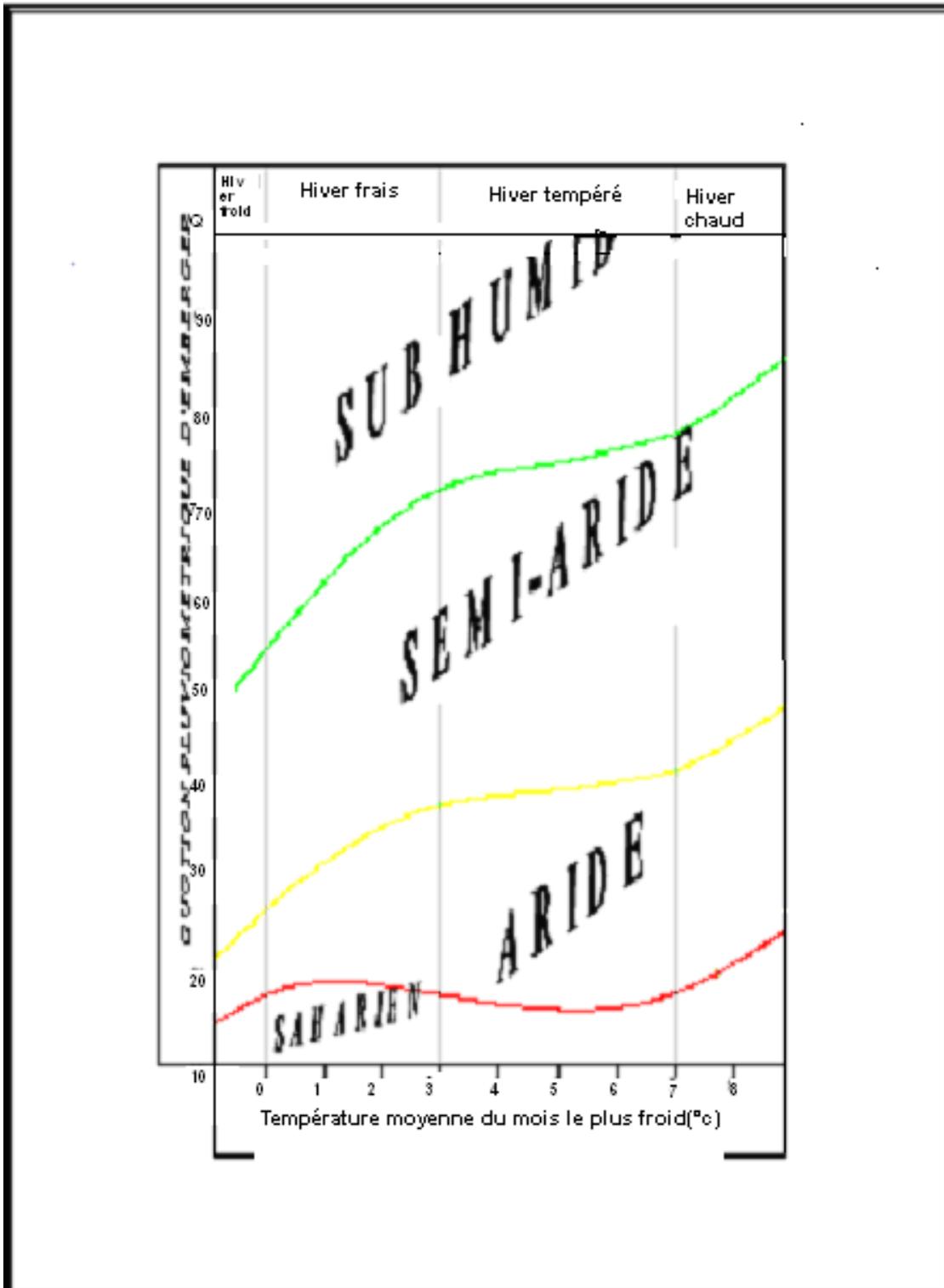


Diagramme bioclimatique d'Emberger

## ANNEXE : 02

### 5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/m de profondeur) QUAND ET <sub>cult</sub> = 5-6 mm/jour					
Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>1</sup>		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carrotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datte	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>cult</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>cult</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

<sup>2</sup> Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Salter et Goode (1967), Rijtema (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

## ANNEXE : 03

### 1. DUREE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES CULTURES

Culture	Init.	Dével	Mi	Arrière	Total	Date Plant	Région
Arachide	25	35	45	25	130	Saison sèche Mai/Juin	Afrique de l'Ouest Méditerranéen
	35	45	35	25	140		
Artichaud	40	40	250	30	360	Avr (1 an) Mai (2 yr)	Californie (couper en mai)
	20	40	220	30	310		
Aubergine	30	40	40	20	130	Octobre Mai/Juin	Régions arides Méditerranéen
	30	45	40	25	140		
Betterave	15	25	20	10	70	Avr/Mai Fév/Mars	Méditerranéen Méditerr. & R. Arides
	25	30	25	10	90		
Betterave sucrière	45	75	80	30	230	Novembre	Méditerranéen
	25	35	50	50	160	Mai	Méditerranéen
	35	60	70	40	205	Novembre	Régions arides
Blé/Orge	15	25	50	30	120	Novembre	Inde (Centrale) 35-45 °Lat Afrique de l'Est
	20	25	60	30	135	Mars/Avril	
	15	30	65	40	150	Juillet	
Blé d'hiver	30	140	40	30	240	Novembre	Méditerranéen
Carotte	20	30	50/30	20	100	Oct/Jan	Climats arides Méditerranéen
	30	40	60	20	150	Fév/Mars	
Carthame	20	35	45	25	125	Avril	Californie, USA Régions arides
	35	55	60	40	190	Oct/Nov	
Céleri	25	40	95	20	180	Oct	Climats (semi)-arides Méditerranéen
	25	40	45	15	125	Avril	
Céréales	20	30	60	40	150	Avril	Méditerranéen Pakistan; Rég. arides
	25	35	65	40	165	Oct/Nov	
Citrouille	20	30	30	20	100	Mars, Août	Méditerranéen Europe
	25	35	35	25	120	Juin	
Concombre	20	30	40	15	105	Juin/Août	Régions arides Régions arides
	25	35	50	20	130	Nov; Fév	
Coton	30	50	60	55	195	Mars;Avr/Mai	Egypte; Pakistan Yemen Texas
	30	50	60	55	195	Sept	
	30	50	55	45	180	Avril	
Courgette	25	35	25	15	100	Avril	Médit.; R. Arides Médit.; Europe
	20	30	25	15	90	Mai/Juin	
Crucifères	20	30	20	10	80	Avril	Méditerranéen Méditerranéen Méditerranéen
	25	35	25	10	95	Février	
	30	35	90	40	195	Oct/Nov	
Epinard	20	20	25	5	70	Avr; Sep/Oct	Méditerranéen Régions arides
	20	30	40	10	100	Novembre	
Haricots (sec)	20	30	40	20	110	Mai/Juin	Climats Continental Pakistan, Calif.
	15	25	35/50	20	95	Juin	
Haricot (vert)	20	30	30	10	90	Fév/Mars	Calif., Méditerranéen Calif., Égypte, Liban
	15	25	25	10	75	Août/Sep	
Laitue	20	30	15	10	75	Avril	Méditerranéen Méditerranéen Régions arides
	30	40	25	10	105	Nov/Jan	
	25	35	30	10	100	Oct/Nov	
Lentille	20	30	60	40	150	Avril	Europe Régions arides
	25	35	70	40	170	Oct/Nov	

## ANNEXE : 04

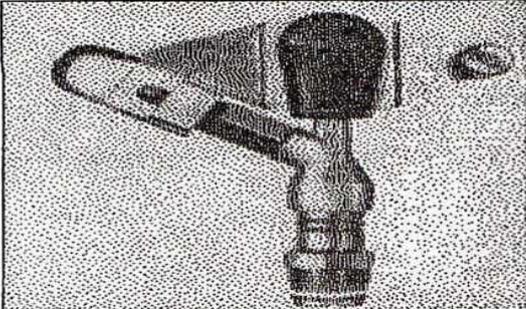
### 2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Banancier						
tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot						
vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Mais						
doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon						
sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés sans sarclage						0.65-0.75 0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HRmin > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).  
 Second chiffre : avec faible humidité (HRmin < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

ANNEXE : 05



**Caractéristiques de  
l'asperseur circulaire  
PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)

### GUIDE D'ESTIMATION DE P

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

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