

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
«ARBAOUI Abdellah »**

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.**

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à
l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène
(W -OUM EL BOUAGHI)**

**Présenté par :
M^r: BOULIFA IBRAHIM**

**Promoteur :
M^r : MESSAHEL.M**

Devant le jury composé de :

Président : M^r B.BENLAOUKLI

**Examineurs : M^{me} W. AZIEZ
M^{me} D. DJOUDAR
M^r R. REKROUK
M^r D. KOLIAI**

Octobre 2011

DEDICACES

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

D'abord à ma très chère mère, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.

A mon très cher père, pour ces conseils, son soutien matériels et moral et pour tout ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.

A mon cher grand père.

A mes frères.

A mes sœurs.

*A toute la famille : **BOULIFA et SENOUSI***

*Je dédie également ce travail à tous mes amis de L'E.N.S.H avec qui je partage tous les souvenirs inoubliables d'une formation qui m'a ouvert les yeux sur le monde. Je cite en particulier : **BILLEL, HAROUN, HAKO, AYOUB, KHEIRO.***

Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier.

BOULIFA IBRAHIM

REMERCIEMENTS

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans mon élaboration

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à

Mon promoteur Mr MESSAHEL.M de m'avoir orienté et pour ces conseils judicieux.

Madame L.S .BAHBOUH de m'avoir enseigné le long de ma formation, m'a assisté, guidé et conseillé durant ce projet .je lui exprime ici ma profonde reconnaissance

Je Remercie également tout le personnel de l'ANRH de

CONSTANTINE et BLIDA

Je Remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en hydraulique

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

Merci

ملخص

إن الهدف من إنجاز مذكرة نهاية دراستي هو تحديد الأبعاد لشبكة تزويد و توزيع المياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة فكيرينة.
المورد المائي آت من تعبئة مياه شبكة التزويد على مستوى حوض اولمان .

Résumé

*Le présent mémoire a pour objectif, la projection d'un réseau d'adduction et de distribution de l'eau à travers le périmètre de F'kirina.
La ressource en eau provient de la mobilisation de l'eau au niveau de la retenue collinaire d'Oulmène.*

Abstract

*The present work has as an aim, the projection of a water adduction and distribution network. Through the perimeter of F'kirina.
The water resource comes from the mobilisation of water at the level of the dam of Oulmene.*

Sommaire

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

I.1) Présentation de l'aire d'irrigation de F'kirina	2
I.1.1) Situation Générale.....	2
I.2) Analyse des conditions climatiques.....	4
I.2.1) Présentation de la station météo- logique.....	4
I.2.2) Les précipitations.....	4
I.2.3) Température.....	6
I.2.4) Humidité relative (%).....	6
I.2.5) Le vent	6
I.2.5.1) Fréquence des directions des vents.....	7
I.2.5.2) Fréquence des directions des vents par saison.....	7
I.2.5.3) Fréquence des directions des vents Annuel	8
I.2.5.4) Vitesse moyenne mensuelle du vent.....	9
I.2.6) Les Phénomènes climatiques accidentelles.....	9
I.2.6.1) La neige.....	9
I.2.6.2) La grêle.....	9
I.2.6.3) Les gelées.....	10
I.2.6.4) Le siroco.....	10
I.2.6.5) Durée d'insolation.....	10
I.2.6.6) Evaporation du plan d'eau.....	11
I.3) Les indices climatiques.....	11
I.3.1) Indice d'aridité de Martonne.....	11
I.3.2) Quotient pluviométrique d'EMBERGER	12
I.3.3) Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	13
I.4) Caractéristiques de la région.....	15
I.4.1) Relief.....	15
I.4.2) Hydrographie.....	15
I.4.3) géologie.....	16
I.4.4) Hydrogéologique.....	16
Conclusion.....	16

Chapitre II : Ressource en sol

Introduction.....	17
II.1) Les types de sols.....	17
II.1.1) Les sols peu évolués d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.....	17
II.1.2) Les sols calcimagnésiques carbonatés à encroutements.....	23
II.1.3) Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.....	27
II.2) Les aptitudes culturales.....	28
II.2.1) La classe des aptitudes M10C10I11B42.....	28

II.2.2) La classe des aptitudes C10 M11I13B43.....	28
Conclusion.....	31

Chapitre III : Ressource en eau

Introduction.....	32
III.1) Situation géographique.....	32
III.2) situation hydrologique.....	34
III.3) géologie régionale.....	35
III.4) géotechniques de la cuvette	35
III.5) hydrogéologie.....	35
III.6) Présentation des ouvrages de la retenue	35
III.6.1) Digue en terre.....	35
III.6.2) L'évacuateur des crues.....	36
III. 7) Prise d'eau et vidange de fond.....	37
III.8) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation	40
III.8.1) Les limites admissibles.....	40
a. La conductivité électrique	40
b. Le SAR (Sodium Absorption Ration)	41
Conclusion.....	42

Chapitre IV : Les besoins en eau d'irrigation

Introduction.....	43
IV.1) Etudes des précipitations annuelles	43
IV.1.1) Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON).....	43
IV.1.2) Détermination de l'année de calcul	46
IV.2) Calcul de L'évapotranspiration	46
IV.2.1) L'évapotranspiration Réelle	47
IV.2.2) L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo)	47
IV.2.2) Les Coefficients culturaux (K c)	49
IV.3) La réserve facilement utilisable(RFU).....	50
IV.3.1) Les profondeurs d'enracinement.....	51
IV.3.2) Cycle végétatif des cultures.....	52
IV.3.3) Assolement –Rotation proposés.....	52
IV.3.4) Les pourcentages proposés aux différentes cultures.....	54
IV.4) Le bilan hydrique.....	55
IV.4.1) Calcul de la pluie efficace	55
IV.4.2) Efficacité de l'irrigation.....	56
IV.5) Détermination les besoins en eaux des cultures.....	57
IV.6) Comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue.....	65
Conclusion.....	66

Chapitre V : Choix des techniques d'arrosage

Introduction.....	67
V.1) Les techniques d'arrosage des cultures.....	67
V.1.1) L'irrigation gravitaire.....	67
V.1.1.1) L'irrigation par ruissellement.....	67
a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement.....	67
b) les inconvénients.....	67
V.1.1.2) l'irrigation par submersion.....	67
a) Les avantages de la submersion.....	68
b) Les inconvénients de la submersion.....	68
V.1.1.3) l'irrigation par infiltration.....	68
a) les avantages.....	68
b) Les inconvénients.....	68
V.1.2) l'irrigation par aspersion.....	68
a) Les avantages.....	68
b) les inconvénients.....	68
V.1.3) l'irrigation localisée (goutte à goutte).....	69
a) les Avantages.....	69
b) Les inconvénients.....	69
V.2) Choix des techniques d'arrosage.....	69
V.2.1) Les contraintes naturelles.....	69
V.2.1.1) L'évaporation.....	69
V.2.1.2) Le vent.....	69
V.2.1.3) Le sol.....	69
V.2.1.4) La pente.....	70
V.2.2) Les contraintes techniques.....	70
V.2.3) Les contraintes agronomiques.....	70
Conclusion.....	72

Chapitre VI : Le réseau d'adduction et de distribution

Introduction.....	73
VI.1) Le réseau d'irrigation.....	73
VI.1.1) Choix du tracé.....	73
La variante 01.....	74
La variante 02.....	74
VI.1.2) Choix de la variante.....	74
VI.1.3) Etablissement du profil en long de la conduite principale.....	75
VI.2) Mode du tracé et implantation des bornes.....	75
VI.2.1) Implantation des Bornes (Plan de bornage).....	75
VI.2.2) Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	76
VI.3) recherche d'un tracé optimum.....	77
VI.3.1) Tracé par proximité.....	77
VI.3.2) Tracé à 120°.....	78

VI.3.3) Tracé économique	78
VI.4) Modalités de desserte	79
VI.4.1) L'irrigation à la demande	79
VI.4.2) L'irrigation au tour d'eau	79
VI.4.3) Tour d'arrosage à la borne.....	79
VI.4.4) Tour d'arrosage à l'antenne.....	79
Conclusion.....	80

Chapitre VII : Calcul hydraulique

Introduction.....	81
VII.1) Calcul du débit fictif continu.....	81
VII.2) Calcul du débit caractéristique du périmètre.....	81
VII.3) Choix du type de borne	83
VII.3.1) Pression demandée aux bornes d'irrigation	83
VII.3.2) Choix de diamètre de la borne	83
VII.3.3) Débit aux bornes	83
VII.4) Calcul hydraulique primaire.....	85
VII.4.1) Les vitesses.....	85
VII.4.2) Calcul des pertes de charge.....	86
VII.4.3) Caractéristiques de la conduite principale et le réseau de distribution.....	88
VII.4.3.1) Calcul des diamètres.....	88
Conclusion	90

Chapitre VIII : Matériaux et appareillages

Introduction.....	91
VIII.1) Choix du matériau des conduites.....	91
VIII.1.1) Tuyaux en fonte.....	91
VIII.1.2) Tuyaux en acier.....	91
VIII.1.3) Tuyaux en PVC (Polyvinyle de chlorure).....	91
VIII.2) Appareillages	92
VIII.2.1) Ventouses	92
VIII.2.2) Les raccords.....	93
VIII.2.3) Regard de jonction.....	93
VIII.2.4) Vidange.....	93
VIII.2.5) les bornes hydrantes.....	93
VIII.3) Aménagement connexes.....	93
VIII.3.1) Réseau de brise vent	93
VIII.3.2) Traversée route et l'oued	93
VIII.3.2) Le gabionnage	93
Conclusion.....	93
Conclusion Générale.....	94

Liste des tableaux :

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Tableau I.1 : Présentation de la station météo-logique.....	4
Tableau I.2 : La répartition mensuelle des précipitations (mm).....	5
Tableau I.3 : Température moyenne mensuelle.....	6
Tableau I.4 : Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle.....	6
Tableau I.5 : les directions des vents.....	7
Tableau I.6 : Fréquence moyenne interannuelle des vents par directions.....	8
Tableau I.7 : Vitesse moyenne mensuelle du vent.....	9
Tableau I.8 : Nombre moyen de jours de neige.....	9
Tableau I.9 : Nombre moyen mensuel de jours de grêle.....	9
Tableau I.10 : Nombre de jours de gelée.....	10
Tableau I.11 – Nombre de jours moyen mensuel de siroco.....	10
Tableau I.12 : Durée moyenne mensuelle de l'insolation.....	11
Tableau I.13 : Valeurs mensuelles d'évaporation.....	11
Tableau I.14 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.....	12
Tableau I.15 : les températures et pluie moyenne.....	13

Chapitre II : Ressource en sol

Tableau II.1 : Les espèces culturales.....	29
Tableau II.2 : Degré d'aptitude culturale.....	30

Chapitre III : Ressource en eau

Tableau III.1 : caractéristiques hydrologiques de la retenue.....	34
Tableau III.2 : caractéristique de la digue.....	36
Tableau III.3 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation.....	40
Tableau III.4 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	41
Tableau III.5 : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	42

Chapitre IV : Les besoins en eau d'irrigation

Tableau IV.1 : ajustement à la loi log-normale.....	44
--	----

Tableau IV.2 Précipitation mensuelle de l'année de calcul.....	46
Tableau IV.3 : calcul d'ET0.....	49
Tableau IV.4 : Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures.....	49
Tableau IV.5 : résultats des analyses des profils.....	51
Tableau IV.6 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.....	51
Tableau IV.7 : Cycle végétatif des cultures.....	52
Tableau IV.8 : Assolement et rotation proposé.....	53
Tableau IV.9 : Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés.....	54
Tableau IV.10 : Les précipitations efficaces dans les zones de projet cultures.....	56
Tableau IV.11 : les besoins en eaux des cultures.....	57
Tableau IV.12 : tableau récapitulatif des besoins en eau	64
Tableau IV.13 : Besoins totaux annuels.....	64

Chapitre V : Choix de type d'arrosage

Tableau V.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	71
--	----

Chapitre VII: Calcul hydraulique

Tableau VII.1 : Les débits au niveau de chaque ilot.....	82
Tableau VII.2 : Choix de diamètre de la borne.....	83
Tableau VII.3 : débit au niveau des bornes et des prises.....	84
Tableau VII.4 : Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.....	85
Tableau VII.5 : Les paramètres de perte de charge.....	86
Tableau VII.6 : les pertes de charge et les charges.....	87
Tableau VII.7 : les diamètres des conduites de distribution.....	88
Tableau VII.8 : Les résultats de calcul (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression).....	89
Tableau VII.9 : les débits, les vitesses et les pertes de charge.....	90

Chapitre VIII: Matériaux et appareillages

Tableau VIII.1 : caractéristiques de la conduite de refoulement et de distribution.....	92
Tableau VIII.2 : Choix de type de ventouse.....	92

Liste des figures :

Chapitre I

Figure I.1 : Plan de situation du périmètre.....	3
Figure I.2 :Rose du vent saisonnière.....	8
Figure I-3 : Diagramme Embrothermique de Gaussien.....	14
Figure I-4 : Carte d'écoulement de la région.....	15

Chapitre III

Figure III.1 : Plan de situation de la retenue.....	33
Figure III.2 : une vue en aval sur la retenue collinaire d'Oulmène.....	39

Chapitre IV

Figure IV.1 : ajustement à la loi log-normale.....	45
---	----

Chapitre VI

Figure VI.1 : Borne d'irrigation -coupe schématique-	76
Figure VI.3 : Les différents tracés.....	77
Figure VI.2 : application de l'algorithme de Kruskal.....	78

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, énergétique et industrielle.

Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs nous oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'étude. En effet, le périmètre d'irrigation de F'kirina (W- OUM EL BOUAGHI) est une riche entité agricole où l'on pratique une agriculture de type agropastorale.

La mobilisation de l'eau au niveau de la retenue collinaire d'Oulmène peut permettre actuellement la mise en place d'un système d'adduction et de distribution d'eau à travers l'ensemble du périmètre.

Ainsi notre travail portera sur le dimensionnement de ce réseau d'adduction et de distribution moyennant logiciel et lois hydrauliques applicables qui répondent à nos conditions naturelles et techniques jusqu'à la borne d'irrigation pour faire fonctionner les différents systèmes d'arrosages.

I.1) Présentation de l'aire d'irrigation de F'kirina :**I.1.1) Situation Générale :**

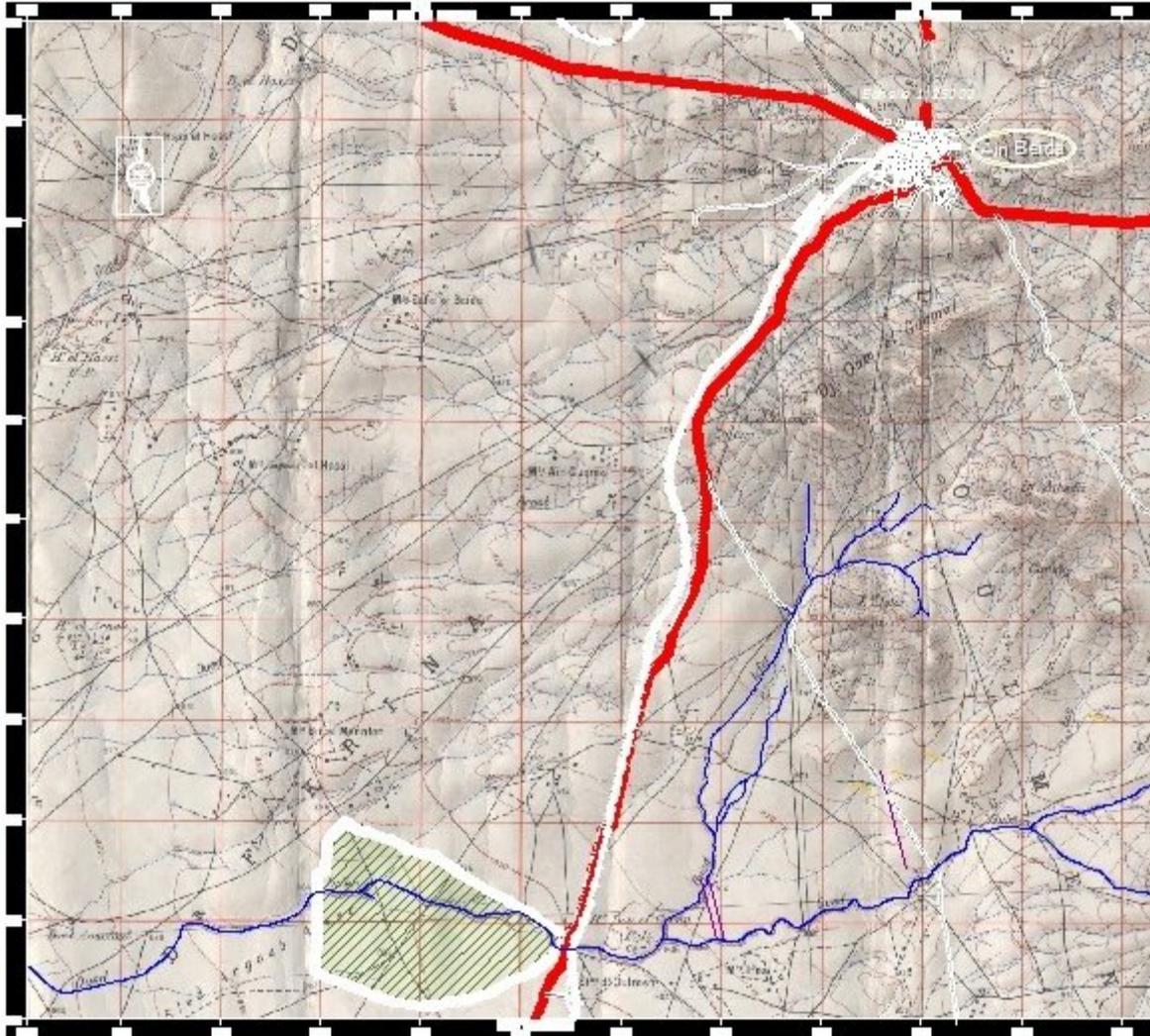
L'aire d'irrigation de F'kirina est située à 38 Km au Sud Est d'Oum El Bouaghi, et à 13 Km au Sud Ouest de Ain el Beida et s'étend sur une superficie totale de 220 Ha.

Il affecte une forme plus au moins triangulaire.

On peut indiquer, comme limites approximatives :

- Du côté Est la route nationale reliant Ain El Beida – Khenchela,
- A l'ouest garaet el tarf,
- Au nord Mechta Bir el Mennten
- Et au sud la ville de F'kirina.

Le périmètre d'étude s'étend entre les parallèles $35^{\circ} 43' 51''$ et $35^{\circ} 44' 43''$ Nord et les longitudes $7^{\circ} 19' 58''$ et $7^{\circ} 21' 45''$ Est.



Echelle :1/25000

Légende



Le périmètre de F'kirina

Figure I.1 : Plan de situation du périmètre

I.2) Analyse des conditions climatiques :

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration de notre étude, la connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région. L'objectif est d'obtenir des données observées, mesurées afin de mieux dimensionner les réseaux hydrauliques et évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées. C'est pour cette raison qu'on a exploité les données de la station d'Oum El bouaghi pour une série des 23 dernières années.

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

Tableau I.1 : Présentation de la station météo-logique

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Oum El Bouaghi	35°52 N	07°07 E	888 m

I.2.2) Les précipitations :

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

Tableau I. 2 : La répartition mensuelle des précipitations (mm).

<i>Année</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Annuel</i>
1984	54,4	156	29,8	23,0	1,5	3,9	0,0	31,1	8,4	33,4	6,9	121,6	469,5
1985	33,6	41,2	74,9	32,9	89,0	4,2	23,2	0,0	29,3	16,8	6,6	24,8	376,3
1986	21,2	23,1	72,3	11,4	23,0	30,2	0,0	7,0	58,9	43,9	34,2	37,5	362,7
1987	18,0	45,7	42,0	15,0	30,8	3,5	40,3	4,8	9,2	3,3	70,4	6,6	289,6
1988	19,8	6,1	29,4	40,7	33,7	79,1	6,4	15,0	20,0	14,5	54,5	48,1	367,3
1989	6,9	43,0	14,2	12,3	13,5	54,1	10,7	51,5	22,0	11,5	17,4	15,6	272,7
1990	72,3	0,0	22,4	26,9	117,0	4,4	31,1	79,2	55,6	18,7	88,4	49,1	565,1
1991	12,8	66,4	49,9	45,4	54,4	10,9	1,8	1,1	7,2	46,9	17,8	14,0	328,6
1992	23,7	55,2	56,9	44,7	72,1	10,0	14,2	3,0	9,0	15,9	22,5	73,5	400,7
1993	16,4	30,8	9,9	3,8	47,5	8,0	0,0	20,6	3,2	11,8	9,4	53,5	214,9
1994	25,0	27,0	15,0	24,5	6,9	1,3	2,5	5,0	29,3	24,7	5,6	18,8	185,6
1995	47,4	0,3	30,2	14,1	2,0	63,9	14,6	44,9	92,7	25,7	13,7	11,6	361,1
1996	0,0	101,0	53,3	25,9	54,5	27,6	40,5	14,4	20,5	0,0	4,2	14,8	356,7
1997	40,0	4,0	8,0	32,0	26,0	38,0	8,0	26,0	99,0	51,0	81,0	51,0	464,0
1998	14,0	18,0	19,0	64,0	61,0	28,0	1,0	35,0	57,0	16,0	64,0	22,0	399,0
1999	60,0	12,0	39,0	17,0	4,0	7,0	23,0	67,0	73,0	11,0	60,0	64,0	437,0
2000	7,0	5,0	18,0	10,0	95,0	31,0	0,0	25,0	3,0	22,0	7,0	30,0	253,0
2001	57,0	10,4	12,7	20,8	44,4	0,0	0,0	2,9	50,1	17,2	35,7	8,8	260,0
2002	9,9	18,4	15,7	31,8	12,1	11,8	16,9	87,9	48,7	28,7	98,2	53,7	433,8
2003	151,9	37,3	37,0	103,6	21,2	29,3	14,6	10,2	22,9	60,5	16,8	82,9	588,2
2004	31,5	8,7	51,0	21,0	126,9	87,0	0,0	35,3	14,7	11,9	138,3	138,7	665,0
2005	25,2	39,4	15,3	25,3	2,2	19,5	11,2	11,0	33,4	5,4	13,9	38,1	239,9
2006	74,6	52,9	8,8	57,1	88,5	6,4	13,2	8,0	19,9	29,1	11,3	89,7	459,5
moyenne	37,3	30,4	27,5	33,8	44,9	23,7	10,1	24,8	36,5	23,6	37,5	47,8	377,9

Source : Station Oum El Bouaghi (1984-2006)

La moyenne annuelle des précipitations est de 377.9 mm sur une série de 23ans (1984-2006)

I.2.3) Température :

Les températures moyennes sur une période d'observation de 23 ans (1984 à 2006) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.3 : Température moyenne mensuelle

<i>mois</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Annuel</i>
<i>moyenne</i>	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17,0	10,1	7,0	15,3

Source : Station Oum El Bouaghi (1984-2006)

Il ressort du tableau précédent que :

- La température moyenne mensuelle minimale est au mois de Janvier égale à 5.6°
- La température moyenne mensuelle Maximale est au mois de Juillet égale à 26.1°
- La température moyenne annuelle est égale à 15.3°

I.2.4) Humidité relative (%) :

L'humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle est donnée d'après les résultats des observations sur la station météorologique d'Oum el Bouaghi.

Tableau I. 4 : Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle

<i>Mois</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Annuel</i>
Humidité relative de l'air, %	78,2	73,9	67,7	67,2	58,7	51,6	48	49,9	62	66,5	73,9	79,4	64,7

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

Le mois le plus sec de l'année est juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air de 48 %, les mois les plus humides sont décembre et janvier dont l'humidité relative varie dans les limites de 78 – 79 %.

I.2.5) Le vent :

Pour caractériser le régime de vent nous avons dépouillé les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi,

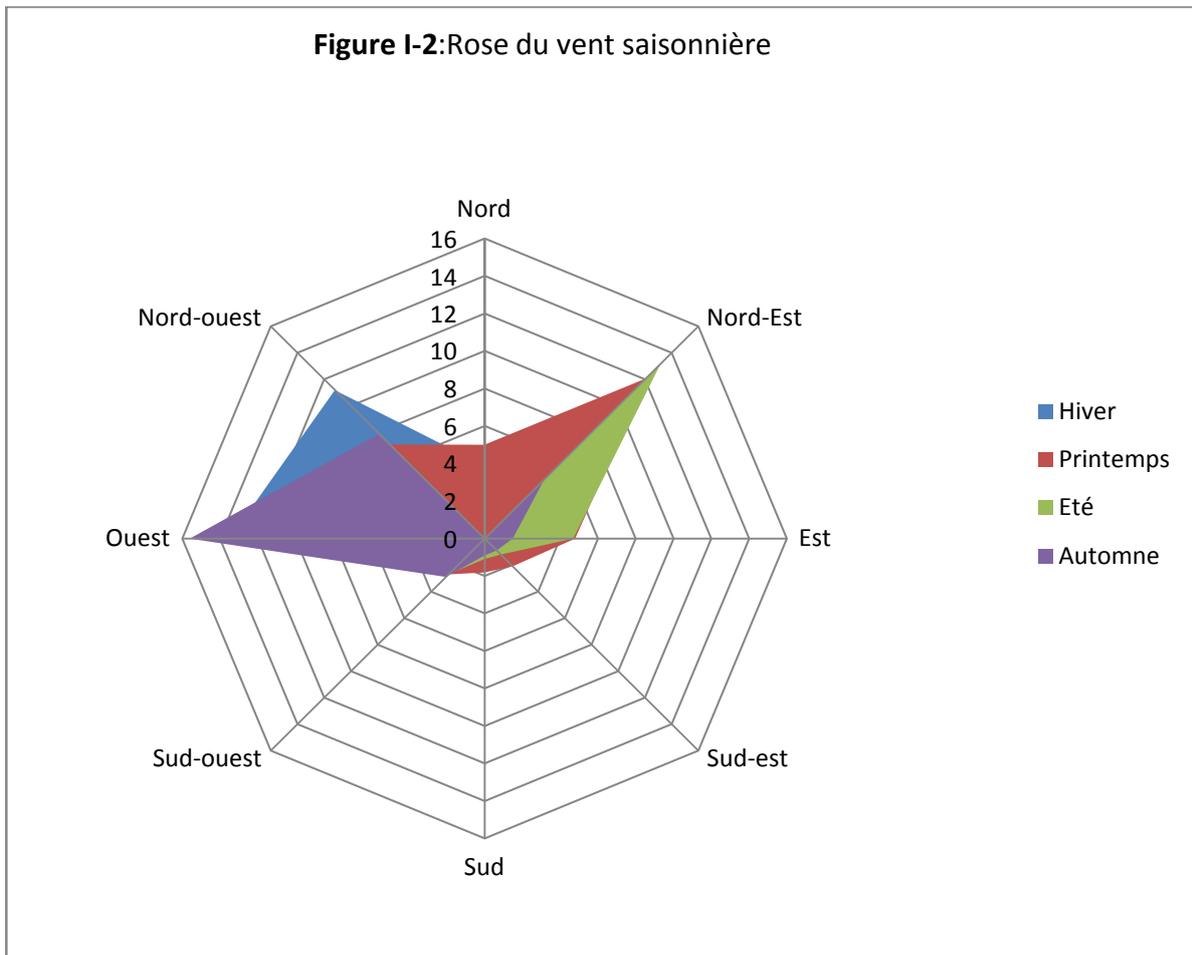
*I. 2.5.1) Fréquence des directions des vents :**I.2.5.2) Fréquence des directions des vents par saison:*

La fréquence des vents dominants par directions et par saison est donnée dans le tableau I.5

Tableau I.5 : les directions des vents

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Nord	3.9	5	4.6	2.5
Nord-est	4.5	12.1	13.2	4.5
Est	2.1	4.8	4.7	1.5
Sud-est	0.9	2.1	1.2	0.9
Sud	0.5	1.8	1.1	0.9
Sud-ouest	1.9	2.7	2.7	2.9
Ouest	13.5	8.0	6.9	15.6
Nord-ouest	11.2	7.1	5.5	7.9

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)



I .2.5.3) Fréquence des directions des vents Annuel :

La fréquence annuelle des vents dominants par directions est donnée dans le tableau suivant :

Tableau I.6 : Fréquence moyenne interannuelle des vents par directions

Direction	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Fréquence %	11,7	2,6	2,4	3,1	4,6	8,1	10,2	13,9

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

Les vents dominant au niveau de la zone d'étude sont de direction Nord Ouest

I.2.5.4) Vitesse moyenne mensuelle du vent :**Tableau I.7 : Vitesse moyenne mensuelle du vent**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Vitesse du vent, m/s	1,35	1,53	1,61	1,87	1,71	1,94	2,05	1,98	2,04	1,93	2,21	2,38	1,9

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

La vitesse moyenne annuelle du vent est 1,9 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,98 m/s (Août), celle moyenne mensuelle maximale atteint 2,38 m/s (Décembre).

I.2.6) Les Phénomènes climatiques accidentelles :**I.2.6.1) La neige :****Tableau I.8 : Nombre moyen de jours de neige**

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
nombre de jours	2,69	2,27	0,82	0,38	0,15	0,18	0,07	0,09	0,17	0,08	0,21	1,23	8,3

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

La chute de neige est observée depuis novembre à avril; le nombre de jours de neige maximum est au mois de janvier.

Le nombre moyen de jours de neige est de 8.3jours par an.

I.2.6.2) La grêle :

Le nombre moyen mensuel de jours où il y a de la grêle est donné dans le tableau suivant.

Tableau I.9 : Nombre moyen mensuel de jours de grêle

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Nombre de jours de grêle	0,07	0	0	0,2	0,13	0,07	0,13	0,07	0,27	0,07	0	0	1

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

Dans la zone étudiée le plus souvent il y a de la grêle au mois de septembre. Le nombre moyen de jours où il y a de la grêle est de 1 jour par an.

I.2.6.3) Les gelées :

Dans la zone considérée, les gelées peuvent avoir lieu aux mois de janvier et de mars ce qui représente un risque pour les cultures agricoles surtout en période de semis.

Dans le tableau I.10 nous avons présentés le nombre de jours de gelée.

Tableau I.10 : Nombre de jours de gelée

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Nombre de jours de gelée	10,8	8,0	4,9	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	7,1	34,5

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

Ces valeurs sont celles de la station météo-logique d'Oum El Bouaghi avec une période de gelée s'étalant d'Octobre à Janvier, dont le plus grand nombre est enregistré en Janvier avec 10.8 jours de gelée.

I.2.6.4) Le siroco :

Le siroco peut être observé dans n'importe quel mois de l'année. C'est le vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles.

Le nombre de jours moyen de siroco pris d'après les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi pour la période de 1992 – 2006, est indiqué dans le tableau suivant.

Tableau I. 11 – Nombre de jours moyen mensuel de siroco

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
Nombre de jours avec siroco	0	0	0,07	0,07	0,33	0,4	0,4	0,4	0	0,13	0	0	1,8

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

Le tableau N° I 11 montre une période bien déterminée de l'année, qui s'étale du mois de Mars à Octobre avec un nombre de jours moyen annuelle de 1.8 jours.

I.2.6.5) Durée d'insolation :

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

La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de la station météorologique d'Oum el Bouaghi

Tableau I. 12 : Durée moyenne mensuelle de l'insolation

<i>Mois</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>
Durée d'insolation (heures)	161,2	180,6	237,6	244,7	275,5	293,2	339	296,3	242,4	226,8	175,7	153,2

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

I.2.6.6) Evaporation du plan d'eau :

Pour le calcul de l'évaporation du plan d'eau on a utilisé les données de la station d'Oum El Bouaghi(en millimètre)

Tableau I.13 : Valeurs mensuelles d'évaporation

<i>Mois</i>	<i>Janv</i>	<i>Févr</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Annuel</i>
Evaporation du plan d'eau (mm)	66,16	77,31	112,6	130,2	194,5	260,7	334,1	313,1	204,9	147,3	94,7	69,04	2004,7

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

I.3) Les indices climatiques :**I.3.1) Indice d'aridité de Martonne :**

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

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

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

$$I_A = \frac{377.9}{15.3 + 10} = 14.94$$

$$I_A = 14.94$$

Tableau I.14 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne

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

Selon la classification de MARTONNE, notre climat est sec donc l'irrigation est souvent indispensable.

I.3. 2) Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER exprime la sécheresse globale d'un climat donc il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

$$Q = \frac{1000 \cdot p}{\frac{M + m}{2} \cdot (M - m)} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot p}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$$M = 26.1 + 273 = 299.1 \text{ K}$$

$$m = 5.6 + 273 = 278.6 \text{ K}$$

A.N :

$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 377,9}{(299.1)^2 - (278.6)^2} = 63.82$$

D'après le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (ANNEXE1), on peut dire que le climat de notre région est semi aride.

I.3. 3) Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations (Voir Figure:I.3).

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

Tableau I.15 : les températures et pluie moyenne

	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
La moyenne de pluie (mm)	37,3	30,4	27,5	33,8	44,9	23,7	10,1	24,8	36,5	23,6	37,5	47,8	37,3
Température moyenne (c°)	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17	10,1	7	5,6
2T	11,2	13,4	20,2	25,2	36,2	45,8	52,2	51,8	42,2	34	20,2	14	11,2

D'après le diagramme d'ombrothermique de Gausсен on distingue que la période sèche s'étale de la fin de mois de mai jusqu'à la fin du mois d'Octobre. .

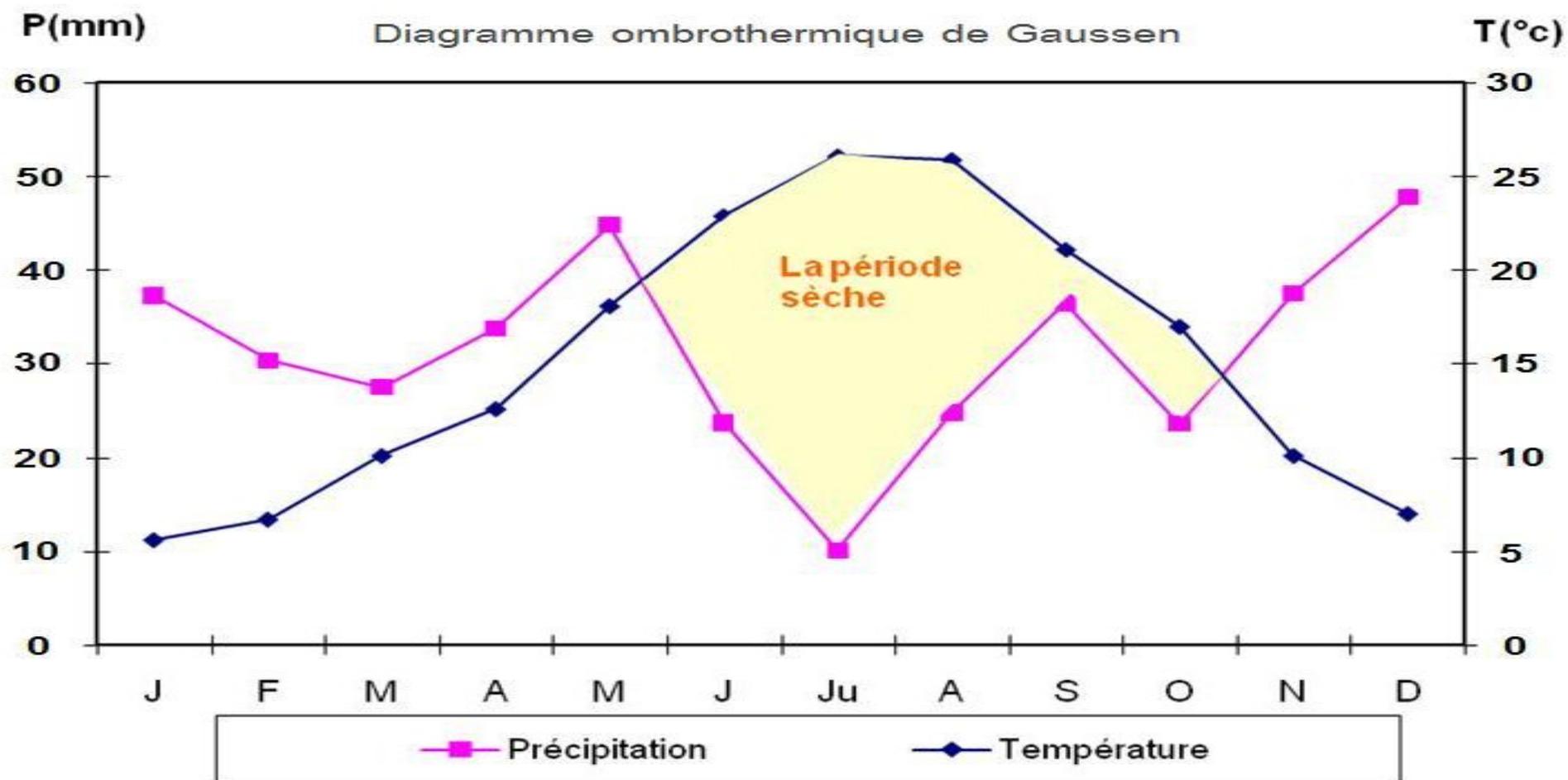


Figure I-3 : Diagramme ombrothermique de Gausson

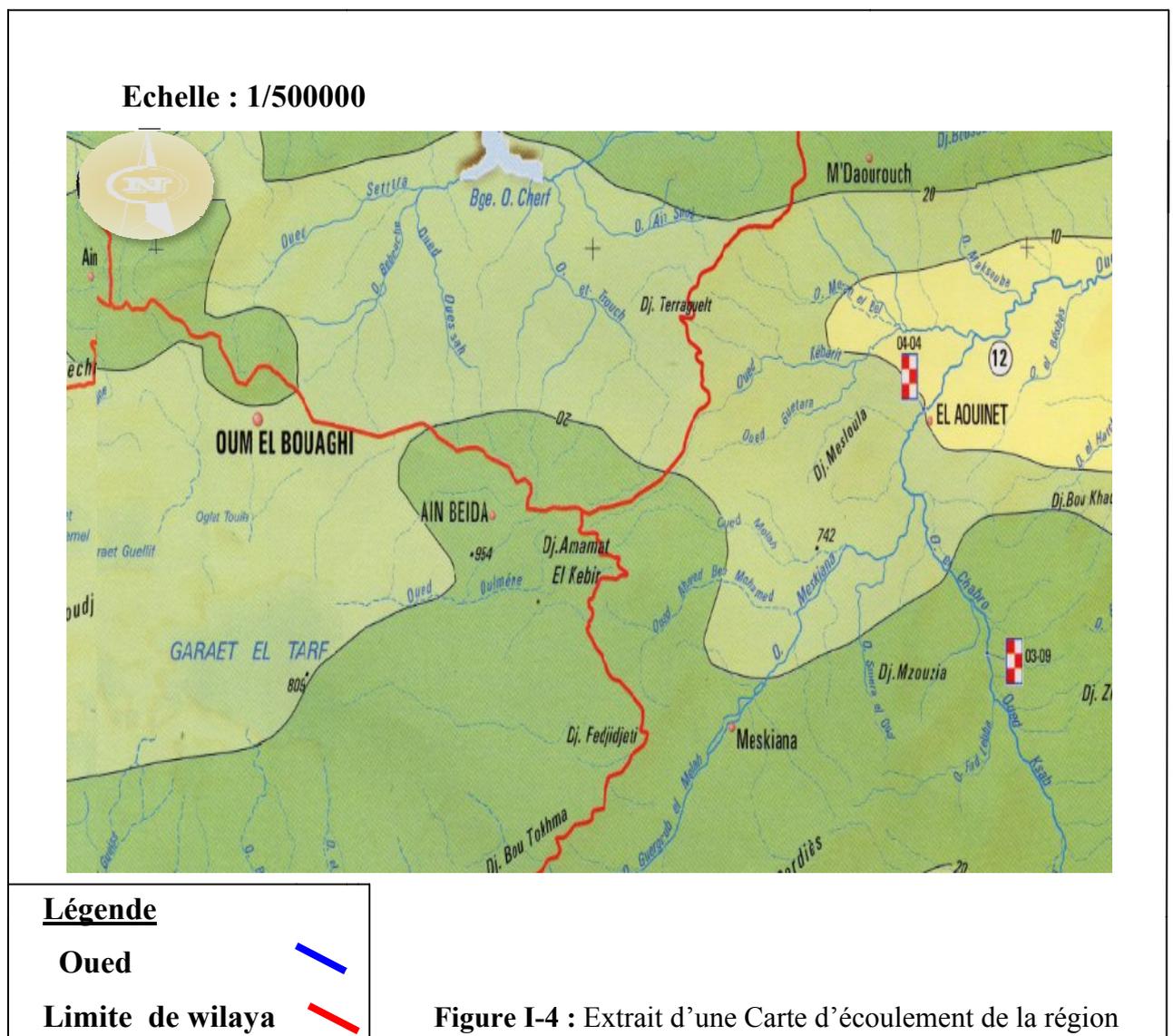
I.4) Caractéristiques de la région :

I.4.1) Relief :

D'une manière générale le périmètre de Fkirina est une plaine d'une altitude ne dépassant pas 895 m. La zone d'étude est entourée à l'Est par Djebel el Bardo avec une altitude de 1128 m et au Nord Est par Djebel Oum El Guemel avec 1194 m d'Altitude. Les altitudes entre 900 m, c'est au Nord Ouest (Mechta Bir el Mennten), 800 m, au Sud et au Sud Ouest (les terres qui entourent le périmètre) l'altitude moyenne est de 850 m.

I.4.2) Hydrographie :

La zone d'étude est drainée par Oued Isfer et ces affluents, durant ce parcours, il reçoit quelques affluents entre autre Oued Oulmène qui coule dans la zone d'étude.



I.4.3) géologie :

Le plan géologique massif montagneux d'Ain Beida est constitué de couches massives du Jurassique, des formations du crétacé et du paléogène dont la puissance sommaire dépasse 3000 m.

Dans la coupe géologique de la région on distingue des complexes importants des sédiments:

- Terrigeno-carbonatés (jurassique supérieur- crétacé inférieur);
- Carbonates (crétacé supérieur, paléocène, éocène inférieur);
- Gypsifère (éocène moyen) ;
- Molasse (éocène supérieur -oligocène).

Contrairement aux régions de l' Atlas Occidental dans notre région est largement répandus les formations du crétacé supérieur.

Les formations du quaternaires et du néogène sont moins développés.

I.4.4) Hydrogéologique :

Le plan hydrogéologique représente des complexes terrigeno-carbonate et carbonate qui représente le plus d'intérêt.

Il est noté que le complexe gypsitere et celui de molasse sont pauvres en eau, quelques sources ayant les débits peu importants qui émergent à l' altitude de 1700-1800 m sont liées au complexe terrigeno-carbonate (jurassique supérieur -crétacé inférieure) qui affleure dans les noyaux des anticlinaux. Les sources sont observées dans les thalwegs du réseau des ravins: leurs débits dépassent en général 0,35 l/s. Dans les limites des accidents tectoniques il y a des zones plus abondantes en eau. Les débits des sources rapportées à ces zones varient de 1 à 75 l/s.

Conclusion

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

- La pluviométrie moyenne annuelle est de 377.9 mm/an et une température moyenne annuelle est de 15,3°.
- La période sèche s'étale de la fin de mois de mai jusqu'à la fin du mois d'Octobre
- Finalement on peut dire que le climat de F'kirina est semi aride et l'irrigation est souvent indispensable.

Introduction

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

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

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

II.1) Les types de sols :

L'étude pédologique de périmètre d'étude et l'établissement de la carte des sols permettent de distinguer trois classes de sol. Il s'agit des sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport alluvial modaux, des sols calcimagnésiques carbonatés brun calcaires à encroûtement et les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.

II.1.1) Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux :

Ces sols occupent la plus grande superficie avec 263.80 ha et s'étendent sur la partie Est du périmètre. Ils sont caractérisés par une bonne profondeur et un manque d'encroûtement dans le profil. Leur texture est limoneuse à limono-argileux avec des taux d'argile ne dépassant pas 33%. Le taux de calcaire fluctue entre 21 et 34 % avec un calcaire actif compris entre 12 et 14 %.

Leur pH est toujours supérieur à 8.2 sans dépasser 8.8 avec des valeurs basses pour la conductivité électrique (0.3 à 0.8 mmhos/cm). Exceptionnellement, la base du profil PP1 affiche une CE de 2.8 mmhos/cm.

*profil pédologique :

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

Notre choix est porté, donc sur la prise d'un échantillon correspondant à des profils pédologiques permettant une meilleure appréhension des caractères physico-chimiques du sol de la zone d'étude(voirANNEXE2).

Profil 1.

Localisation :

x : 07°20.829' E

y : 35°43.687' N

z : 905 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1%

Végétation : céréales

Drainage : bon à moyen

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon Ap : 0 – 30 cm

Brun (10YR 4/3) état frais, texture limoneuse, structure grumeleuse, charge en cailloux très faible (- 1 %), forte effervescence à l'HCl, très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, bonne répartition de la matière organique, transition graduelle, échantillon P1H1.

Horizon AC : 30 - 65 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure polyédrique grossière, charge en cailloux faible (2-3 %), forte effervescence à l'HCl, peu nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, peu de matière organique, transition diffuse, échantillon P1H2.

Horizon C : 65 - 140 cm

Brun (10YR 5/3) état frais, texture limono-argileuse , structure massive, charge en cailloux faible(2-3 %), forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , compact, peu de matière organique , échantillon P1H3.

Profil 6

Localisation :

x : 07°19.550' E

y : 35°43.935' N

z : 893 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1 %

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon A : 0 – 35 cm

Brun (10YR 5/3) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique fine à moyenne ,charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , friable, bonne répartition de la matière organique , transition diffuse , échantillon P6H1.

Horizon AC : 35 - 70 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure grossière à massive, charge en cailloux très faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl , nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne , peu de matière organique , transition diffuse, échantillon P6H2.

Horizon C: 70 - 140 cm

Brun foncé jaunâtre (10YR 4/4) état frais, texture limoneuse , structure massive, charge en cailloux faible(-1 %) , forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , échantillon P6H3.

Profil 12

Localisation :

x : 07°19.908' E

y : 35°43.432' N

z : 899 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1 %

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Remarque : à partir de 1.50 m apparaît une couche jaunâtre calcaire.

Horizon A : 0 – 35 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique fine à moyenne ,charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , compact, bonne répartition de la matière organique , transition graduelle , échantillon P12H1.

Horizon AC : 35 - 80 cm

Brun (10YR 5/3) état frais, texture limono-argileuse , structure grossière à massive, charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , peu nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne ,compact , peu de matière organique , transition diffuse, échantillon P12H2.

Horizon C: 80 - 150 cm

Brun foncé (10YR 3/3) état frais, texture limoneuse , structure massive, charge en cailloux faible(-1 %) , forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , échantillon P12H3.

Profil 8

Localisation :

x : 07°19.958' E

y : 35°43.839' N

z : 902 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1 %

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon A : 0 – 30 cm

Brun (10YR 5/3) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique fine à moyenne ,charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , friable, bonne répartition de la matière organique , transition diffuse.

Horizon AC : 30 - 90 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure grossière à massive, charge en cailloux très faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl , nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne , peu de matière organique , transition diffuse.

Horizon C: 90 - 130 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux faible (-1 %) , forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne.

Profil 9

Localisation :

x : 07°20.002' E

y : 35°43.748' N

z : 904 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1 %

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon A : 0 – 25 cm

Brun (10YR 4/3) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique fine à moyenne ,charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , friable, bonne répartition de la matière organique , transition diffuse.

Horizon AC : 25 - 90 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure grossière à massive, charge en cailloux très faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl, nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne, peu de matière organique, transition diffuse.

Horizon C: 90 - 140 cm

Brun foncé jaunâtre (10YR 4/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl, très peu de racines, faible porosité moyenne.

Profil 10

Localisation :

x : 07°19.920' E

y : 35°43.587' N

z : 901 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1 %

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon A : 0 – 30 cm

Brun (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure polyédrique fine à moyenne, charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl, très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, friable, bonne répartition de la matière organique, transition diffuse.

Horizon AC : 30 - 80 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure grossière à massive, charge en cailloux très faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl, nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne, peu de matière organique, transition diffuse.

Horizon C: 80 - 130 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux faible (-1 %), forte effervescence à l'HCl, très peu de racines, faible porosité moyenne.

Profil PP1

Localisation :

x : 07°20.499' E

y : 35°43.821' N

z : 896 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1%

Végétation : céréales

Drainage : bon à moyen

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol peu évolué, d'origine non climatique, d'apport alluvial, modal.

Horizon Ap : 0 – 50 cm

Brun pâle (10YR 6/3) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique fine, charge en cailloux très faible(-1 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , bonne répartition de la matière organique , transition graduelle , diffuse PP1H1.

Horizon AC : 50 -120 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse, structure polyédrique grossière à massive, charge en cailloux faible(-1 %), friable , forte effervescence à l'HCl , nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , peu de matière organique , transition diffuse, échantillon PP1H2.

(Source ANRH Constantine)

II.1.2- Les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroûtements :

Ce sont des sols caractérisés par la présence d'un encroûtement calcaire en profondeur variant entre 90 et 140cm. Ils occupent 63.86 ha .Leur charge en cailloux reste très forte dans les horizons intermédiaires.

Leur texture est généralement limoneuse à limono-argileuse avec des taux de calcaire qui peuvent dépasser 44% en profondeur au contact de la croûte calcaire.

Leur salinité est très faible et ne dépasse pas 0.7 mmhos/cm.

Profil 2

Localisation :

x : 07°20.640' E

y : 35°43.688' N

z : 903 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : 20-25%

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, à encroûtement.

Horizon Ap : 0 – 30 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/4) état sec, texture limoneuse, structure polyédrique fine à moyenne, charge en cailloux de 5 à 10 %, forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , bonne répartition de la matière organique , transition graduelle , échantillon P2H1.

Horizon AB : 30 -90 cm

Brun très pâle (10YR7/4) état sec, texture limoneuse, structure polyédrique moyenne, charge en cailloux très forte(50-60 %) de tous les calibres, forte effervescence à l'HCl , peu nombreuses racines fines, forte porosité fine à moyenne , friable , peu de matière organique , transition graduelle, échantillon P2H2.

Horizon C : 90 cm et plus

Croûte calcaire consolidée.

Profil 3

Localisation :

x : 07°20.402' E

y : 35°43.828' N

z : 893 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 5 %

Végétation : céréales

Drainage : bon à moyen

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, à encroûtement.

Horizon Ap : 0 – 25 cm

Brun (10YR 5/4) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique moyenne, charge en cailloux très faible(-2 %), forte effervescence à l'HCl ,quelques fentes de retrait , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , compact, bonne répartition de la matière organique , transition diffuse , échantillon P3H1.

Horizon AC : 25 - 55 cm

Brun jaunâtre foncé (10YR 4/4) état frais, texture limoneuse , structure polyédrique grossière, charge en cailloux faible(2-3 %), forte effervescence à l'HCl , nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , peu de matière organique , transition diffuse, échantillon P3H2.

Horizon C : 55 - 120 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/6) état frais, texture limono-argileuse , structure massive, charge en cailloux forte(10-15 %), forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , compact, apparition en bas de l'horizon d'une croûte calcaire , échantillon P3H3.

Profil 4

Localisation :

x : 07°20.113' E

y : 35°44.051' N

z : 887 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : 15-20 %

Végétation : céréales

Drainage : bon à moyen

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, à encroûtement.

Horizon Ap : 0 – 25 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/6) état frais, texture limoneuse, structure polyédrique moyenne, charge en cailloux moyenne (5-10 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , bonne répartition de la matière organique , transition diffuse .

Horizon AC : 25 - 60 cm

Brun très pâle (10YR 7/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux forte (10-15 %), forte effervescence à l'HCl , peu nombreuses racines fines, très compact, bonne porosité fine à moyenne , peu de matière organique , transition graduelle.

Horizon C : 60 - 90 cm

Brun très pâle (10YR 8/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux forte (20-25 %), forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , compact, apparition en bas de l'horizon d'une croûte calcaire .

Profil 7

Localisation :

x : 07°20.171' E

y : 35°43.982' N

z : 903 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : 10-15%

Végétation : céréales

Drainage : moyen à faible

Date : 29 / 04 / 2008

Classification : Sol Calcimagnésique, carbonaté, brun calcaire, à encroûtement.

Horizon Ap : 0 – 40 cm

Brun jaunâtre (10YR 6/4) état sec, texture limoneuse, structure polyédrique fine à moyenne, charge en cailloux de 5 à 10 %, forte effervescence à l'HCl, très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne, bonne répartition de la matière organique, transition graduelle.

Horizon AB : 40 -120 cm

Brun très pâle (10YR7/4) état sec, texture limoneuse , structure polyédrique moyenne, charge en cailloux très forte (40-50 %) de tous les calibres, forte effervescence à l'HCl , peu nombreuses racines fines, forte porosité fine à moyenne , friable , peu de matière organique , transition graduelle.

Horizon AC : 120 cm et plus

Croûte calcaire consolidée.

(Source ANRH Constantine)

II.1.3) Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux :

Ces sols n'occupent qu'une petite surface de 29.50 ha situés au Nord ouest du périmètre. Ils sont représentés par le profil P5 et ont une texture limoneuse avec des taux de calcaire atteignant 36 %. Ils sont caractérisés par une forte charge en cailloux à partir de 60 cm de profondeur.

Profil 5

Localisation :

x : 07°19.561' E

y : 35°44.150' N

z : 899 m

Matériau parental : alluvions des terrasses de l'oued

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 5 %

Végétation : parcours

Drainage : bon à moyen

Date : 29 / 04 / 2008

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

Horizon A : 0 – 25 cm

Brun jaunâtre (10YR 5/6) état frais, texture limoneuse , structure massive sous forme de plaques, charge en cailloux très faible(-3 %), forte effervescence à l'HCl , très nombreuses racines fines, bonne porosité fine à moyenne , friable, bonne répartition de la matière organique , transition diffuse , échantillon P5H1.

Horizon C1 : 25 - 65 cm

Brun blanc-jaunâtre (10YR 6/4) état frais, texture limoneuse, structure massive, charge en cailloux faible (2-3 %), forte effervescence à l'HCl, peu nombreuses racines fines, faible porosité fine à moyenne, peu de matière organique, transition graduelle, échantillon P5H2.

Horizon C2: 65 - 140 cm

Brun très pâle (10YR 7/4) état frais, texture limoneuse , structure massive, charge en cailloux très forte(40-50 %) englobant tous les calibres jusqu'aux blocs, forte effervescence à l'HCl , très peu de racines , faible porosité moyenne , échantillon P5H3.

(Source ANRH Constantine)

II.2) Les aptitudes culturales :

Du point de vue des aptitudes culturales, les sols du périmètre d'étude sont subdivisés en deux classes ; l'une favorable aux cultures maraîchères et l'autre favorable aux cultures céréalières et fourragères.

II.2.1) La classe des aptitudes $M_{10}C_{10}I_{11}B_{42}$

Cette classe concerne les sols peu évolués. Ses sols supportent bien toutes les cultures maraîchères sans exception.

Il en est de même pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que pour les cultures industrielles, par contre, l'arboriculture est à proscrire de ces sols du fait du taux élevé du calcaire actif et de la valeur élevée du pH (>8). Il n'y a que le figuier et l'olivier qui peuvent être tolérés moyennement par ces sols.

Les contraintes à la mise en valeur sont principalement les valeurs élevées du taux de calcaire (actif et total) et du pH (>8).

II.2.2) La classe des aptitudes $C_{10} M_{11}I_{13}B_{43}$

Cette classe englobe les sols Calcimagnésique et les sols minéraux bruts, ces sols sont à vocation céréalière et fourragère. Ils peuvent sans problème supporter toutes les cultures de ce type.

Les cultures maraîchères restent bien supportées avec néanmoins une petite restriction pour la carotte et le navet.

Pour les cultures industrielles, le coton et le tournesol sont bien tolérés le tabac et le lin ne le sont que moyennement.

L'arboriculture fruitière reste mal supportée. Il n'y a que le figuier et l'olivier qui peuvent se maintenir dans ces sols avec des aptitudes moyennes.

Les contraintes à la mise en valeur, en plus des fortes valeurs du calcaire et du pH, s'ajoute la forte charge en cailloux dans ces sols.

Tableau II.1 : Les espèces culturales.

N°	Espèces: Arboriculture	N°	Espèces: Cultures maraichères	N°	Espèces: Céréales et fourrages	N°	Espèces: Cultures industrielles
1	agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pêcher/Franc	2	Tomate	2	Bersim	2	coton
3	Pêcher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pêcher/Prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier/Franc	5	Carotte	5	Fétuque	5	Lin
6	Abricotier/Prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
9	Olivier	7	Chou fleur	7	Ray gras		
10	pommier/Franc	8	Chou pommé	8	Blé dur		
11	pommier/Doucin	9	Epinard	9	Blé tendre		
12	pommier/Pa radja	10	Laitue	10	Orge		
13	Poirier/Franc	11	Ail				
14	Poirier/Cognassier	12	Aubergine				
15	Figuier	13	Pastèque				
		14	Melon				
		15	Piment poivron				
		16	Haricot vert				
		17	Concombre				
		18	Pois				

Tableau II.2 : Degré d'aptitude culturale.

TYPE DE SOL	cultures	Degré d'aptitude culturale	
		Bon pour	Moyenne pour
les sols minéraux bruts et les sols Calcimagnésiques	Arboriculture: (B43)		9,15
	Cultures maraichères: (M11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	5,6
	Céréales et fourrages:(C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles:(I13)	2,3	5,6
les sols peu évolués	Arboriculture: (B42)		9,15
	Cultures maraichères: (M10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 12,13,14,15,16,17,18	
	Céréales et fourrages:(C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles:(I11)	1,2,3,4,5	

Conclusion

Pour améliorer la production agricole dans le périmètre il y a lieu de procéder à un apport massif de matière organique et de mettre en place un réseau de brise-vent surtout pour le cas des cultures maraichères.

Cet apport massif de matière organique permet de corriger le niveau de fertilité du sol tout en améliorant ses caractéristiques physico-chimiques (structure et pH).

Dans le cas des sols calcimagnésiques et les sols minéraux bruts il faut procéder à un épierrage (surtout pour les cultures maraichères). Aussi, il faut éviter de labourer en profondeur dans ces sols pour ne pas remonter l'encroûtement calcaire en surface.

La granulométrie du sol est limoneuse et le sol a une perméabilité $K=5.10^{-6}$ m/s donc notre sol est perméable.

La conductivité électrique presque ne dépasse pas 1mmhos /cm ; exceptionnellement, la base du profil PP1 affiche une CE de 2.8 mmhos/cm, donc on n'a pas un problème de salinité.

Introduction

Dans la région de F'kirina il y a quelques sources d'eau qu'on utilise généralement pour l'agriculture et l'alimentation en eau potable ainsi que la retenue collinaire d'Oulmène donc les besoins énormes des terres agricoles de la région en eau on conduit la Direction de l'hydraulique à affecter les eaux de la retenue collinaire d'Oulmène pour l'irrigation.

III.1) Situation géographique:

La retenue collinaire d'Oulmène se situe à l'EST du périmètre d'un volume régularisable de 1.19 hm³ (à prendre en considération 1.00 hm³ suivant les recommandations de l'administration).

Les coordonnées LAMBERT sont les suivantes :

X=927,00 Km

Y=281,20 Km

Z=975,00m NGA.

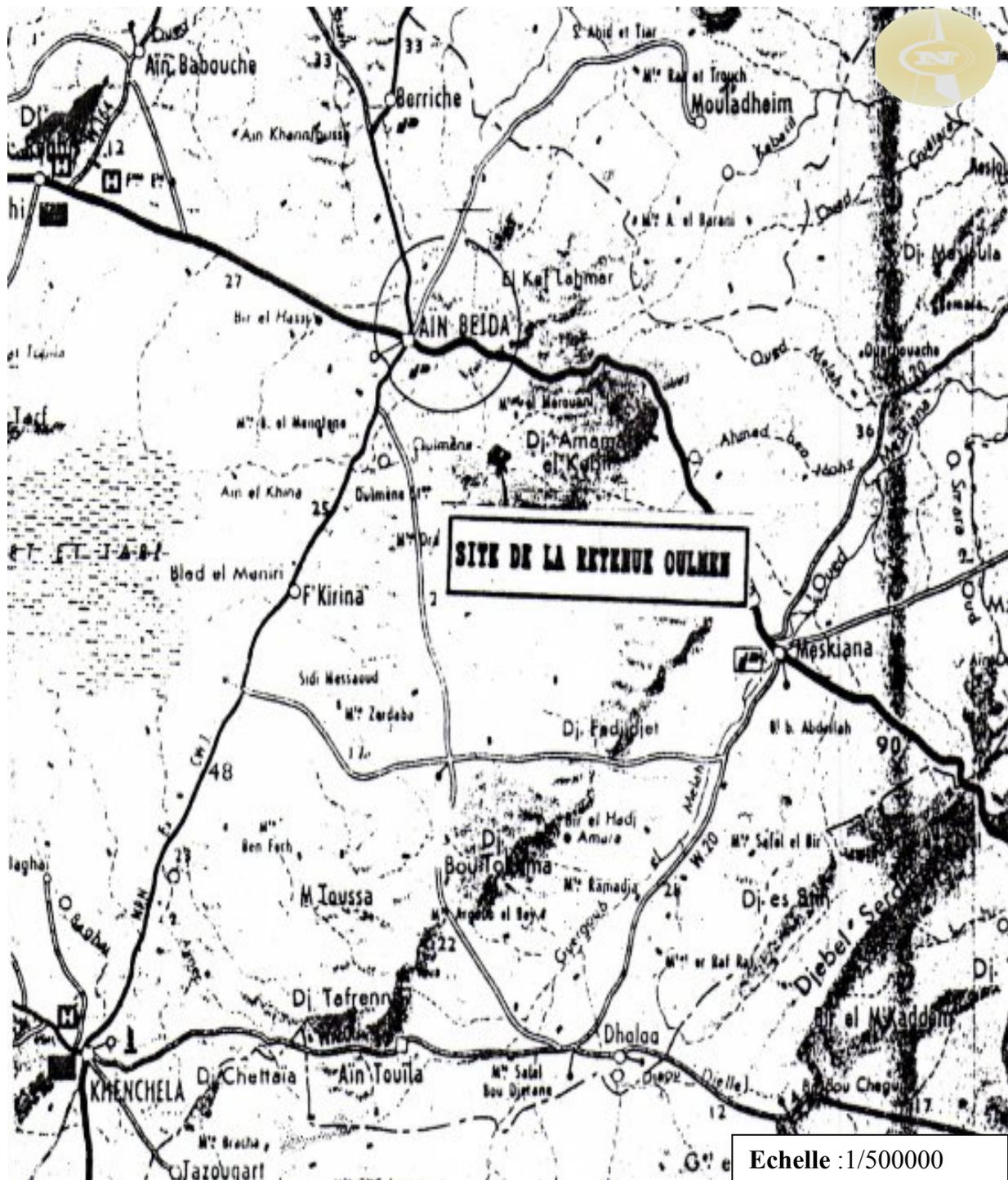


Figure III.1 : Un extrait de Plan de situation de la retenue

III.2) situation hydrologique :

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques hydrologiques principales du bassin versant de la crête jusqu'à l'exutoire ces caractéristiques sont :

Débit et volume maximale des crues.

Apports liquides.

Apports solides.

La superficie du bassin versant est de 49,29km², la couverture végétale est en générale constitués de terre cultivés et de pâturage.

Les caractéristiques hydrologiques sont tirées du rapport hydrologique indiqué ci-dessous :

Tableau III-1) : caractéristiques hydrologiques de la retenue

caractéristiques	unités	valeurs
Surface du bassin versant	Km ²	49,29
Volume utile de la retenue(Vu)	Mm ³	2,21
Volume mort(Vm)	m ³	17448
Surface noyée(Sn)	Ha	60
Volume régularisable	Mm ³	1,19
Niveau normal de la retenue NNR	mNGA	977
Débit de crue naturel(Qn)	m ³ /s	Q1%=82 Q0,1%=120
Débit de crue laminé(Ql)	m ³ /s	Q1%=49,95 Q0,1%=120
Niveau du seuil déversant(B)	m	16
Niveau des plus hautes eaux PHE	mNGA	PHE (1%)=978,39 PHE (0,1%)=978,87
Lame d'eau sur le seuil déversant (m)	m	h (1%)=1,39 h (0,1%)=1,87

Source : DHW de OUM EL BOUAGHI

III.3) géologie régionale:

La géologie de la région où sont implantés les sites étudiés est représentée par les formations géologiques suivantes (de la plus récente à la plus ancienne) selon l'échelle stratigraphique :

- quaternaire au piedmont des massifs calcaires.
- au fond des dépressions on rencontre des sédiments alluvionnaires.
- les glaciaires polygéniques.
- le miocène représenté par des calcaires lacustres.
- le miocène gréseux.

III.4) géotechniques de la cuvette :

Les matériaux géotechniques rencontrés au niveau des sites étudiés sont représentés par des marnes et les argiles en quantité suffisante pour la construction des digues homogènes, de même que pour les matériaux d'encroûtement pour la protection des talus contre les risques d'affouillement.

III.5) hydrogéologie :

La dominance des calcaires en masse très fissurés et faillés donc perméables nous permet de dire que les pertes par infiltration à travers les fissurations sont importantes, ce qui conduit à dire que la présence des ressources en eau souterraines se limite à quelques nappes phréatiques de débit faible.

III.6) Présentation des ouvrages de la retenue :

III.6.1) Digue en terre :

La digue en terre se compose des éléments suivants :

- Cote d'étanchéité.
- Fondation sur la surface décapée.
- Prisme aval pour le drainage et la stabilité des pieds arrêté à la cote 965m.
- Massif de la digue en terre homogène d'argile imperméable.
- Revêtements sur la digue.

Le niveau de la crête a été déterminé compte-tenu d'une revanche absolue de 3m au-dessus du seuil de l'évacuateur de crue du tassement de la digue et du sol de la fondation cette crête est à la cote : 980m NGA.

Les dimensions de la digue ont été déterminées selon les abaques et les calculs comme désignées ci-après :

- Données initiales pour les calculs de la digue.
- Calcul de revanche.
- Calcul de la ligne de saturation calcul de la sécurité contre le glissement de la digue.
- Calcul du tassement de la digue.

Au terme des calculs désignés précédemment les pentes retenues pour les talus de la digue sont les suivantes :

- pente du talus aval=1:2,5
- pente du talus amont=1:3

Les données caractéristiques de la digue sont dans le tableau suivant :

Tableau III-2 : caractéristique de la digue

Caractéristique principale	Unité	Valeur
Hauteur maximale	m	19,5
Revanche absolue (au dessus du seuil déversant)	m	3
Cote de la crête	mNGA	980
Longueur de la crête	m	430,46
Largeur de la crête	m	7
pente du talus amont	-	1:3
pente du talus aval	-	1:2,5
Volume de la digue(Vt)	m ³	183009,45

Source : DHW de OUM EL BOUAGHI

III.6.2) L'évacuateur des crues :

La destination de cet ouvrage est de laisser les crues librement lorsque la retenue est pleine jusqu' au niveau normale, la réalisation de l'évacuateur de crue a été examiné sur la base des considérations suivantes :

- Les résultats obtenus dans l'étude hydrologique, notamment l'étude du laminage de crue.
- L'existence d'un site favorable pour un évacuateur sur la rive gauche.
- Le délai de garantie des ouvrages importants.
- L'effet du laminage selon les analyses des crues traversant la retenue collinaire.

Sur la base des résultats de l'étude hydrologique de la fréquence de charge des crues exercées sur l'évacuateur ,on peut caractériser la part du débit et du volume maximale de crue de 100 ans et de 1000 ans.par ailleurs, le débit et le volume maximale de crue de 100 ans indiquent les dimensions nécessaires de l'ouvrage ,les caractéristiques de l'évacuateur des crues sont comme suit :

Type d'évacuateur : évacuateur de crue en béton armé.

Parties constituantes : déversoir frontal, coursier, bassin d'amortissement.

Largueur du seuil=14m.

Débit de la crue arrivée a la retenue :

Débit maximale centennial laminé $QL1\%=49,95m^3$

Lame d'eau=1,38m.

L'évacuateur de crues a été construit sur la rive droite de la digue avec les ouvrages suivants :

Un canal d'amenée : environ 50m de long qui mène les eaux au seuil du déversoir, le radier du canal est en terre naturelle, l'entrée du déversoir est protégé par des pierres.

Un seuil déversant : d'un largeur de 14m assure le niveau normal de la retenue (977mNGA) le seuil est en béton arme muni des murs de soutènement des deux cotes, il a une forme trapézoïdale.

Un coursier : en béton arme de section rectangulaire de largeur au fond 8m avec deux pentes longitudinales variables $j_1=5,088\%$ et $j_2=8,989\%$, la hauteur des murs latéraux=2,5m.

Un bassin d'amortissement : pour dissiper l'énergie de l'eau déversée par le coursier avec une vitesse importante. Le bassin est en en béton arme d'une longueur 12m et une largeur au fond de 8m.

Un canal d'évacuation : succède le bassin d'amortissement, pour ramener les eaux dans le lit de l'oued naturel de section trapézoïdal pente des berges 1 :1 de largeur au fond 8m non revêtu sauf a la sortie du bassin d'amortissement une protection en pierre est prévu sur une longueur de 10met ceci pour éviter les affouillements.

III. 7) Prise d'eau et vidange de fond :

Pour la retenue collinaire sur oued Oulmène, la fonction prise d'eau et de vidange est assurée par le même ouvrage ainsi la conduite est constitué par des tuyaux en acier, dont le diamètre est déterminé sur la base des besoins en eau maximum.

Cet ouvrage a été réalisé avant la construction de l digue afin d'assurer l'évacuation des écoulements et des pluies directes.

La prise d'eau et vidange sont place sous la digue ayant une capacité d'évacuation maximale de $0,842m^3/s$.

Les parties principales de l'ouvrage selon la direction de l'écoulement sont données ci d'après :

- Un canal d'amenée.
- Un regard de prise d'eau.
- Des conduites de prise en acier avec une protection d'enrobage en béton.
- Une chambre des vannes.
- Tuyau de raccordement de l'exploitation.
- Tuyau de vidange raccorde au bassin d'amortissement.

L'implantation du regard de prise d'eau est déterminée compte tenu du niveau du volume d'eau mort et du niveau du fond de la cuvette.

Ce regard est muni d'une grille en acier afin d'assurer la protection contre les débris flottants végétaux, solide ou autres.

De la cote amont du regard, il est fermé par des dalles en béton qui fonctionnent comme un batardeau et en cas de soulèvement, donne la possibilité de faire une vidange totale de la cuvette. Le regard de la chambre de vanne est le lieu du branchement de la conduite de service et de vidange ainsi que des fermetures des robinets vannes.



Figure III.2 : une vue en aval sur la retenue collinaire d'Oulmène

III.8) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- 1- La concentration totale en sels dissous.
- 2- Le rapport de Sodium par rapport aux autres conditions.
- 3- La présence de Bore et d'autres éléments toxiques.

Les analyses des eaux, d'irrigation de notre périmètre sont faites au laboratoire de l'ANRH BLIDA sur un échantillon prélevé au niveau de notre retenue (Oulmène).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° III.3 : Caractéristiques de l'eau d'irrigation

Date de prélèvement	08/06/2011	
Elément	mg/l	méq/l
Ca ⁺⁺	281	14,04
Mg ⁺⁺	174	14,47
Na ⁺	425	18,48
K ⁺	5,9	0,15
HCO ₃	146	2,40
Conductivité à 25°C	1,01mmhos/cm	
PH	7,6	
SAR	4,89	

Source : ANRH BLIDA

III.8.1) Les limites admissibles :

La classification des eaux suivant la qualité chimique a été établie selon le diagramme de classification des eaux d'irrigation, en fonction de deux paramètres, celui de la conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

a. La conductivité électrique :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau N° III.4: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

<i>Classe</i>	<i>Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C</i>	<i>Qualité des eaux</i>
C_1	$CE \leq 0,25$	<i>Eau de risque faible</i>
C_2	$0,25 < CE \leq 0,75$	<i>Eau de risque moyen</i>
C_3	$0,75 < CE \leq 2,25$	<i>Eau de risque élevé</i>
C_4	$CE > 2,25$	<i>Eau de risque très élevé</i>

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures.

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau de la retenue Oulmène prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE = 1,01 \text{ mmhos/cm}$.

b. Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

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

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

$$D'où \quad \text{S.A.R} = \frac{18,48}{\sqrt{\frac{14,04 + 14,47}{2}}} = 4,89$$

On a quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

Tableau N° III.5 : Classification des eaux en fonction du S.A.R

<i>Classe</i>	<i>S.A.R.</i>	<i>Danger d'alcalinisation</i>
S_1	$SAR \leq 10$	<i>Risque faible</i>
S_2	$10 < SAR \leq 18$	<i>Risque moyen</i>
S_3	$18 < SAR \leq 26$	<i>Risque élevé</i>
S_4	$SAR > 26$	<i>Risque très élevé</i>

On réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (ANNEXE 3.), on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité élevée avec un degré d'alcalinité faible (C_3-S_1).

CONCLUSION

A travers ce chapitre nous avons définis les ressources en eaux disponibles dans la région de l'étude.

On a constaté l'insuffisance de la ressource en eau actuelle pour cela dans le cadre de ce projet la principale ressource en eau sera celle de la retenue collinaire d'Oulmène qu'elle a une capacité de $2,19 \text{ Hm}^3$ et un volume régularisé de $1,19 \text{ Hm}^3$.

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

Introduction

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

L'irrigation du périmètre de F'kirina à partie de la retenue collinaire d'Oulmène a un cachet complémentaire du fait que les précipitations ne couvrent qu'une partie des besoins en eau des cultures. Ce déficit est dû essentiellement à l'évapotranspiration des cultures, nettement supérieure à la pluviométrie moyenne de la région. Cette dernière couvre relativement dans une large mesure, les besoins des plantes dans des périodes bien précises

IV.1) Etudes des précipitations annuelles :

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

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

IV.1.1) Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON)

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

Tableau IV.1 : ajustement à la loi log-normale

Ajustement à une loi Log-normale								
Taille n= 23		Moy.log(x- xo)= 2.558688179			U			
xo= 0		E.T. log(x- xo)= 0.141779746			I.C. à (en%)= 80		Gauss= 1.282	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
469.5	185.6	1	0.022	-2.020	185.6	187.224	156.045	213.92484
376.5	214.9	2	0.065	-1.513	214.9	220.912	189.992	247.6367
362.7	239.9	3	0.109	-1.234	239.9	241.982	211.427	268.81288
289.6	253	4	0.152	-1.027	253	258.857	228.613	285.91198
367.3	260	5	0.196	-0.857	260	273.633	243.623	301.03465
272.7	272.7	6	0.239	-0.709	272.7	287.204	257.344	315.08189
565.1	289.6	7	0.283	-0.575	289.6	300.056	270.251	328.54902
328.6	328.6	8	0.326	-0.450	328.6	312.495	282.643	341.75699
400.7	356.7	9	0.370	-0.333	356.7	324.741	294.73	354.94278
214.9	361.1	10	0.413	-0.219	361.1	336.97	306.672	368.30247
185.6	362.7	11	0.457	-0.109	362.7	349.335	318.609	382.01577
361.1	367.3	12	0.500	0.000	367.3	361.983	330.669	396.26296
356.7	376.5	13	0.543	0.109	376.5	375.089	343.001	411.26191
464	399	14	0.587	0.219	399	388.853	355.772	427.26946
399	400.7	15	0.630	0.333	400.7	403.496	369.163	444.58246
437	433.8	16	0.674	0.450	433.8	419.308	383.406	463.59372
253	437	17	0.717	0.575	437	436.691	398.819	484.85174
260	459.5	18	0.761	0.709	459.5	456.232	415.866	509.16984
433.8	464	19	0.804	0.857	464	478.859	435.271	537.84545
588.2	469.5	20	0.848	1.027	469.5	506.193	458.294	573.16033
665	565.1	21	0.891	1.234	565.1	541.494	487.446	619.74936
239.9	588.2	22	0.935	1.513	588.2	593.14	529.129	689.66803
459.5	665	23	0.978	2.020	665	699.867	612.513	839.70216

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.5	0,000	361.983015	330.6686	396.262955	361.983	0,500	2,0
0.2	-0,841	281.0341736	245.0435	302.47756	281.034	0,200	1,3

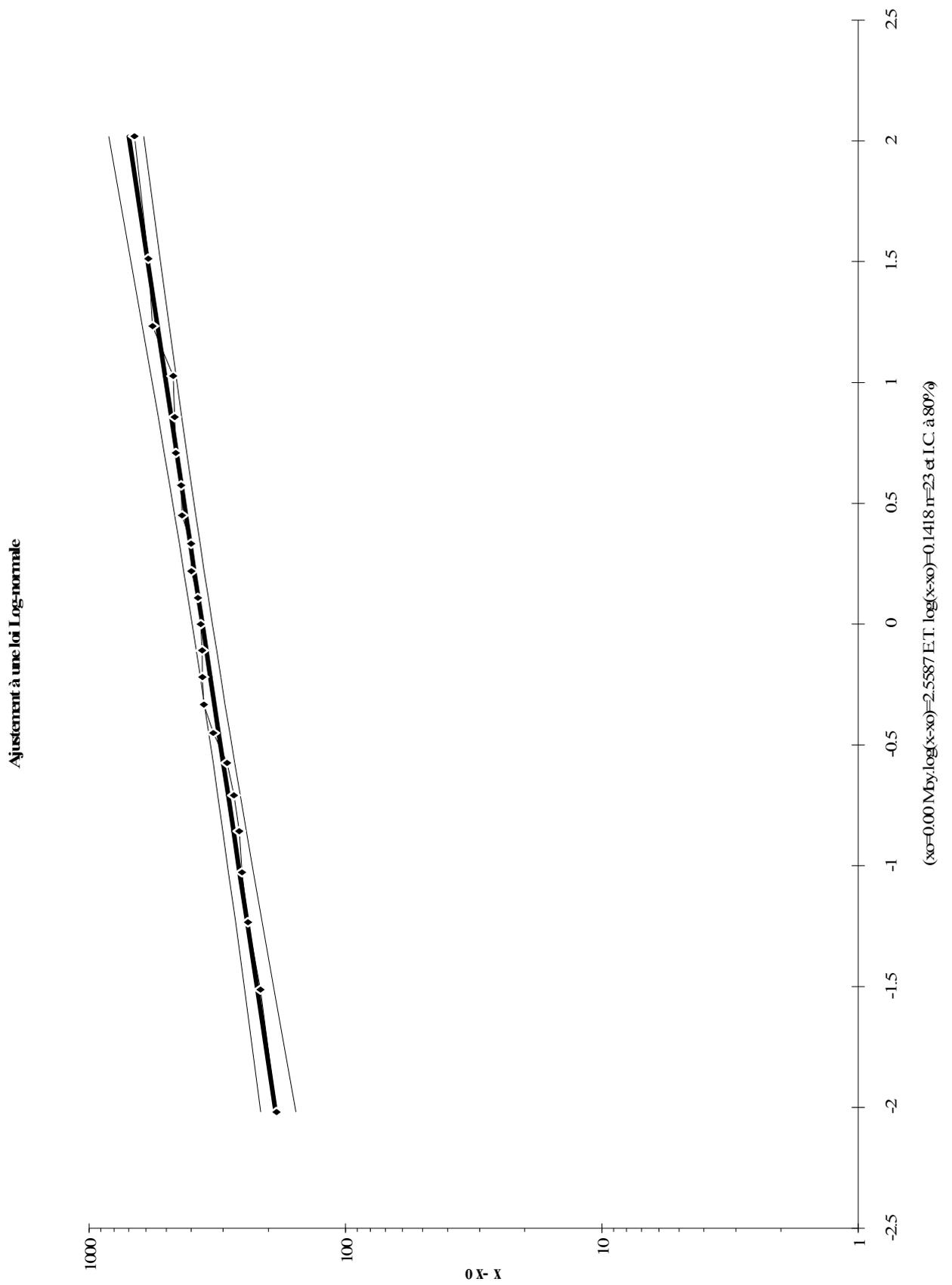


Figure IV.1 : ajustement à la loi log-normale

IV.1.2) Détermination de l'année de calcul :

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

Comme nous sommes dans une région semi aride et que la pratique montre que pour ce type de climat la probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

Nous opterons donc pour l'année de calcul avec une probabilité de 80% et les précipitations totales correspondantes $X_{80\%}=303,22\text{mm}$ (voir le tableau IV.2)

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

$$P_{80\%}^{mensuelle} = P_{moy}^{mensuelle} \times \frac{P_{80\%}^{annuelle}}{P_{50\%}^{annuelle}}$$

- $p_{men\ 80\%}$: Précipitation mensuelle de l'année de calcul.
- $P_{men, moy}$: Précipitation mensuelle moyenne de 23ans.
- $P_{80\%} = 281.03\ \text{mm}$
- $P_{50\%} = 361,98\text{mm}$
- $(p_{80\%} / p_{50\%}) = 0,79$

Donc :

Tableau IV.2 Précipitation mensuelle de l'année de calcul

Année	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	total annuel
$P_{80\%}^{men}$ (mm)	29,8	24,4	22,1	27,1	36,9	19,0	8,08	19,84	29,2	18,9	30	37,9	303,22

IV.2) Calcul de L'évapotranspiration :

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

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

IV.2.1) L'évapotranspiration Réelle :

S'obtient en multipliant l'évapotranspiration standard par le coefficient cultural.

$$ETR = ETo * Kc$$

ETo : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

Kc : le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatique locales.

IV.2.2) L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

C'est l'évapotranspiration maximale (c.a.d le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquement employées sont:

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Priestly- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de Jensen (1990), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoin en eau des cultures (Smith

1992), a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo .

La formule de Penman est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

- La formule de Mr Penman et Montheit modifiée se présentant comme suit:

$$ETo = C \times [w \times Rn + (1 - w) \times F (u) \times (ea - ed)]$$

ETo : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm / jour.

w : facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

Rn : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/ j

F(u) : fonction liée au vent.

ea : tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

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

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

C : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Montheit modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en Mai 1990.

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Célcius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Les résultats trouvés sont récapitulés dans le tableau ci après.

Tableau IV.3 : calcul d'ET0

Mois	Temp moy (°C)	Hr%	Vent(Km/jour)	Isolation (Heurs)	Radiation Solaire (MJ/m2/j)	ET0 Pen Mon (mm / j)	ET0 Pen Mon (mm /mois)
Janvier	5.6	78	117	5.2	3.3	0.90	27,9
Fevrier	6.7	47	132	6.4	5.4	1.40	39,2
Mars	10.1	68	139	7.6	8.5	2.32	71,92
Avril	12.6	67	162	8.1	11.2	3.11	93,3
Mai	18.1	59	148	8.8	13.1	4.28	132,68
Juin	22.9	52	168	9.7	14.2	5.44	163,2
Juillet	26.1	48	177	10.9	14.9	6.20	192,2
Août	25.9	50	171	9.5	12.8	5.50	170,5
September	21.1	62	176	8.1	10.0	3.86	115,8
October	17.0	67	167	7.3	6.9	2.60	80,6
November	10.1	74	191	5.8	4.0	1.44	43,2
December	7.0	79	206	4.9	2.8	0.98	30,38
TOTAL	15.3	65	163	7.7	8.9	38,03	1161

IV.2.2) Les Coefficients culturaux (K c) :

Les valeurs du coefficient cultural (KC) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », F.A.O N°24 et pour figuier revue (irrigation des vergers) publiée par INAF.

Tableau IV.4 : Les Coefficients culturaux (K c) des différentes cultures

culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Mais -grain				0,5	1,15	1,15	0,6					
vesce avoine	1,10	1,20	1,00						0,60	0,90	1,00	1,10
Orge / Blé	1	1,05	1,15	1,15	0,2						0,7	0,85
Sorgho					0,8	1	1,15	0,75				
Piment /poivron						1,05	1,05	1,35	1,45	1	0,85	
Petit pois	1,2	1,4	1,4	2,15								0,95
carotte									0,8	1	1,1	0,75
Oignon	0,9	0,85								0,7	1,1	1,1
Pomme de terre			0,75	1,1	1,2	0,75						

ail					1	1,05	1,05	0,85				
Navet									0,8	1	1,1	0,75
Choux									0,75	1,05	1,05	0,9
melon				0,7	0,75	0,75	1,05	1,05	0,9			
laitue								0,8	1	0,9		
Haricot vert	0,75	0,8	1,1	0,95	0,7							
Figuier					0,8	1,05	1,15	1,1	0,85			

IV.3) La réserve facilement utilisable(RFU) :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement.

Mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable (RFU).la quantité d'eau égale à 1 /3ou 2/3 de la RU (SOLTNER, 1986) ;

On considère généralement que la RFU correspond au 2/3 de la réserve Utile(RU) On obtient donc :

$$RFU (m^3/Ha) = 4500 * y * h * Hr * da$$

(Clément et Galand, 1979)

y = 2/3

da : Densité apparente du sol

h : Profondeur d'enracinement(m)

Hr : capacité de la rétention (%)

Le calcul a été effectué sur la base du logiciel « **Estimating generalised soil water characteristics from texture. SAXTON et al.USDA 1999-2000** » dont la fiabilité universelle, qui, nous a fait ressortir les résultats de la densité apparente et la réserve utile après avoir incérer les données de la granulométrie (sable+argile+limon) .

Tableau IV.5: résultats des analyses des profils
Pédologique (réserve en eau + densité apparente)

<i>Désignation du profil</i>	<i>La réserve en eau (capacité de rétention)%</i>	<i>La densité apparente</i>
P3	26,6	1,4
P1	26,6	1,4
P2	21,56	1,54
P5	22,78	1,34
P6	22,78	1,33
PP1	20,72	1,48
P12	25,74	1,43
Moyenne	23,83	1,42

On prend

$$Hr = 23,83\% \text{ et } da = 1,42$$

Donc :

RFU=1011.84 x h

IV.3.1) Les profondeurs d'enracinement:

Tableau IV.6 Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures

culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
Bersim	0.25									0.05	0.1	0.15
Mais grain				0.10	0.20	0.30	0.40	0.50				
vesce avoine	0.08	0.10	0.10						0,03	0.04	0.05	0.06
Orge / Blé	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7						0.3	0.3
Sorgho					0.20	0.40	0.50	0.60				
Piment poivron						0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
Petit pois	0.7	0.8	1.0	1.2								0.5
carotte									0.10	0.20	0.25	0.30
Oignon vert									0.3	0.4	0.5	0.6
Oignon sec	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6						
Pomme de terre			0.1	0.25	0.35	0.40						
ail					0.10	0.20	0.30	0.35				
Navet									0.10	0.20	0.25	0.30
Choux									0.20	0.25	0.30	0.40
Melon				0.05	0.07	0.09	0.10	0.15	0.20			
laitue								0.10	0.20	0.25		
Haricot vert	0.10	0.15	0.20	0.25	0,3							
Figuier					0.85	1.15	1.25	1.25	1.2			

IV.3.2) Cycle végétatif des cultures :

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous

Tableau IV.7 : Cycle végétatif des cultures

<i>Culture</i>	<i>janv</i>	<i>Fev</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept</i>	<i>Octo</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>
Bersim	→									←		
Mais grain				←				→				
Vesce avoine	→		→						←			
Orge/Bé	→						→				←	
Sorgho					←				→			
Piment poivron						←					→	
Petit pois	→				→						←	
Carotte									←			→
Oignon vert									←			→
Oignon sec	←						→					
Pomme de terre			←				→					
Ail					←				→			
Navet									←			→
Choux									←			→
Melton	←							→				
Laitue								←		→		
Haricot vert	←						→					
Figier d'avier	←											→

IV.3.3) Assolement –Rotation proposés :

On appelle assolement la répartition des cultures dans l'espace, par opposition à la rotation qui est la succession des cultures sur une même sole pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

Pour l'établissement des différents assolements –rotation nous avons tenue compte de plusieurs facteurs.

- La variation des profondeurs d'enracinement.
- L'équilibre du sol en éléments minéraux et en matière organique.
- La période de végétation.
- Le procédé cultural.

Tableau IV.8 : Assolement et rotation proposé

Les parcelles	Sole I	Sole II
14	sorgho/vesce avoine	bersim/mais grain
17	bersim/mais grain	sorgho/vesce avoine
18-19	choux-oignon vert/ail	carotte-navet/melon
20-21	carotte-navet/melon	choux-oignon vert/ail
22-23	laitue/orge	mais grain
2	pomme de terre/piment-poivrent	laitue/petit pois
3	petit pois/laitue	pomme de terre/piment-poivrent
6	oignon sec/choux	melon/navet
7	haricot vert/laitue	petit pois/laitue
8-4	oignon vert-carotte/ail	pomme de terre/piment-poivrent
5-10-11	navet/melon	oignon sec/choux
1	piment-poivron/ petit pois	vesce avoine/ail
15	mais grain/bersim	blé
13	vesce avoine/ail	orge
12	ail/navet	melon/choux
9	melon/choux	ail/navet
16	blé	mais grain/bersim

IV.3.4) Les pourcentages proposés aux différentes cultures :

Après détermination de l'assolement et rotation, on a proposé un assolement des cultures dans le tableau dessous :

Tableau IV.9 : Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés

N° de la parcelle	la culture	la superficie en m2	la superficie en ha	superficie des parcelles des sols	Pourcentage %
1	piment-poivrent	41818,25	4,00	4,00	1,81
2	pomme de terre	74097,93	7,00	7,00	3,17
3	petit pois	85026,95	8,00	8,00	3,62
6	oignon sec	183542,10	18,00	18,00	8,15
7	haricot vert	25306,23	2,00	2,00	0,91
4	oignon vert	17673,93	1,50	3,5	1,6
8		20946,76	2,00		
9	melon	119246,33	11,00	11,00	4,98
5	navet	25639,01	2,00	4,24	1,92
10		9443,29	0,94		
11		13523,14	1,30		
12	ail	172356,79	17,00	17,00	7,70
13	vesce avoine	152449,55	15,00	15,00	6,79
14	sorgho	224289,65	22,00	22,00	9,96
15	mais grain	113712,13	11,00	11,00	4,98
16	blé-orge	334563,73	33,00	33,00	14,94
17	bersim	457538,89	45,00	45,00	20,38
18	choux	16274,82	1,50	3,00	1,36
19		16885,80	1,50		
20	carotte	22730,42	2,00	3,50	1,58
21		17130,97	1,50		
22	laitue	43865,50	4,00	6,00	2,72
23		20380,92	2,00		
24	Figuier	76000,00	7,60	7,60	3,44
total			220,84	220,84	100,000

IV.4) Le bilan hydrique :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les besoins en eau des cultures tels que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations .

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période par période le bilan :

$$B = K_c \cdot ETP - (P_{\text{eff}} + \text{RFU})$$

ETP : évapotranspiration potentielle de référence en mm ;

K_c : le coefficient culturel de la culture considérée ;

P_{eff} : pluie efficace en mm ;

RFU : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;

IV.4.1) Calcul de la pluie efficace :

Pour tenir compte des pertes, le programme **Cropwat.8**, 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 utiliseront couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par l'United States Département of Agriculture-Soil Conservation Service. (**U.S.D.A-S.C.S**), basée sur les formules suivant, adaptée pour notre projet.

$$*P_{\text{eff}} = P_{\text{Tot}} \left(1 - \left(0.2 \times P_{P\%} / 125 \right) \right) \quad \text{Pour } P_{P\%} < 250 \text{mm.}$$

$$*P_{\text{eff}} = 125 + \left(0.1 \times P_{P\%} \right) \quad \text{Pour } P_{P\%} > 250 \text{mm.}$$

P_{eff} : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

P_{P%} : Pluie annuelle de probabilité de dépassement de 80%, en (**mm**).

Les valeurs de précipitations de probabilité de dépassement 80% (**P_{80%}**) et la pluie efficace (**P_{eff}**) sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau IV.10 Les précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois	P_{80%} mm	P_{eff.} mm
Janvier	29,8	28,1
Février	24,4	23,8
Mars	22,1	20,4
Avril	27,1	25,7
Mai	36,9	34,2
Juin	19,0	17,5
Juillet	8,08	7,04
Aout	19,84	17,5
Septembre	29,2	27,3
Octobre	18,9	17,2
Novembre	30	28,9
Décembre	37,9	35,6
Total	303.22	283.24

IV.4.2) Efficience de l'irrigation :

L'efficience de l'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

$$E_i = E_t \times E_d \times E_u$$

Avec :

E_i : Efficience d'irrigation en (%)

E_e : Efficience de transport en (%)

E_d : Efficacité de type de distribution en (%)

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

IV.5) Détermination les besoins en eaux des cultures :

Les besoins en en eaux des cultures sont au tableau dessous

Tableau IV.11 : les besoins en eaux des cultures

	Mois	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
	pluie efficace (mm)	28.1	23.8	20.4	25.7	34.2	17.5	7.04	17.5	27.3	17.2	28.9	35.6
	Etp(mm)	27.9	39.2	71.92	93.3	132.68	163.2	192.2	170.5	115.8	80.6	43.2	30.38
Bersim	Kc	1.01									0.65	0.95	1
	ETM=Kc x ETP	28.179									52.39	41.04	30.38
	déficit pluviométrique Dp=ETM-Peff(mm)	0.079									35.19	12.14	-5.22
	profondeur d'enracinement h(m)	0.25									0.05	0.1	0.15
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h	252.75									50.55	101.1	151.65
	stock au début de la période RFU (mm)	25.275									5.055	10.11	15.165
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-25.196									30.135	2.03	-20.385
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-251.96									301.35	20.3	-203.85
Mais -grain	Kc				0.5	1.15	1.15	0.6	0.6				
	ETM=Kc.ETP				46.65	152.582	187.68	115.3	102.3				
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)				20.95	118.382	170.18	108.3	84.8				
	profondeur d'enracinement h(m)				0.1	0.2	0.3	0.4	0.5				
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h				101.18	202.37	303.55	404.7	505.9				
	stock au début de la période RFU (mm)				10.12	20.24	30.36	40.47	50.59				
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)				10.83	98.142	139.82	67.81	34.21				
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)				108.3	981.42	1398.2	678.1	342.1				

Suite du tableau

vesce avoine	Kc	1.1	1.2	1						0.6	0.9	1	1.1
	ETM=Kc.ETP	30.69	47.04	71.92						69.48	72.54	43.2	33.418
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)	2.59	23.24	51.52						42.18	55.34	14.3	-2.182
	profondeur d'enracinement h(m)	0.08	0.1	0.1						0.03	0.04	0.05	0.06

	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h	80.95	101.18	101.18						303.6	40.47	50.59	60.71
	stock au début de la période RFU (mm)	8.09	10.12	10.12						30.36	4.05	5.06	6.07
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-5.5	13.12	41.4						11.82	51.29	9.24	-8.252
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-55	131.2	414						118.2	512.9	92.4	-82.52

Orge / Blé	Kc	1	1.05	1.15	1.15	0.2						0.7	0.85	
	ETM=Kc.ETP	27.9	41.16	82.708	107.295	26.536						30.24	25.823	
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)	-0.2	17.36	62.308	81.595	-7.664						1.34	-9.777	
	profondeur d'enracinement h(m)	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7						0.3	0.3	
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h	404.74	505.92	607.1	607.1	708.29						303.55	303.55	
	stock au début de la période RFU (mm)	40.47	50.59	60.71	60.71	70.83						30.36	30.36	
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-40.67	-33.23	1.598	20.885	-78.494						-29.02	-	40.137
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-406.7	-332.3	15.98	208.85	-784.94						-290.2	-	401.37

Sorgho	Kc					0.8	1	1.15	0.75				
	ETM=Kc.ETP					106.144	163.2	221.03	127.88				
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)					71.944	145.7	213.99	110.38				
	profondeur d'enracinement h(m)					0.2	0.4	0.5	0.6				
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h					202.37	404.7	505.92	607.1				
	stock au début de la période RFU (mm)					20.24	40.47	50.59	60.71				
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)					51.704	105.2	163.4	49.665				
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)					517.04	1052	1634	496.65				
Kc						1.05	1.05	1.35	1.45	1	0.85		
ETM=Kc.ETP						171.4	201.81	230.18	167.91	80.6	36.72		

Piment /poivron	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)								153.9	194.77	212.68	140.61	63.4	7.82
	profondeur d'enracinement h(m)								0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	stock au début de la periode RFU (m3/ha)=1011.84 x h								404.7	607.1	708.29	809.47	910.66	1011.8
	stock au début de la periode RFU (mm)								40.47	60.71	70.83	80.95	91.07	101.18
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)								113.4	134.06	141.85	59.66	-27.67	-93.36
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)								1134	1340.6	1418.5	596.6	-276.7	-933.6

Suite du tableau

petit pois	Kc	1.2	1.4	1.4	2.15									0.95
	ETM=Kc.ETP	33.48	54.88	100.69	200.595									28.861
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)	5.38	31.08	80.288	174.895									-6.739
	profondeur d'enracinement h(m)	0.7	0.8	1	1.2									0.5
	stock au début de la periode RFU (m3/ha)=1011.84 x h	708.29	809.47	1011.8	1214.21									505.92
	stock au début de la periode RFU (mm)	70.83	80.95	101.18	121.42									50.59
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-65.45	-49.87	-20.892	53.475									- 57.329
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-654.5	-498.7	-208.92	534.75									- 573.29

carotte	Kc								0.8	1	1.1	0.75
	ETM=Kc.ETP								92.64	80.6	47.52	22.785
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)								65.34	63.4	18.62	-12.815
	profondeur d'enracinement h(m)								0.1	0.2	0.25	0.3
	stock au début de la periode RFU (m3/ha)=1011.84 x h								101.18	202.37	252.96	303.55
	stock au début de la periode RFU (mm)								10.12	20.24	25.3	30.36
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)								55.22	43.16	-6.68	-43.175
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)								552.2	431.6	-66.8	-431.75

Oignon vert	Kc									0.93	1.15	1.15	1
	ETM=Kc.ETP									107.69	92.69	49.68	30.38
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)									107.69	92.69	49.68	30.38
	profondeur d'enracinement h(m)									0.3	0.4	0.5	0.6
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h									303.55	404.74	505.92	607.1
	stock au début de la période RFU (mm)									30.355	40.474	50.592	60.71
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)									77.335	52.216	-0.912	-30.33
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)									773.35	522.16	-9.12	-303.3
Oignon sec	Kc	1	1.05	1.05	1.05	1	0.85						
	ETM=Kc.ETP	27.9	41.16	75.516	97.965	132.68	138.7						
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff (mm)	-0.2	17.36	55.116	72.265	98.48	121.22						
	profondeur d'enracinement h(m)	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6						
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h	303.55	303.55	404.74	505.92	607.1	607.1						
	stock au début de la période RFU (mm)	30.36	30.36	40.47	50.59	60.71	60.71						
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-30.56	-13	14.646	21.675	37.77	60.51						
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-305.6	-130	146.46	216.75	377.7	605.1						

Suite du tableau

Pomme de terre	Kc			0.75	1.1	1.2	0.75						
	ETM=Kc.ETP			53.94	102.63	159.216	122.4						
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Pefi (mm)			33.54	76.93	125.016	104.9						
	profondeur d'enracinement h(m)			0.1	0.25	0.35	0.4						
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h			101.18	252.96	354.14	404.7						
	stock au début de la période RFU (mm)			10.12	25.3	35.41	40.47						
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)			23.42	51.63	89.606	64.43						
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)			234.2	516.3	896.06	644.3						
ail	Kc					1	1.05	1.05	0.85				
	ETM=Kc.ETP					132.68	171.4	201.81	144.93				
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Pefi (mm)					98.48	153.9	194.77	127.43				
	profondeur d'enracinement h(m)					0.1	0.2	0.3	0.35				
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h					101.18	202.4	303.55	354.14				
	stock au début de la période RFU (mm)					10.12	20.24	30.36	35.41				
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)					88.36	133.62	164.41	92.015				
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)					883.6	1336.2	1644.1	920.15				

Suite du tableau

Navet	Kc									0.8	1	1.1	0.75
	ETM=Kc.ETP									92.64	80.6	47.52	22.785
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Pefi (mm)									65.34	63.4	18.62	-12.815
	profondeur d'enracinement h(m)									0.1	0.2	0.25	0.3
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84									101.18	202.37	252.96	303.55

	x h												
	stock au début de la période RFU (mm)									10.12	20.24	25.3	30.36
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)									55.22	43.16	-6.68	-43.175
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)									552.2	431.6	-66.8	-431.75
Choux	Kc									0.75	1.05	1.05	0.9
	ETM=Kc.ETP									86.85	84.63	45.36	27.342
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)									59.55	67.43	16.46	-8.258
	profondeur d'enracinement h(m)									0.2	0.25	0.3	0.4
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h									202.37	252.96	303.55	404.74
	stock au début de la période RFU (mm)									20.24	25.3	30.36	40.47
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)									39.31	42.13	-13.9	-48.728
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)									393.1	421.3	-139	-487.28

Suite du tableau

Melon	Kc				0.7	0.75	0.75	1.05	1.05	0.9			
	ETM=Kc.ETP				65.31	99.51	122.4	201.81	179.03	104.22			
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)				39.61	65.31	104.9	194.77	161.53	76.92			
	profondeur d'enracinement h(m)				0.05	0.07	0.09	0.1	0.15	0.2			
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h				50.59	70.83	91.07	101.18	151.78	202.37			
	stock au début de la période RFU (mm)				5.06	7.08	9.11	10.12	15.18	20.24			
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)				34.55	58.23	95.79	184.65	146.35	56.68			
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)				345.5	582.3	957.9	1846.5	1463.5	566.8			
laitue	Kc								0.8	1	0.9		
	ETM=Kc.ETP								136.4	115.8	72.54		
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)								118.9	88.5	55.34		
	profondeur d'enracinement h(m)								0.1	0.2	0.25		
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84								101.18	202.37	252.96		

	x h												
	stock au début de la période RFU (mm)								10.12	20.24	25.3		
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)								108.78	68.26	30.04		
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)								1087.8	682.6	300.4		

Suite du tableau

Harticot vert	Kc	0.75	0.8	1.1	0.95	0.7							
	ETM=Kc.ETP	20.925	31.36	79.112	88.635	92.876							
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)	-7.175	7.56	58.712	62.935	58.676							
	profondeur d'enracinement h(m)	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3							
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h	101.184	151.776	202.37	252.96	303.552							
	stock au début de la période RFU (mm)	10.12	15.18	20.24	25.3	30.36							
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)	-17.295	-7.62	38.472	37.635	28.316							
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)	-172.95	-76.2	384.72	376.35	283.16							
Figuier	Kc					0.8	1.05	1.15	1.1	0.85			
	ETM=Kc.ETP					106.144	171.4	221.03	187.55	98.43			
	déficit pluviométrique Dp=ETM- Peff(mm)					71.944	153.9	213.99	170.05	71.13			
	profondeur d'enracinement h(m)					0.85	1.15	1.25	1.25	1.2			
	stock au début de la période RFU (m3/ha)=1011.84 x h					860.064	1164	1264.8	1264.8	1214.2			
	stock au début de la période RFU (mm)					86.01	116.4	126.48	126.48	121.42			
	volume à apporter aux plantes Dp-stock(mm)					-14.066	37.5	87.51	43.57	-50.29			
	volume à apporter aux plantes B(M3/ha/mois)					-140.66	375	875.1	435.7	-502.9			

Tableau IV.12 : tableau récapitulatif des besoins en eau : (M3/ha)

Culture	Janv	Fevr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
BERSIM	0	-	-	-	-	-	-	-	-	301.4	20.3	0
MAIS	-	-	-	108.3	981.42	1398	678	342	-	-	-	-
VASC	0	131.2	414	-	-	-	-	-	118.2	512.9	92.4	0
ORGE	0	0	15.98	208.9	0	-	-	-	-	-	0	0
SORGO	-	-	-	-	517.04	1052	1634	497	-	-	-	-
PIMENT	-	-	-	-	-	1134	1341	1418	597	0	0	-
PETIT POIS	0	0	0	534.8	-	-	-	-	-	-	-	0
CAROTTE		-	-	-	-	-	-	-	552	431.6	0	0
OIGNON		-	-	-	-	-	-	-	500	350.2	0	0
OIGNON SEC	0	0	146.46	216.8	377.7	605.1	-	-	-	-	-	-
POMME DE TERRE	-	-	234.2	516.3	896.06	644.3	-	-	-	-	-	-
AIL	-	-	-	-	883.6	1336	1644	920	-	-	-	-
NAVET	-	-	-	-	-	-	-	-	552	431.6	0	0
CHOUX	-	-	-	-	-	-	-	-	393	421.3	0	0
MELON	-	-	-	345.5	582.3	957.9	1847	1463	567	-	-	-
LAITUE	-	-	-	-	-	-	-	1088	683	300.4	-	-
HARICOT VERT	0	0	384.72	376.4	283.16	-	-	-	-	-	-	-
FIGUIER	-	-	-	-	0	375	875	436	0	-	-	-
Total	0	131.2	1195.36	2307	4521.3	7503	8018	6164	3962	2749	112.7	0

IV.5) Comparaison entre les besoins du périmètre et la capacité de la retenue :

La surface totale du périmètre étudié est 220 ha et les exploitations proposées sont des cultures maraichage, céréale et arboriculture. la capacité totale de la retenue est de 2,19 Hm³ et le volume régularisé est de 1,19Hm³

Sur la base de toutes ces données et les besoins totaux des cultures calculées, on a géré l'exploitation agricole du périmètre de telle manière à satisfaire les besoins sans risque de l'abaissement brusque du niveau de la retenue.

Les résultats sont résumés au tableau suivant :

Tableau IV.13 : Besoins totaux annuels

Culture	Surface (ha)	besoins totaux annuel en (m3/ha)	Besoins totaux annuel en (m3)
Bersim	45	321.65	14474.25
Mais -grain	11	3508.12	38589.32
vesce avoine	15	1268.7	19030.5
Orge / Blé	33	224.83	7419.39
Sorgho	22	3699.99	81399.78
Piment /poivron	4	4489.55	17958.2
petit pois	8	534.75	4278
carotte	3.5	983.8	3443.3
Oignon vert	3.5	850.512	2976.792
Oignon sec	18	1346.01	24228.18
Pomme de terre	7	2290.86	16036.02
ail	17	4784.05	81328.85
Navet	4.24	983.8	4171.312
Choux	3	814.4	2443.2
Melon	11	5762.45	63386.95
laitue	6	2070.8	12424.8
Haricot vert	2	1044.23	2088.46
Figuier	7.6	1685.8	12812.08
		besoins nets (m3)	408489.384
		besoins bruts (m3)	510611,73

Conclusion

A partir de ce chapitre on a déterminé les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de notre périmètre. On remarque que le mois de pointe est le mois de juillet. Donc on a estimé les besoins en eau du périmètre pour un assolement choisis et les comparer avec la capacité de la retenue, les besoins totaux annuel sont de **510611,73 m³**

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

Introduction

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

V.1) Les techniques d'arrosage des cultures :

V.1.1) L'irrigation gravitaire

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

V.1.1.1) L'irrigation par ruissellement

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

a) Les avantages de l'irrigation par ruissellement

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

b) les inconvénients

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

V.1.1.2) l'irrigation par submersion

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

a) Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices
- Protège contre le gel

b) Les inconvénients de la submersion

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

V.1.1.3) l'irrigation par infiltration

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

a) les avantages

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

b) Les inconvénients

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

V.1.2) l'irrigation par aspersion

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

a) Les avantages

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

b) les inconvénients

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile

- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

V.1.3) L'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de gouteurs et s'écoule par ceux ci sous forme de gouttes avec un faible débit .

a) les Avantages

- Meilleur développement des cultures dû a l'humidification permanent de la couche active de sol
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe)
- Réduction des mauvaises herbes
- Réduction de l'évaporation
- Economie d'engrais
- Facile à automatisé

b) Les inconvénients

- Coût très élevé du matériel
- Risque d'obstruction des gouteurs
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés
- Apte seulement pour les cultures par rangée

V.2) Choix des techniques d'arrosage :

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

V.2.1) Les contraintes naturelles

V.2.1.1) L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par un évaporation élevé durant l'été , ce qui provoque une perte d'eau importante avec une évaporation annuelle de 2004,7 mm.

V.2.1.2) Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation , notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (1.9 m/s au moyen)

V.2.1.3) Le sol

Les sols de périmètre de F'kirina présente une texture limoneuse , la perméabilité est moyenne , d'ou l'irrigation de surface doit être prudente a fin d'éviter l'asphyxie des

plantes , dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé ont des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses .

V.2.1.4) La pente

Notre périmètre a une pente qui ne dépasse pas les 2 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière

V.2.2) Les contraintes techniques

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

V.2.3) Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre de F'kirina sont constitués de cultures fourragère, céréale , maraîchage, et arboriculture (figuier), pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraîchages, et l'irrigation localisée pour les figuiers .

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

Conclusion

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

Donc pour les cultures de l'assolement on opte l'irrigation par aspersion, et comme on a une petite surface pour les arboricultures (figuier) on opte l'irrigation par le goutte à goutte.

Introduction

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

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

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

VI.1) Le réseau d'irrigation

Le problème consiste à rechercher des différentes possibilités du tracé du système d'adduction et de distribution de l'eau pour le périmètre de F'kirina

Le problème se pose en terme de :

Projection d'un réseau d'irrigation assurant la distribution d'eau sous pression aux différents îlots par l'intermédiaire de bornes d'irrigation.

Réalisation d'une conduite d'adduction reliant la retenue collinaire et le périmètre

Avant de procéder aux calculs hydrauliques, il faudrait connaître :

Les conditions hydrauliques de la desserte caractérisée par le débit délivrée à chaque prise d'irrigation et la pression minimale garantie.

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation, spécifiant l'implantation des différentes prises d'irrigation et leur regroupement sur les bornes du réseau.

VI.1.1) Choix du tracé :

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
- Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
- Éviter les forêts, bois et zones marécageuses ;
- Éviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,...)

➤ **La variante 01 :**

Cette variante consiste de faire l'Adduction par canaux à ciel ouvert sur une longueur de 1 km pour permettre au agriculteurs en voisinage de la retenue collinaire de ce bénéficier de l'eau de la retenue en suite placé sur ce point une prise d'eau qui relit le canal avec une conduite circulaire (écoulement forcé) enterré ,qui permet le transfère d'eau vers notre périmètre d'irrigation sur une longueur environ de 6.07 km, a fin de garantit la pression nécessaire pour le fonctionnement des asperseurs.

Nombre des traversés de la retenue projetée vers le périmètre projeté :

Traversées d'Oued : 01

Traversées de route : 01

➤ **La variante 02:**

C'est la variante la plus classique, qui consiste à faire l'adduction par conduites circulaires (écoulement forcé) enterrées de la retenue collinaire gravitairement vers notre périmètre d'irrigation sur une longueur de 7,06 Km Cette variante permet l'irrigation avec la pression indispensable pour le fonctionnement des asperseurs.

Nombre des traversés de la retenue projetée vers le périmètre projeté :

Traversées d'Oued : 01

Traversées de route : 01

VI.1.2) Choix de la variante :

Après l'analyse des deux variantes proposées, nous constatons que la variante 01 est adaptable et répond à nos besoins, elle permet l'irrigation des bons terres à l'aval de la retenue jusqu'à une distance de 1 Km, elle s'avère aussi la plus couteuse du point de vu réalisation et exploitation.

La variante N° 02 permet l'irrigation des terres à l'aval immédiat de la retenue par des raccordements directs sur la conduite principale et c'est la moins couteuse.

Donc on choisit la variante 02.

VI.1.3) Etablissement du profil en long de la conduite principale :

Ordre de construction :

- Piquetage tout le long du tracé (à partir de la retenue d'Oulmene vers le périmètre)
- Relever les cotes du terrain naturel au niveau de chaque piquet.
- Tracé du terrain naturel.
- Tracé du profil en long de la canalisation
- Le lit de la pose est constitué d'une couche de sable de 10 à 20 cm, pour éviter la déformation des conduites en présence d'argile gonflant.
- Disposition de différents ouvrages existants le long du tracé (borne, vanne de sectionnement, vanne de vidange, ventouse, regard de réparation, etc....

VI.2) Mode du tracé et implantation des bornes :

VI.2.1) Implantation des Bornes (Plan de bornage) :

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il serait erroné d'étudier d'abord les tracés des conduites et de placer les bornes entre elles.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
 - une prise par îlot d'exploitations
 - quatre (04) prises maximum sur une même borne
 - bornes implantées en limites d'îlots
 - dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots
 - prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière
- pour les zones a grande exploitation
 - La borne se situe au centre de la parcelle
 - 4prises sur la même borne

VI.2.2) Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage
- La stabilisation de la pression
- La limite du débit
- Le comptage du volume d'eau délivré

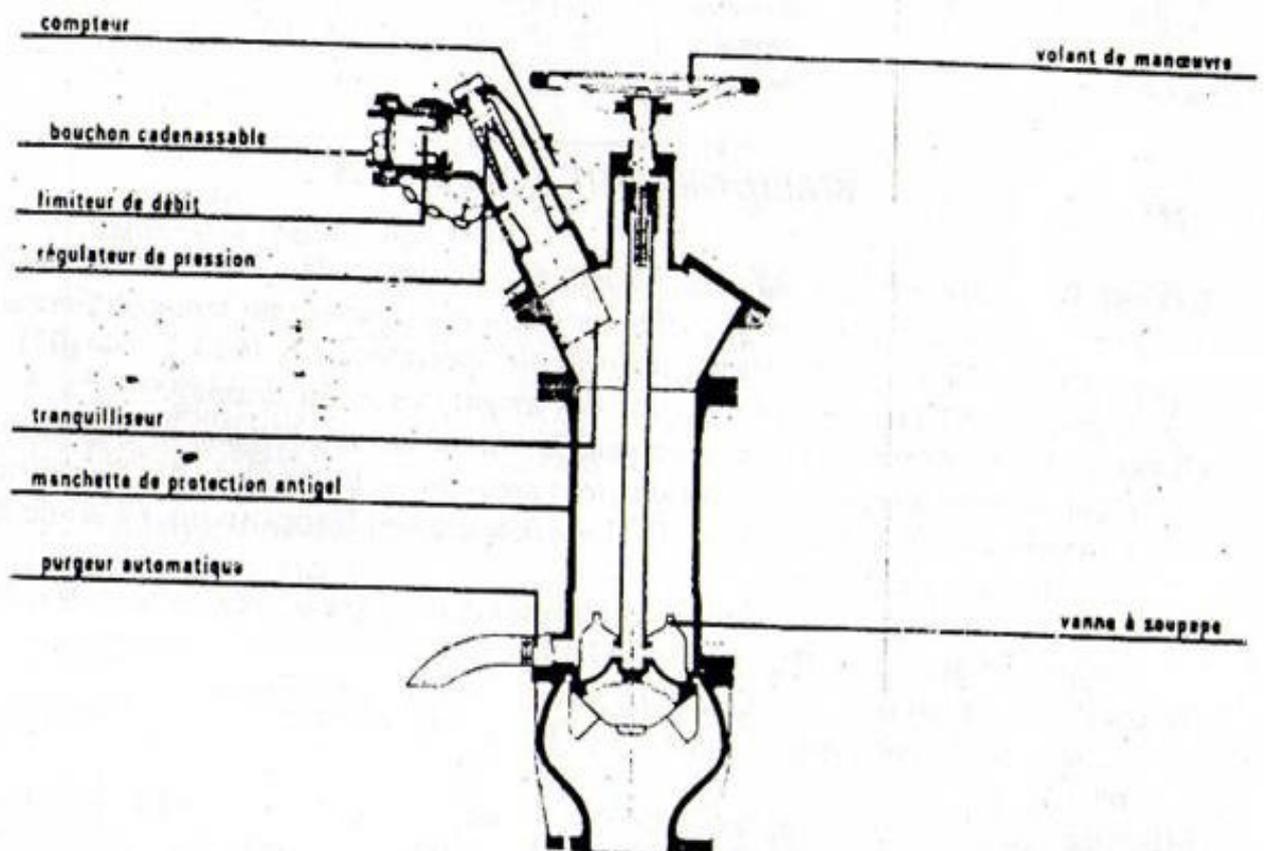


Figure VI.1 : Borne d'irrigation -coupe schématique-
(D'après document Schlumberger)

VI.3) recherche d'un tracé optimum:

Une fois que le plan de bornage est établi, nous procéderons à la liaison, le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau. Le tracé escompté est un réseau ramifier (ou palmé) qui conduit à un coût d'investissement optimum.

La détermination du tracé est pragmatique, si nous étions obligé de suivre les limites des parcelles, les chemins les routes et pistes. Dans le cas contraire, de multiples solutions se présentent quant aux manières de réalisation, d'où la recherche de la solution au moindre coût sera adoptée. Pour cela, deux tracés du réseau sont prononcés :

VI.3.1) Tracé par proximité :

Nous rechercherons tout d'abord, le tracé de longueur minimum, ayant pour sommet les seules bornes du réseau.

On peut utiliser à cette fin une adaptation pratique d'un algorithme classique de la théorie des graphes, l'algorithme de Mr Kruskal. Applons arrêtes les segments de droites joignant deux sommets et cycle tout tracé se refermant sur lui-même.

L'algorithme proposé est le suivant ;

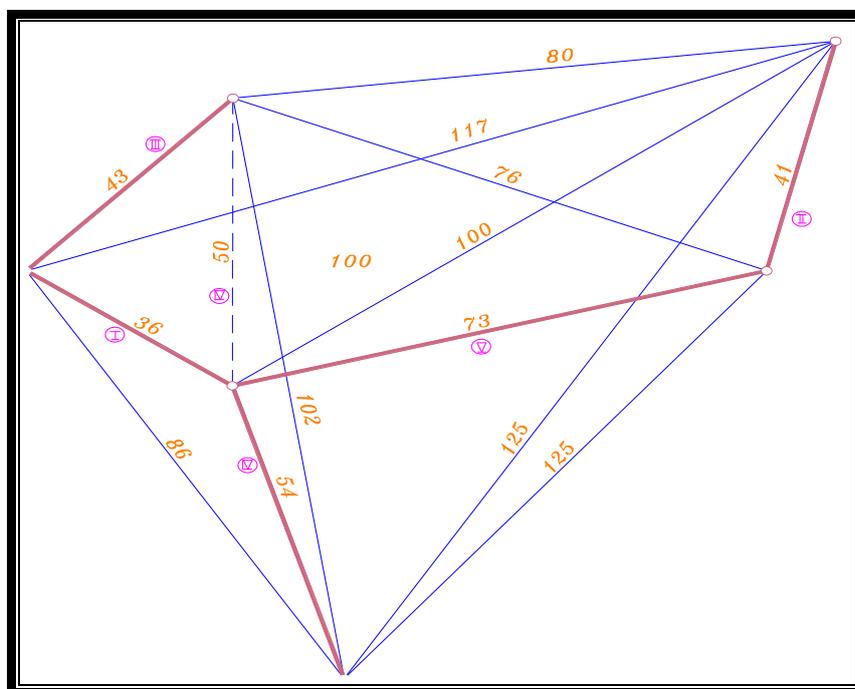


Figure VI.2 : application de l'algorithme de Kruskal

VI.3.2) Tracé à 120° :

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de 120°.

VI.3.3) Tracé économique :

Le tracé économique est voisin du tracé à 120° mais avec des angles aux points de jonction modifiés en fonction des positions des points.

Voici un schéma explicatif qui montre les différents tracés

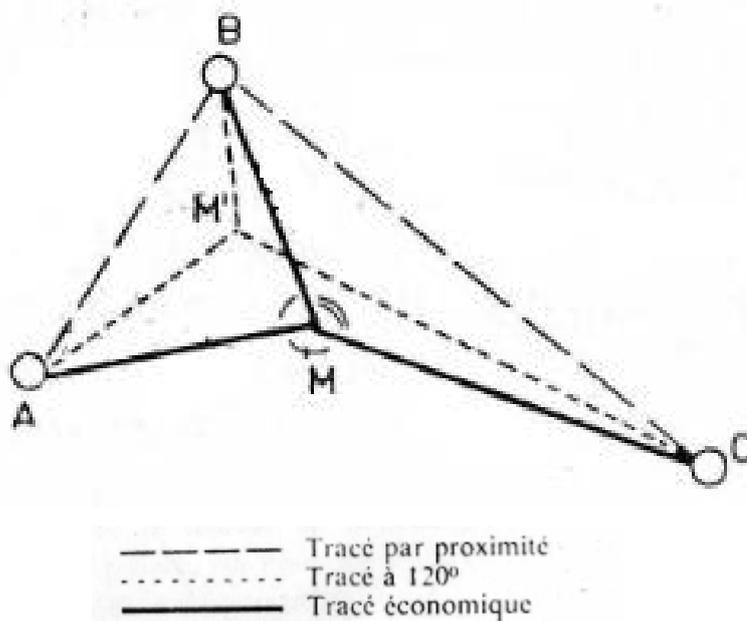


Figure VI.3 : Les différents tracés

Pour le cas de notre réseau de distribution, on a adopté un tracé économique (réseau ramifié), qui a le résultat de la formation des îlots d'irrigation, de l'implantation des bornes, du réseau de piste existant et des réseaux de conduites (AEP, transfert de gaz,....etc.) existant ou en projet.

VI.4) Modalités de desserte :**VI.4.1) L'irrigation à la demande :**

Cette technique laissant le choix à l'agriculteur d'utiliser sa propre borne (prise) d'irrigation en temps opportun. C'est le mode le plus couramment retenu, néanmoins, très complexe, car les appels de débits sont totalement aléatoires.

VI.4.2) L'irrigation au tour d'eau :

C'est un mode de dessert spécifique et très rigide, il en existe deux types :

- Avec un tour d'arrosage, à module fixe et uniforme sur tout le réseau, chaque irrigant pourra irriguer au cours d'un tour d'eau, pendant une durée proportionnelle à la surface irriguée.
- Avec un tour d'arrosage à module variable sur tout le réseau : dont les conduites de desserte sont calculées de manière à obtenir un fonctionnement continu au cours du tour d'eau et en fonction de la surface irriguée.

L'inconvénient de ce mode, est le respect de tour d'arrosage, qui nous mène à concevoir un organisme de contrôle. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, nous devons prévoir deux modalités :

VI.4.3) Tour d'arrosage à la borne :

Chacune des bornes du réseau reçoit un débit correspondant au débit fictif continu des superficies irriguées qu'elles desservent. Ce débit constitue alors, le module qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne et pendant des durées proportionnelles aux superficies desservies. Chaque borne est équipée d'un limiteur de débit commun aux différentes prises.

VI.4.4) Tour d'arrosage à l'antenne :

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles lors de l'application des modalités précédentes, pourront être trop faibles, d'où l'option de regrouper plusieurs bornes sur une seule antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées, desservies par cette antenne, constituera le module d'irrigation, successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse en laissant l'irrigant d'utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation.

Conclusion

A partir de ce chapitre on a proposé une variante plus classique pour projeter notre réseau d'adduction et de distribution puis on a fait la liaison de réseau le plus économiquement possible, des différentes bornes et l'origine du réseau et on a proposé une mode d'utilisation de la borne.

Introduction

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

VII.1) Calcul du débit fictif continu :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit spécifique est défini par la formule et permet de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

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

Tel que :

B : Besoin au mois de pointe net en m^3/ha .

T : Temps d'irrigation par jour $\approx 21h / j$.

t : Durée d'irrigation en jours = 30 jours.

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation $\approx 0,8$.

$$q = \frac{8018 * 1000}{21 * 30 * 3600 * 0.8} = 4,42 l / s / ha$$

Le débit fictif $q=4,42$ l/s/ha est supérieure à 1,5 l/s/ha

Donc on prend un débit spécifique moyen q_s moyen

$$\sum q_s \text{ Des cultures} / \text{nombre de culture} = 0,78 \text{ l/s/ha}$$

VII.2) Calcul du débit caractéristique du périmètre:

$$q_c = q_s * s$$

q_c = Débit caractéristique (l/s)

q_s = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

s = Superficie (ha)

D'après le calcul du débit fictif de pointe est de l'ordre de :

$$q_s = 0.78 \text{ l/s/ha}$$

$$q = q_s \times \text{la superficie}$$

$$q = 0.78 \times 220.84 = 171.48 \text{ l/s}$$

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le tableau VII.1

Tableau VII.1 : Les débits au niveau de chaque îlot

N° de parcelle	N° de parcelle projeté	la superficie en m2	la superficie en ha	débit brut de la parcelle l/s	débit brut de la prise l/s
1	1	41818,25	4,18	3,25	3,25
2	2	74097,93	7,41	5,75	5,75
3	3	85026,95	8,50	6,60	6,60
6	6	183542,10	18,35	14,25	8,000
	6a				6,252
7	7	25306,23	2,53	1,96	1,96
4	4	17673,93	1,77	1,37	
8	8	20946,76	2,09	1,63	3,00
9	9	119246,33	11,92	9,26	9,26
5	5	25639,01	2,56	1,99	
10	10	9443,29	0,94	0,73	2,72
11	11	13523,14	1,35	1,05	1,16
12	12	172356,79	17,24	13,38	8,000
	12a				5,383
13	13	152449,55	15,24	11,84	8,000
	13a				3,837
14	14	224289,65	22,43	17,42	8,960
	14a				5,800
	14b				2,760
15	15	113712,13	11,37	8,83	8,83
16	16	334563,73	33,46	25,98	8,000
	16a				8,000
	16b				5,600
	16c				2,800
17	17	457538,89	45,75	35,53	8,000
	17a				8,000
	17b				8,000
	17c				5,600
	17d				4,000
18	18	16274,82	1,63	1,26	
19	19	16885,80	1,69	1,31	2,57

20	20	22730,42	2,27	1,76	3,10
21	21	17130,97	1,71	1,33	
22	22	43865,50	4,39	3,41	4,99
23	23	20380,92	2,04	1,58	
total			220,84	171,48	171,48

VII.3) Choix du type de borne :

Le choix de la Borne dépend de la surface :

- Pour les surfaces $S \leq 10ha$ on prend la Borne à deux prises
- Pour les surfaces $S \geq 15ha$ on prend la Borne à quatre prises

VII.3.1) Pression demandée aux bornes d’irrigation :

L’expression ci-dessous, définit la pression affectée aux bornes d’irrigation pour un bon fonctionnement des appareils d’irrigation.

$$P_B = P_a + r.$$

Dans la quelle :

P_B : Pression à la borne.

P_a : Pression pour le fonctionnement de l’asperseur simple

r : Marge de sécurité $\approx 1bar$.

La pression disponible à l’amont des bornes du réseau collectif est généralement de l’ordre de **3,5 à 4,5 bars**, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

VII.3.2) Choix de diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit :

Tableau VII.2 : Choix de diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D= 65mm
$8 < Q < 20$ l/s	D= 100mm
$20 < Q < 25$ l/s	D= 150mm
$Q > 25$ l/s	D= 200mm

VII.3.3) Débit aux bornes :

$$Q_b = q \times S$$

Avec : q = débit spécifique (l/s/ha)

S=Superficie (ha)

Le calcul des débits des prises et des bornes sont présentées dans le **tableau VII.3**

Tableau VII.3 : débit au niveau des bornes et des prises

N° de la borne	N° de parcelle	débit brute de la prise	débit de la borne L/S	D des prises (mm)	Diamètre de la borne mm
1	22	3,41	4,99	65	65
	23	1,58			
2	18	1,26	5,67	65	65
	19	1,31			
	20	1,76			
	21	1,33			
3	17	8,00	16,00	65	100
	17a	8,00		65	
4	17b	8,0	19,53	65	100
	17c	5,6		65	
	17d	4		65	
5	14	8,960	17,42	65	100
	14a	5,800		65	
	14b	2,760		65	
6	6	14,25	14,25	65	100
	6a			65	
7	2	5,75	14,32	65	100
	3	6,60		65	
	7	1,96		65	
8	4	1,37	5,72	65	65
	8	1,63			
	5	1,99			
	10	0,73			
9	9	9,26	10,31	65	100
	11	1,05		65	
10	1	3,25	12,08	65	100
	15	8,83		65	
11	13	8,000	11,84	65	100
	13a	3,837		65	
12	12	8,000	13,38	65	100
	12a	5,383		65	
13	16	8,000	25,98	65	150
	16a	8,000		65	
	16b	5,600		65	
	16c	2,800		65	

Le diamètre d'une prise est normalisé à 65mm

VII.4) Calcul hydraulique primaire :**VII.4.1) Les vitesses :**

La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique et n'a pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci nous permettra d'accélérer le calcul d'optimisation.

Tableau VII.4: Seuil des vitesses admissibles en fonction des diamètres.

Diamètre (mm)	Seuil des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse minimum	Vitesse maximum
100	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	2,00
250	0,40	
300	0,40	
350	0,40	
400	0,50	
500	0,50	
600	0,50	
700	0,50	
800	0,50	
900	0,50	
1000	0,50	
1100	0,50	
1250	0,50	
1500	0,50	
2000	0,50	

On a pris la vitesse dans la conduite égale à 1.3 m/s

$$S = \frac{0.172}{1.3} = 0.1323$$

Le diamètre est :

$$= \frac{4.S}{\pi} = \frac{4.0.1323}{3.14} = 0.41$$

On prend le diamètre de la conduite égal à 500mm (0.5m)

VII.4.2) Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, Qui est donnée par la formule suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C$$

Avec : h_{Pu} : perte de charge unitaire en mm/ml

Q : débit en m³/s

D : diamètre de la conduite considérée

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations

C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière

$$J=L \times Q^M/D^N$$

$$D=0.5m$$

Tableau VII.5 : Les paramètres de perte de charge

K (mm)	L	M	N
0,1	1,2	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte :

La rugosité équivalente K=1mm,

L=1.601

M=1.975

N=5.25

$$J = 1.601 * \frac{1}{1000} = 1.882 /$$

Les résultats du calcul de la perte de charge et de l'excès de charge sur des différents points du tracé sont présentés dans le tableau dessous

Tableau VII.6 : les pertes de charge et les charges

L_1 (km)	Pertes de charge total ΔH_t ,m	Cote à l'entrée du périmètre (cote A) m,N.G.A	Cote X, cote nécessaire cote A+ ΔH m,N.G.A	Cote du T.N dans le même endroit (avec la même distance)m,NGA	Charge, m \pm (cote du T.N -cote X)
3	6,2	900	906,2	921	14,8
4	8,3	900	908,3	933	24,7
5	10,4	900	910,4	943	32,6
6	12,5	900	912,5	954	41,5
6,5	13,5	900	913,5	959	45,5
7	14,5	900	914,5	971	56,5

$\Delta H_t = (L \times J) \times 1.1$ avec (1.1=la perte de charge singulière=10% de la perte de charge linéaire).

VII.4.3) Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution:**VII.4.3.1) Calcul des diamètres :**

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera calculé par la formule de BONNIN :

$$D = Q^{1/2}$$

Tableau VII.7 : les diamètres des conduites de distribution

N° de la borne	N° de parcelle	débit de la borne L/S	Diamètre de la borne mm	diamètre de la conduite en m	diamètre calculé en mm	diamètre normalisé
1	22 23	4,99	65	0,071	71	90
2	18	5,67	65	0,075	75	90
	19					
	20					
	21					
3	17	16,00	100	0,126	126	160
	17a					
4	17b	19,53	100	0,140	140	160
	17c					
	17d					
5	14 14a 14b	17,42	100	0,132	132	160
6	6 6a	14,25	100	0,119	119	160
7	2 3 7	14,32	100	0,120	120	160
8	4 8	5,72	65	0,076	76	90
	5					
	10					
9	9	10,31	100	0,102	102	125
	11					
10	1	12,08	100	0,110	110	160
	15					
11	13 13a	11,84	100	0,109	109	160
12	12 12a	13,38	100	0,116	116	160

13	16 16a 16b 16c	25,98	150	0,161	161	200
		171,48		0,414	414	500

Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et la perte de charge au niveau de la conduite principale et le réseau de distribution

Les calculs des pertes de charge, vitesse et pression ont été effectués selon la formule de DARCY WEISBACH :

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux si dessous :

Tableau VII.8 :

Les résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression).

Nœud	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
	m	L/S	L/S	m	m
B1	901,1	4,99	4,99	959,49	58,39
B2	899,04	5,67	5,67	959,01	59,97
B3	897,6	16	16	959,06	61,46
B4	891,18	19,53	19,53	957,65	66,47
B5	888,19	17,42	17,42	953,93	65,74
B6	888,23	14,25	14,25	937,57	49,34
B7	890,4	14,32	14,32	939,95	49,55
B8	891,04	5,72	5,72	942,28	51,24
B9	895,45	10,31	10,31	942,17	46,72
B10	898,23	12,08	12,08	959,73	61,5
B11	900,52	11,84	11,84	960,67	60,15
B12	895,71	13,38	13,38	955,53	59,82
B13	892,5	25,98	25,98	952,94	60,44
C	900,64	0	0	960,73	60,09
A	900,86	0	0	961,52	60,66
J	901,42	0	0	961,38	59,96
K	898,86	0	0	960,08	61,22
C	897,61	0	0	959,45	61,84
M	890,56	0	0	958,09	67,53
D	896	0	0	955,58	59,58
E	893,62	0	0	954,02	60,4
F	894,45	0	0	949,25	54,8
G	891,23	0	0	943,02	51,79
H	890,43	0	0	940,2	49,77
Regard de jonction	971	Sans Valeur	-171,49	971	0

Tableau VII.9 : les débits, les vitesses et les pertes de charge

Tronçon	N _{ini}	N _{Fin}	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.
			m	mm	L/S	m/s	m/km
Adduction	R	AB	7057,24	500	171,49	0,87	1,34
C2	B	J	36,38	315	63,61	1,05	3,96
C2-1	J	B1	90,13	90	4,99	1,08	20,9
C2	J	K	383,26	315	58,62	0,97	3,38
C-2-2	K	B2	40,14	90	5,67	1,22	26,78
C2	K	L	227,45	315	52,95	0,87	2,78
C-2-3	L	B3	44,89	160	16	1,02	8,78
C2	L	M	975,47	315	36,95	0,61	1,39
C-2-4	M	B4	34,62	160	19,53	1,25	12,93
C2	M	B5	401,93	160	17,42	1,12	10,35
C1	A	B10	448	160	12,08	0,77	3,99
CP	B	C	90,36	315	95,8	1,58	8,8
C3	C	B11	15,08	160	11,84	0,76	3,85
CP	C	D	756,35	315	83,96	1,39	6,8
C4	D	B12	8,72	160	13,38	0,86	6,21
CP	D	E	321,09	315	70,58	1,17	4,85
C5	E	B13	48,17	160	25,98	1,66	22,57
CP	E	F	232,25	200	44,6	1,83	20,55
C6	F	B9	449,15	125	10,31	1,16	15,77
CP	F	G	506,68	200	34,29	1,41	12,29
C7	G	B8	27,38	90	5,72	1,23	27,24
CP	G	H	328	200	28,57	1,17	8,61
C8	H	B7	34,62	160	14,32	0,92	7,08
CP	H	B6	374,61	160	14,25	0,91	7,01

Conclusion

Dans ce chapitre on a fait le calcul hydraulique pour notre réseau et pour cela on a utilisé le logiciel EPANET pour définir les différents débits dans chaque tronçon et déterminer les pressions au niveau de chaque borne.

Introduction

Le but de ce chapitre est de définir les différents matériaux et appareillage dans notre projet à partir du réseau d'adduction et de distribution qu'on a choisit.

VIII.1) Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et Béton précontraint

VIII.1.1) Tuyaux en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes.
- Bonne résistance à la corrosion.
- Très rigides et solides

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds,

VIII.1.2) Tuyaux en acier :

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

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.

VIII.1. 3) Tuyaux en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile

Leur inconvénient est le risque de rupture

La canalisation destinée au transport de l'eau sous pression dans le réseau d'irrigations ne présente pratiquement aucune différence avec celle utilisées pour les réseaux de distribution d'eau potable au point de vue matériaux et montage, pour notre projet on a opté le PEHD pour le réseau de distribution et la fonte pour la conduite principale parce qu'elle résiste à des grandes pressions >8 bars

Tableau VIII.1: caractéristiques de la conduite de refoulement et de distribution

NATURE DES CONDUITES	DESIGNATION	DIAMETRE DE LA CONDUITE
Fonte	Conduite principal	500
PEHD	Conduite d'adduction	315
		200
		160
		125
		90

VIII.2) Appareillage :

En plus des conduites, un certain nombre de pièces spéciales complètent l'équipement, certaines de ces pièces spéciales sont présentées ci-dessous:

- Ventouses, vidange, Tés, cône, raccords, manchette, Bornes hydrantes.....etc.

VIII.2.1) Ventouses :

Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts systématiquement entre deux vannes (voir ANNEXE)

Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite selon les correspondances ci-après :

Tableau VIII.2 : Choix de type de ventouse

Diamètre conduite (en mm)	Type de ventouse (en mm)
$D < 500$	D 80
$600 < D < 900$	D 100
$900 < D < 1200$	D 150
$D > 1200$	D 200

VIII.2. 2) Les raccords :

Les raccords (ou pièces spéciales) font aussi partie du réseau, ils sont utilisés en cas de raccordement entre deux traçons, en cas de changement de direction, etc.

VIII.2. 3) Regard de jonction :

Placer à la sortie de la retenue comprend des accessoires (té, manchette, vanne, bride, ventouse...etc.) (Voir ANNEXE)

VIII.2. 4) Vidange :

Placés dans les points Bas (dépression naturelle). Ils permettront le chassage de l'eau en cas de nécessité

VIII.2. 5) les bornes hydrantes :

Elles sont destinées pour distribuer l'eau au niveau de notre périmètre

VIII.3) Aménagement connexes**VIII.3.1) Réseau de brise vent :**

Pour notre périmètre on met un réseau de brise vent pour protéger les cultures arboriculture (figuier).

Car dans la période des irrigations les vents dominant au niveau de notre périmètre sont de direction Nord-ouest.

VIII.3.2) Traversée route et l'oued :

Pour notre réseau d'adduction, on doit implanter notre conduite sous la route et l'oued.

VIII.3.2) Le gabionnage :

Le gabionnage est nécessaire pour les ilots limité par les rives d'oued Oulmène et Isfer dont le but est la protection contre la dégradation des terres agricole et surtout ou en pratiquant l'irrigation.

Conclusion

A la fin de ce chapitre on a défini les différents matériaux, appareillages et des aménagements qu'on peut utiliser dans notre étude.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, il ressort que le dimensionnement d'un réseau d'adduction et de distribution n'est pas si simple.

La connaissance des caractères physico-chimiques des sols permettra par cette occasion l'introduction des cultures adéquates dans la région.

En effet beaucoup de contraintes aussi bien techniques qu'administratives peuvent influencer sur le tracé du réseau.

Nous avons choisit un tracé qui a pu gravitairement nous assurer des pressions assez conséquentes au niveau des bornes d'irrigation. De plus il a fallu dans la mesure du possible respecter le foncier afin de maintenir un certain degré de liberté pour l'utilisation des prises d'eau.

L'aspect économique demeure aussi un point essentiel car minimiser le tracé de ce réseau permet de faire des économies sur le coût du projet.

Malgré ces contraintes on a proposé un tracé qui est bien entendu peut être critiquable.

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

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

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

BIBLIOGRAPHIE

BAHBOUH.L.S.2007, «Cours d'irrigation » Ecole nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA

BOULAIN, J, Pédologie appliquée (Masson, paris, 1980)

BULLTIN DE FAO N° 24, Irrigation et drainage, irrigation des vergers (INAF)

CLEMENT.R et GALAND.A, Irrigation par aspersion et réseaux collectifs de distribution sous pressions (ED.EYROLLES, paris, 1979).

DANIEL HILLAL L'eau et le sol ; principe et processus physique
LOUVAIN – LA – VEUVE (1984).

Dénis Baize, Guide des analyses en pédologie, 2eme édition
(Édition INRA 2000)

Jean_Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation
(Technique et documentation 1998).

Meghar M. 2008 : Dimensionnement d'un réseau d'adduction et de distribution du périmètre d'Eulma (W- SETIF) 20 000HA.

Carte d'état major (W-OUM EL BOUAGHI)

Logiciel: Auto cad, covadis, cropwat, hydrolab,Epanet< Estimating generalised soil watercharacteristics from texture SAXTON et al.USDA 1999-2000>

ANNEXE 1

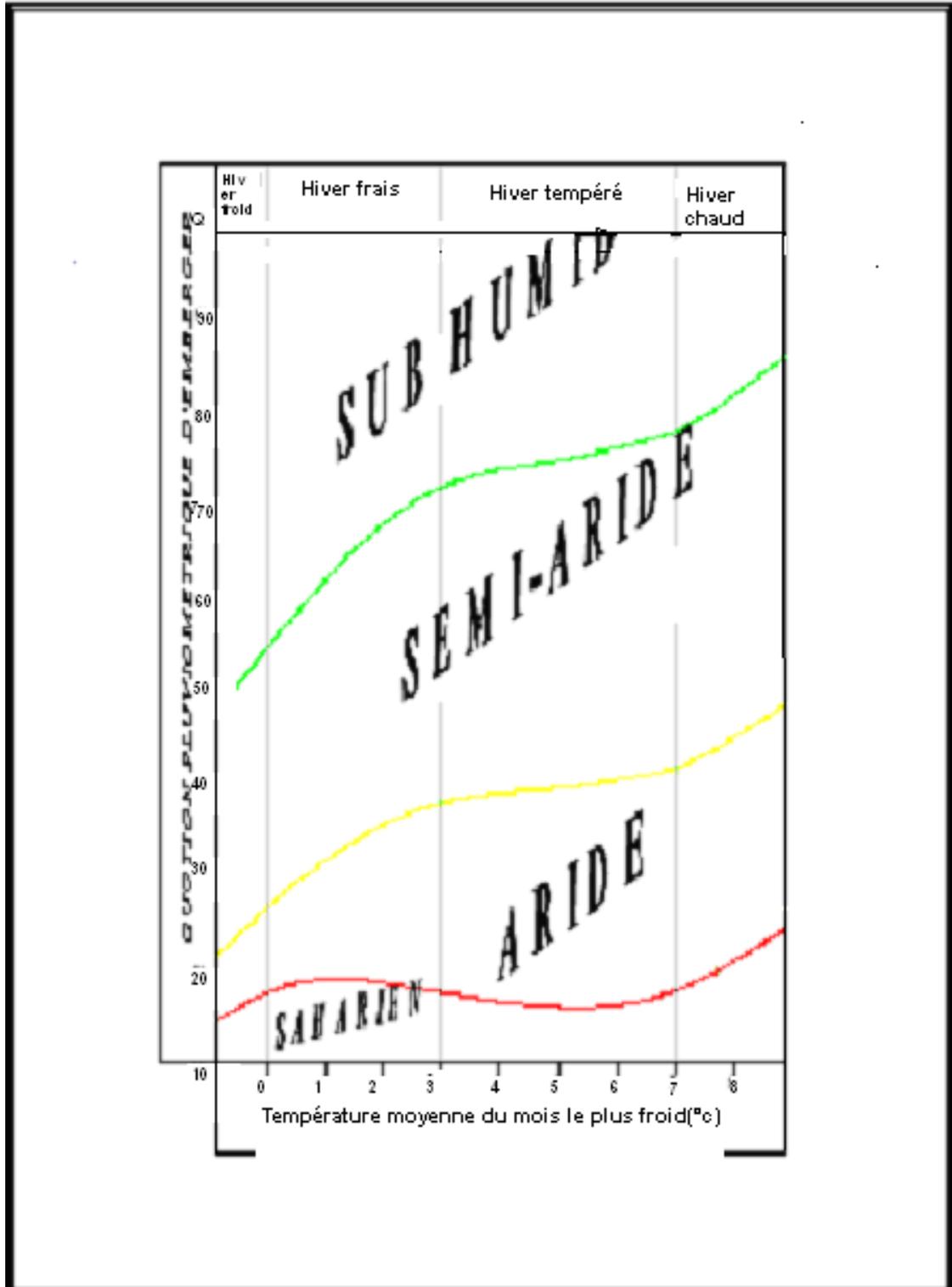


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

ANNEXE 2

	N° PROFIL 1			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-30	30-65	65-140
Granulométrie	Argile %	15	20	33
	Limon fin %	37	30	35
	Limon grossier %	30	27	15
	Sable fin %	14	16	12
	Sable grossier %	2	2	2
Matières organiques	Matière organique %	1,496	1,393	1,342
	Carbone % ₀	8,7	8,1	7,8
	Azote % ₀	0,95	0,9	0,75
	C/N	9	9	10
Réserves minérales	P ₂ O ₅ Total % ₀	-	-	-
	P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	-	-	-
	Ca CO ₃ total %	26,6	27,74	26,4
	Ca CO ₃ actif %	15,8	15,4	14,7
	K ₂ O total % ₀	-	-	-
	Gypse total %	-	-	-
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	55,6	35,39	47,32
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	5,6	5	7,05
	K ⁺ (meq/100g)	1,2	0,46	0,57
	Na ⁺ (meq/100g)	0	0,08	1,32
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	52,18	47,59	49,75
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation	60	64	59
	PH	8,5	8,6	8,4
	CE (millimhos/cm)	0,3	0,4	0,9
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)			
	SO ₄ ⁻ (meq/l)			
	Cl ⁻ (meq/l)			
	Ca ⁺⁺ (meq/l)			
	Mg ⁺⁺ (meq/l)			
	Na ⁺ (meq/l)			
	K ⁺ (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle			
	Densité apparente			

ANNEXE 2

	N° PROFIL 3			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-25	25-55	55-120
Granulométrie	Argile %	17	27	40
	Limon fin %	35	27	25
	Limon grossier %	7	13	7
	Sable fin %	26	26	20
	Sable grossier %	10	2	4
Matières organiques	Matière organique %	1,634	0,998	0,619
	Carbone % ₀	9,5	5,8	3,6
	Azote % ₀	1,03	0,7	0,38
	C/N	9	8	9
Réserves minérales	P2O5 Total % ₀	-	-	-
	P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	-	-	-
	Ca CO ₃ total %	20,52	20,52	36,1
	Ca CO ₃ actif %	8,3	13,0	16,0
	K ₂ O total % ₀	-	-	-
	Gypse total %	-	-	-
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	42,01	51,76	56,02
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	4,17	7,3	7,79
	K ⁺ (meq/100g)	0,22	0,28	0,27
	Na ⁺ (meq/100g)	0	0	0,37
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	38,30	44,65	30,95
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation	55	54	54
	PH	8,6	8,7	8,5
	CE (millimhos/cm)	0,4	0,4	0,7
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)			
	SO ₄ ⁻ (meq/l)			
	Cl ⁻ (meq/l)			
	Ca ⁺⁺ (meq/l)			
	Mg ⁺⁺ (meq/l)			
	Na ⁺ (meq/l)			
	K ⁺ (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle			
	Densité apparente			

ANNEXE 2

	N° PROFIL 12			
	Profondeur (cm)	H1	H2	H3
		0-35	35-80	80-150
Granulométrie	Argile %	15	32	23
	Limon fin %	45	32	31
	Limon grossier %	12	20	17
	Sable fin %	22	14	20
	Sable grossier %	2	2	2
Matières organiques	Matière organique %	1,754	1,307	1,342
	Carbone % ₀	10,2	7,6	7,8
	Azote % ₀	1,08	0,86	0,85
	C/N	9	9	9
Réserves minérales	P ₂ O ₅ Total % ₀	-	-	-
	P ₂ O ₅ assimilable (ppm)	-	-	-
	Ca CO ₃ total %	34,2	33,44	23,56
	Ca CO ₃ actif %	14,2	14,8	14,6
	K ₂ O total % ₀	-	-	-
	Gypse total %	-	-	-
Base échangeables	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	40,93	42,87	49,51
	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	4,32	5,56	6,87
	K ⁺ (meq/100g)	12,18	9,43	12,17
	Na ⁺ (meq/100g)	0	0,12	0,86
	S			
	T(NH ₄) (meq/100g)	36,22	45,55	41,76
	Na/T %			
Solution du sol	% Saturation	55	58	62
	PH	8,7	8,8	8,6
	CE (millimhos/cm)	0,4	0,4	0,8
	CO ₃ H ⁻ (meq/l)			
	SO ₄ ⁻ (meq/l)			
	Cl ⁻ (meq/l)			
	Ca ⁺⁺ (meq/l)			
	Mg ⁺⁺ (meq/l)			
	Na ⁺ (meq/l)			
	K ⁺ (meq/l)			
Caractéristiques physiques	Densité réelle			
	Densité apparente			

ANNEXE 3

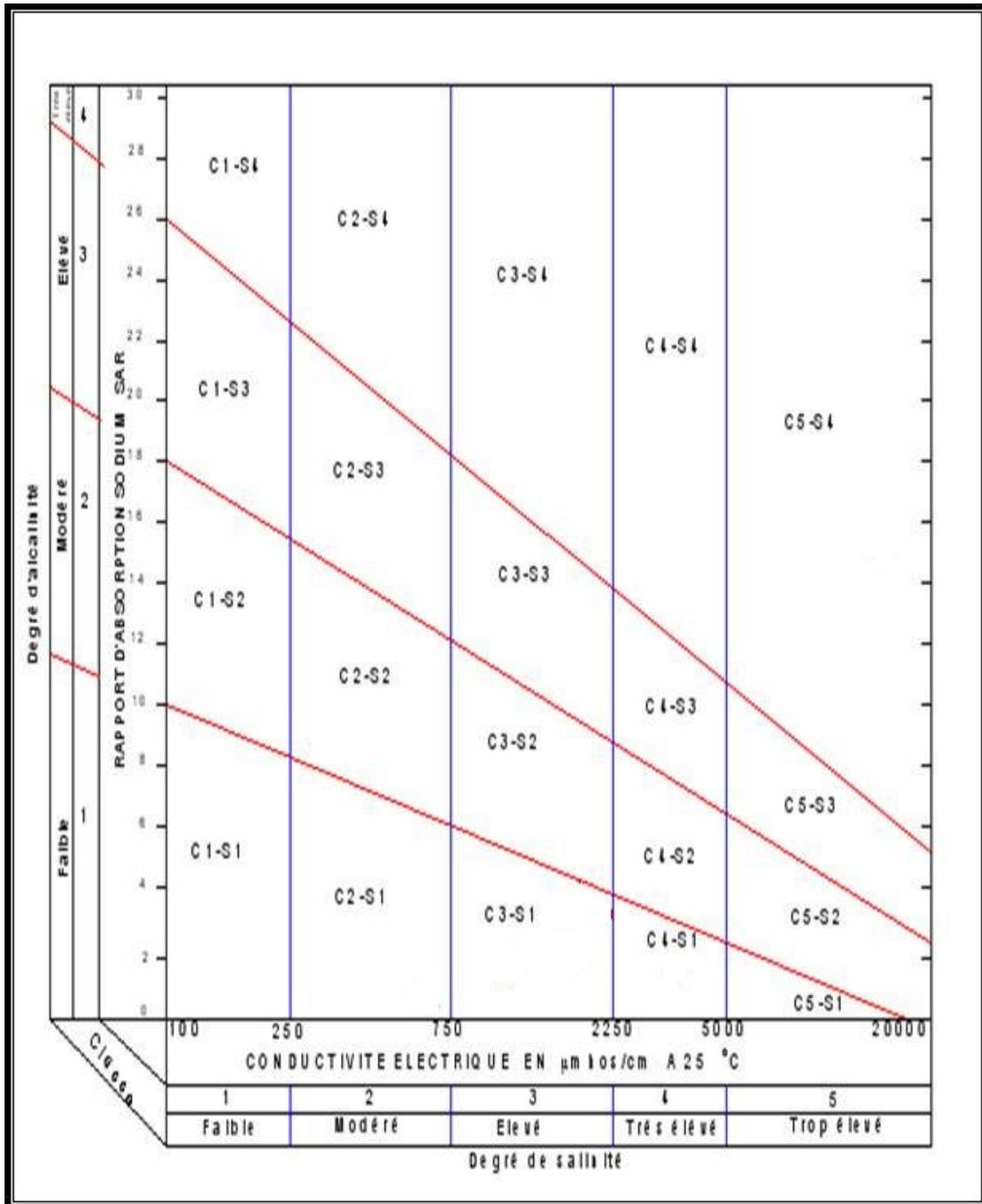


Diagramme de classification des eaux d'irrigation