

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE**

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

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

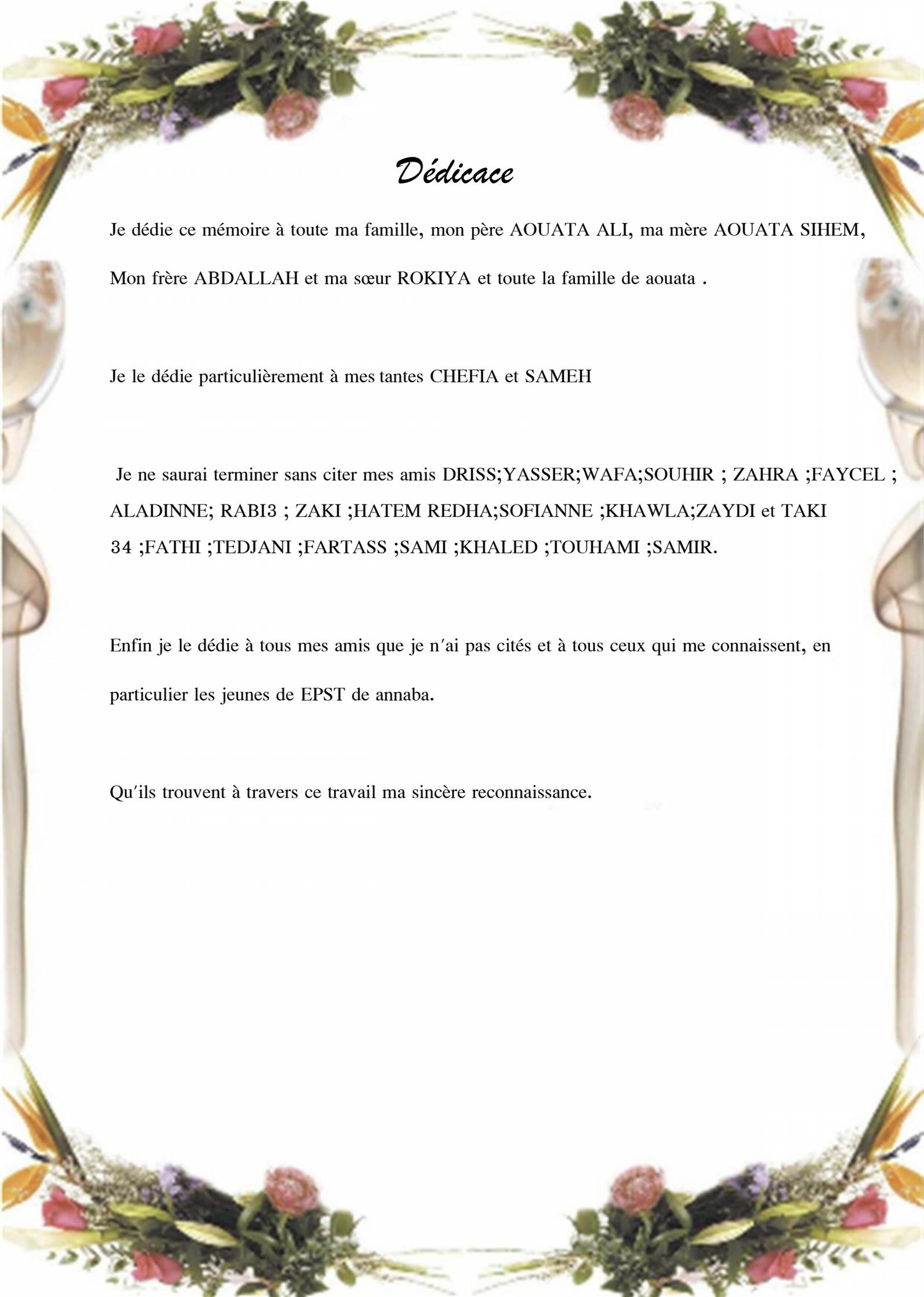
**ETUDE DE PERMETTRE D'IRRIGATION D'AIN  
KERCHA PARTIE OUEST WILAYA  
D'OUM BOUAGHI**

**PRESENTE PAR :  
AOUATA IBRAHIM**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.B	Président
Mme AZIEZ WAHIBA	M.A.A	Examinatrice
M YAHIAOUI SAMIR	M.A.B	Examineur
M KERID RACHID	M.A.A	Examineur
M TARIK BENKACI	M.A.A	Promoteur

**22 - Septembre - 2014**



## *Dédicace*

Je dédie ce mémoire à toute ma famille, mon père AOUATA ALI, ma mère AOUATA SIHEM,  
Mon frère ABDALLAH et ma sœur ROKIYA et toute la famille de aouata .

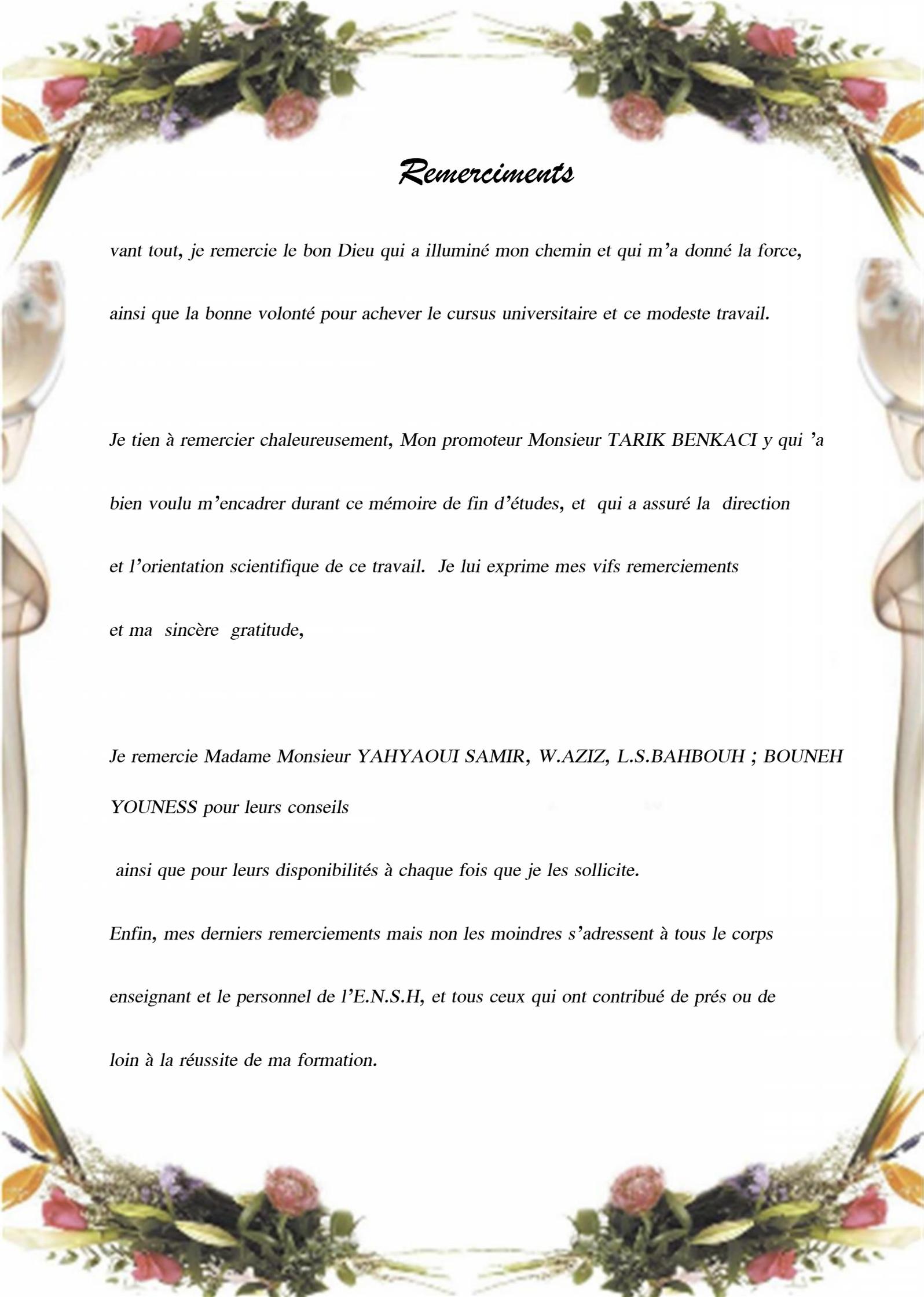
Je le dédie particulièrement à mes tantes CHEFIA et SAMEH

Je ne saurai terminer sans citer mes amis DRISS;YASSER;WAFI;SOUIR ; ZAHRA ;FAYCEL ;  
ALADINNE; RABI3 ; ZAKI ;HATEM REDHA;SOFIANNE ;KHAWLA;ZAYDI et TAKI  
34 ;FATHI ;TEDJANI ;FARTASS ;SAMI ;KHALED ;TOUHAMI ;SAMIR.

Enfin je le dédie à tous mes amis que je n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent, en  
particulier les jeunes de EPST de annaba.

Qu'ils trouvent à travers ce travail ma sincère reconnaissance.





## *Remerciements*

*avant tout, je remercie le bon Dieu qui a illuminé mon chemin et qui m'a donné la force, ainsi que la bonne volonté pour achever le cursus universitaire et ce modeste travail.*

*Je tien à remercier chaleureusement, Mon promoteur Monsieur TARIK BENKACI y qui 'a bien voulu m'encadrer durant ce mémoire de fin d'études, et qui a assuré la direction et l'orientation scientifique de ce travail. Je lui exprime mes vifs remerciements et ma sincère gratitude,*

*Je remercie Madame Monsieur YAHYAOUI SAMIR, W.AZIZ, L.S.BAHBOUH ; BOUNEH YOUNESS pour leurs conseils*

*ainsi que pour leurs disponibilités à chaque fois que je les sollicite.*

*Enfin, mes derniers remerciements mais non les moindres s'adressent à tous le corps enseignant et le personnel de l'E.N.S.H, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ma formation.*



## ملخص

لقد قمنا في هذا العمل بدراسة عامة حول منطقة عين كرشة , ولاية ام البواقي التي سننجز فيها مشروعنا .

هذا العمل يندرج في اطار دراسة و متابعة استغلال مساحة مسقية , تقع ببلدية عين كرشة , ولاية ام البواقي , و هذا باستعمال تقنية التقطير و ذلك لخصائص التربة و المناخ الذي نجده في هذه المنطقة و للتقليل من نسبة ضياع المياه سواء بالتبخر او التسرب في التربة .

و في الاخير اقترحنا استعمال هذه التقنية الحديثة في الري من اجل الوصول الى استغلال نسبة اكبر من الاراضي وبنفس كمية المياه .

## Résumé

A travers ce mémoire nous avons effectué une étude d'un périmètre dans la région de Ain Kercha wilaya d'Oum el Bouaghi.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation sur une parcelle située au secteur Ouest de la commune d'Ain KERCHA wilaya d'Oum el Bouaghi ; ce qui implique l'introduction de nouvelles technique d'irrigation à savoir l'utilisation du système de goutte à goutte, afin de maîtriser la quantité d'eau à utiliser en irrigation et limiter ainsi le taux de pertes soit par évaporation on par percolation.

Enfin, nous conseillons les agriculteurs d'utiliser cette nouvelle technique d'irrigation afin d'optimiser les parcelles d'irrigation et d'augmenter les rendements des cultures en régions arides.

## Abstract

A through this work, we will make a general study on the area of Ain KERCHA city (w-OUM EL BOUAGHI); where we carries out our project.

Thus; the main goal consists in projecting a network of irrigation a piece located at the sector of Ain KERCHA in Oum El Bouaghi city, in North-East of Algeria. In this zones where precipitations is insufficient and irregular what implies the introduction of new techniques of irrigation of drop by drop to control the quantity of water to be used in the irrigation and thus limit the rate of loss by evaporation as well as percolation. In the end, we advise farmers to use this new method of irrigation in order to achieve a maximum exploitation of agricultural areas and increasing yields of crops, in particular in arid zone like Oum El Bouaghi city.

# SOMMAIRE

SOMMAIRE	PAGE
Introduction générale .....	1

## CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction .....	2
I-1 Situation administrative de la wilaya d'Oum el Bouaghi .....	2
I-2 Localisation et présentation de la région d'étude.....	3
1-Situation géographique .....	3
I-2-1 Choix du périmètre du point de vue pédologique .....	3
I-2-2 Relief.....	4
I-2-3 Hydrographie.....	4
I.2.4 Geologie .....	5
I-2-5 Etude socio-économique de la zone d'étude.....	5
I-3 Etude climatologique.....	6
I-3-1 Présentation de la station météorologique .....	6
I-3-2 Température.....	6
I-3-3 Humidité relative de l'air .....	7
I-3-4 Les précipitations (pluviométrie) .....	8
I-3-5 Le vent.....	10
I-3-6 Insolation .....	11
I-3-7 Evaporation.....	11
I-3-8 Les gelées .....	11
I.4 Indices agro-météorologiques .....	11
I.4.1 Indice d'aridité de de Martonne (1926) .....	12
I.4.2 Quotient pluviothermique d'emberger (1955) .....	12
I.4.2 Climagramme de Bagnouls et Gausсен .....	13
Conclusion .....	15

## CHAPITRE II ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE INTRODUCTION

II.1 Introduction .....	16
II.2) Les types de sols .....	16
II.2.1) Les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux .....	16
II.2.2) - Les sols calcimagnésiques carbonates bruns calcaires à encroulements .....	17

## SOMMAIRE

II.2.3) Les sols minéraux bruts d'origine non climatique ou d'apport alluvial modaux .....	17
II.3) Analyse texturale du sol .....	18
II.4 Etude des aptitudes culturales .....	18
II.4.1) Les différentes classes d'aptitude des sols a l'irrigation et au drainage .....	19
Conclusion.....	25

### CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU

III-1 Ressources en eaux disponibles .....	26
III-2 Alimentation en ressources en eau du périmètre .....	26
III-2.1 Description du barrage de Beni Haroun .....	26
III-2-1Caracteristiques du barrage de Beni Haroun .....	28
III-2-2 Barrage de Koudiet Medouar .....	28
III-2-2.1 Caractéristiques principales du barrage de Koudiet Medouar .....	28
III-2-3 Station de pompage de Ain Kercha .....	28
III.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation .....	29
III.3.1Analyses physico-chimiques de l'eau du barrage .....	29
III.3.2 Les limites admissibles .....	29
A-la Conductivité électrique .....	29
B) Le sar (sodium absorption ration) : .....	30
III.3.3 Température de l'eau .....	31
III-3-4 Le ph .....	32
III-3-5 Autres ions .....	32
III.5 Etude hydrologique .....	33
III.6-Choix de l'échantillon a analyser .....	33
III.7- Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	35
III.8- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement .....	36
III.8.1-Ajustement des pluies annuelles a la loi de gauss ou loi normale .....	36
III.9.1.1-Test de validité de l'ajustement à la loi choisie .....	39
III.9.2- Ajustement des pluies annuelles a la loi du log-normale (loi de Galton) .....	41
III.9.2.1-Test de validité de l'ajustement à la loi de Galton .....	43
III.10- Détermination de l'année de calcul .....	43
Conclusion .....	46

# SOMMAIRE

## CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

Introduction .....	47
IV.1) Calcul de l'évapotranspiration .....	47
IV.1.2) L'évapotranspiration potentielle de référence (eto) .....	47
IV.1.3) Les coefficients culturaux (kc) .....	49
IV.2) La réserve facilement utilisable (Rfu) .....	50
IV.2.1) Les profondeurs d'enracinement .....	51
IV.2.2) Cycle végétatif des cultures .....	52
IV.2.3) Les pourcentages proposes aux différentes cultures.....	53
IV.3) Le bilan hydrique .....	55
IV.3.1) Calcul de la pluie efficace .....	55
Iv.3.2) - Calcul des débits spécifiques .....	56
IV.3.3) Détermination les besoin en eaux des cultures .....	57
IV.3.4-Debit caractéristique .....	62
IV.3.5-Estimation des volumes d'eau d'irrigation .....	62
Conclusion .....	63

## CHAPITRE V : ETUDE DU SYSTEME D'ADDUCTION

Introduction .....	64
V.2- Schéma d'aménagement .....	64
V.2-1- Présentation des variantes .....	64
V.3- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation .....	65
V.4 -Calcul des débits des ilots .....	65
V.5-Choix du type de borne .....	67
V.5.1-Choix de diamètre de la borne .....	67
V.5.2-Debit aux bornes .....	68
V.6-Pression demandée aux bornes d'irrigation .....	70
V.7-Calcul hydraulique des canalisations .....	70
V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution ....	70
V.7.1.1 Choix du type de matériau .....	70
V.7.1.2- Calcul des diamètres .....	71
Conclusion .....	80

# SOMMAIRE

## CHAPITRE VI : ETUDE DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

VI. Introduction .....	81
VI.1 L'irrigation de surface .....	81
VI.1.2. L'irrigation par ruissellement .....	81
VI.1.2.1) L'irrigation par submersion .....	81
VI.2 L'irrigation par surpression .....	82
VI.2.1) L'irrigation par aspersion .....	82
VI.2.2) L'irrigation localisée (goutte a goutte) .....	82
VI.2.3 Composition d'une installation goutte a' goutte .....	82
VI.3) Choix de la technique d'arrosage .....	84
Conclusion .....	89

## CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

### GOUTTE A GOUTTE

Introduction .....	90
VII.1.Donnees générales .....	90
VII.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée .....	91
VII.2.1.Influence du taux de couverture du sol .....	91
A) pour L'olivier .....	91
A.1.Dose nette pratique .....	91
A.2Calcul de la dose brute .....	92
A.3.Frequence des arrosages .....	92
A.4.Duree d'arrosage par mois .....	93
A.5.Duree d'arrosage journalier .....	93
A.6.Nombre de poste .....	93
A.7.Surface de la parcelle .....	93
A.8.Calcul hydraulique .....	94
A.8.1.Condition hydraulique .....	94
A.8.2.Le débit .....	94
A.8.1.1.Le nombre d'arbres par rampe .....	95
A.8.1.2.Nombre de goutteurs par rampe .....	95
A.8.1.3.Le nombre de rampes .....	95
A.8.1.4.Débit de la rampe .....	95

## SOMMAIRE

A.8.1.5.Debit de la porte rampe .....	95
A.8.1.6.Debit de la conduite secondaire .....	95
A.9.Dimensionnement des différentes parties du réseau .....	95
A.10.Verification des pertes de charges .....	95
A.11.Calcul de diamètre de la rampe .....	96
A.12.Calcul de diamètre de la porte rampe .....	96
A.13.Calcul des diamètres de la conduite secondaire .....	96
A.13.1.Calcul de diamètre de conduites secondaires.....	96
A.14.Calcul du diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne .....	96
A.15.La pression d'eau a la borne de distribution .....	97
VII.2. Tableau de tous les résultats .....	98
Conclusion .....	101

## CHAPITRE VIII CALCUL TECHNICO-ECONOMIQUE

Introduction .....	102
VIII.1. Devis de réseau d'irrigation localisée .....	102
VIII.2.Factures pro-forma de station de pompage, conduite principale et réservoir. 103	
VIII.2.1.Calcul du volume de terrassement .....	103
VIII.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée .....	103
VIII.2.1.b.Profondeur de la tranchée .....	103
VIII.2.2 La conduite principale .....	104
VIII.2.2.a. Calcul du volume de déblai .....	104
VIII.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable .....	105
VIII.2.2.c. Calcul du volume de remblai .....	105
VIII.2.3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir .....	105
VIII.2.4.Devis estimatif total .....	105
Conclusion .....	106
Bibliographie	
Annexes	

### Chapitre I

Tableau I.1 : Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghie .....	2
Tableau I.2 : Caractéristiques de la station météorologique .....	6
Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude .....	6
Tableau I.4 : l'humidité relative de l'air sur une période (1991- 2006) .....	7
Tableau I. 5: Pluies mensuelles de la zone d'étude .....	9
Tableau I.6 –Fréquence moyenne interannuelle des vents par directions .....	10
Tableau I.7- Vitesse moyenne mensuelle du vent .....	10
Tableau I.8– Nombre de jours moyen mensuel de siroco .....	11
Tableau I.9– Durée moyenne mensuelle de l'insolation .....	11
Tableau I.10 Valeurs mensuelles d'évaporation .....	11
Tableau I.11 : Classification du climat selon De Martonne .....	12
Tableau I.12 : Diagramme Embrothermique de Gaussen .....	13

### Chapitre II

Tableau II.1 Valeurs typiques des paramètres hydrodynamiques selon Carsel et Parrish..	18
Tableau II.2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude .....	19
Tableau II.3 : Les espèces culturales .....	23
Tableau II. 4 : Degré d'aptitude culturale .....	24

### Chapitre III

Tableau III-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique .....	29
Tableau III-2: Classification des eaux en fonction du S.A.RV .....	30
Tableau III-3 : Les caractéristiques de l'eau de barrage Koudiet Medouar .....	32
Tableau III-4: Les caractéristiques de La station d'Oum El Bouaghi .....	33
Tableau III-5: Précipitations moyennes mensuelles en (mm) (1980-2004) .....	34
Tableau III-6: Le procédé de test d'homogénéité pour la station d'Oum El Bouaghi .....	36
Tableau III-7: Ajustement à la loi de Gauss .....	38
Tableau III-8: table du $\chi^2$ .....	40
Tableau III-9: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale .....	42
Tableau III-10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul .....	43

**Chapitre IV**

Tableau IV .1 : Calcul de l'ET0 .....	48
Tableau IV .2–Coefficients cultureux .....	49
Tableau IV. 3 Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures .....	50
Tableau IV. 4 : Cycle végétatif des cultures .....	51
Tableau IV .5: Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés .....	52
Tableau IV .6 Les précipitations efficaces dans les zones de projet .....	55
Tableau IV .7 Besoin en eaux des cultures .....	56
Tableau IV .8 volumes d'eau d'irrigation .....	61

**Chapitre V**

Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque ilot .....	65
Tableau V.2 : Choix du diamètre de la borne .....	67
Tableau V.3 : débit au niveau des bornes et des prises .....	67
Tableau V.4 : Calcul des diamètres des tronçons .....	70
Tableau V.5: Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression) .....	75
Tableau V.6 : Les résultats de calculs (les débits, les vitesses et les pertes de charge)....	76
Tableau V. 1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	85

**Chapitre VII**

Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe .....	95
Tableau VII.2 Caractéristique de la conduite du porte- rampe .....	95
Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire .....	96
Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche .....	96
Tableau VII.6 tous les résultats de dimensionnement .....	98

**Chapitre VIII**

Tableau VIII.1. Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation .....	101
Tableau VIII.2: calcul du volume de déblai .....	103
Tableau VIII.3.calcul du volume de sable .....	103
Tableau VIII.4 .Calcul du volume de remblai .....	104
Tableau VIII.5.Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir ...	104

Liste des figures	PAGE
<b>Chapitre I</b>	
Figure I.1 Situation administrative de la willaya d'Oum el Bouaghie .....	3
Figure I.2 : Plan de situation du périmètre d'Ain Kercha (Carte Google) .....	4
Figure I.3: Variation de la température sur un période de 15 ans(Station Oum El Bouaghie) ...	7
Figure I.4 : Evolution de l'humidité moyenne (Oum El Bouaghi) .....	8
Figure I.5 : Précipitation moyenne mensuelles (1991-2006) .....	10
Figure I.6 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen .....	13
Figure I.7 : Diagramme de Gaussen pour la zone du projet .....	14
<b>Chapitre III</b>	
Figure III-1: Description du transfert Beni Haroun-Koudiet Medouar-Ain Kercha .....	27
Figure III-2:Diagramme de classification des eaux d'irrigation .....	31
Figure III-3: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss .....	38
Figure III-4 Ajustement des pluies annuelles à la loi normale .....	42
<b>Chapitre V</b>	
Figure V-1: Simulation du réseau de distribution de la variante 1 (Epanet) .....	73
Figure V-2: Simulation du réseau de distribution de la variante 2 (Epanet) .....	77
Figure. V.1 : l'irrigation par aspersion .....	81
Figure. V.2 : Système d'irrigation localisée .....	82
Figure V.3:Dilueur d'engrais .....	83
Figure V. 4:Filtre à gravier .....	83
Figure V.5: Goutteur .....	84
Figure V.6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte .....	86
<b>Chapitre VII</b>	
Figure VII.1 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur .....	97
Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée .....	102

## LISTE DES PLANCHE

---

Planche N°1 : plan de situation de périmètre d'Ain Kercha W.Oum el Bouaghi

Planche N°2 : plan de réseau d'irrigation du périmètre d'Ain Kercha partie ouest W.Oum el  
Bouaghi

Planche N°3 : profil en long de la conduite d'adduction du périmètre d'Ain Kercha W.Oum el  
Bouaghi

Planche N°4 : plan du réseau d'irrigation du périmètre d'Ain Kercha W.Oum el Bouaghi

### INTRODUCTION GENERALE

Les ressources en eau représentent un élément fondamental dans le développement économique d'un pays. Les interférences du secteur de l'hydraulique avec les autres secteurs économiques ont fait de ces ressources un élément préalable pour la concrétisation des objectifs prioritaires pour le développement de l'agriculture.

Dans les pays à pluviométrie insuffisante ou irrégulière, l'eau est le principal facteur limitant de tout développement agricole.

C'est le cas de l'Algérie qui a connu une longue période de sécheresse, qui s'est répercutée par de faibles apports en eau et de rendements agricoles limités.

Pour cela, une gestion judicieuse et une exploitation optimale des ressources en eau sont capitales, comme le sont aussi le développement des techniques modernes qui doivent avoir pour double objectif :

- l'utilisation rationnelle de l'eau.
- un apport moindre en capitaux et en équipements.

A ce propos, la micro irrigation répond à cette double exigence moyennant une gestion précise de l'eau et la prise en considération de sa qualité.

Les qualités que présente cette technique d'irrigation ont encouragé plusieurs agriculteurs à l'utiliser, dans plusieurs pays semi-arides et dans différents types de cultures.

L'objet de cette mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Ain Kercha secteur Ouest situé dans la wilaya de Oum El Bouaghi, qui est caractérisée par une agriculture extensive à cause de la limitation des ressources en eau et des systèmes d'irrigation classiques (système gravitaire), afin d'optimiser la ressource en eau et bien sûr d'assurer les besoins en eau des cultures mises en place. Pour assurer les besoins en eau du périmètre, on propose que la zone d'étude soit alimentée à partir du transfert du barrage de Beni Haroun vers barrage de Koudiet Medouar.

**CHAPITRE I :**

**PRESENTATION DE LA**

**ZONE D'ETUDE**

## CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

### I-1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les paramètres climatiques ainsi que les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur en irrigation.

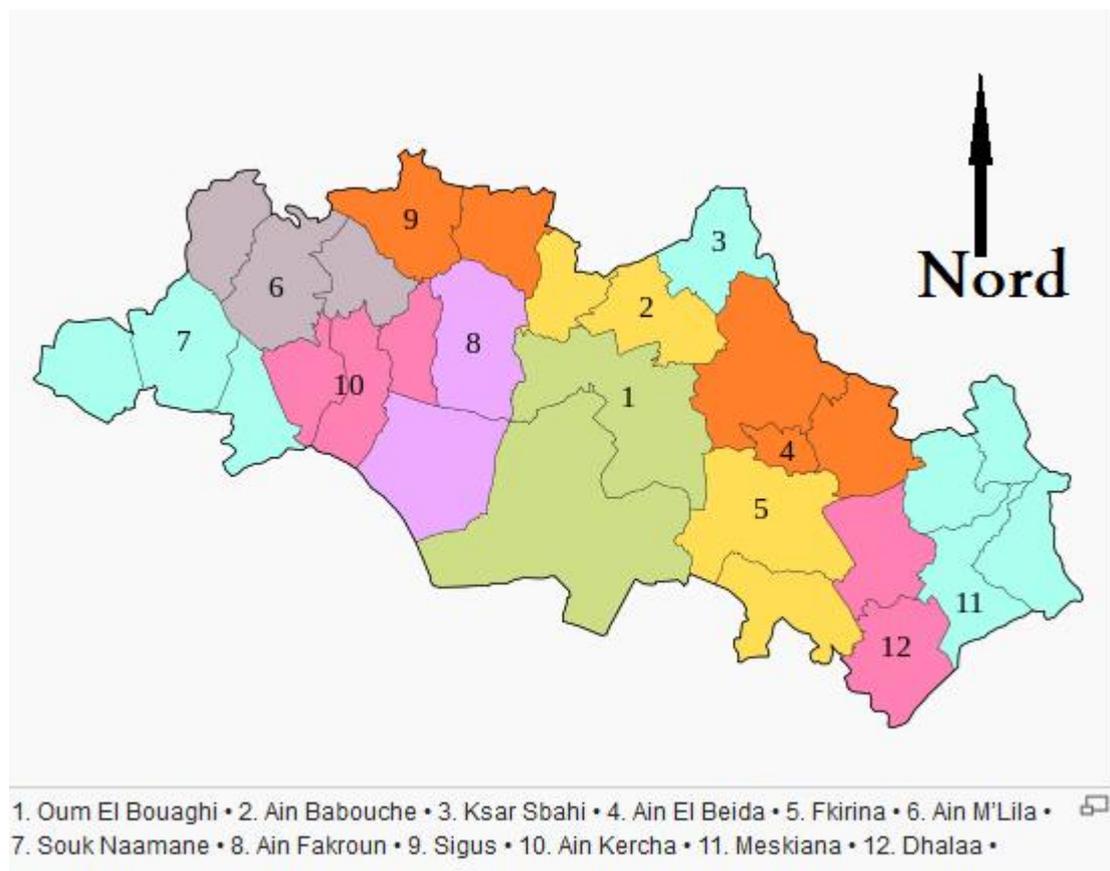
La zone d'étude concerne le périmètre d'Ain Kercha, qui est situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

### I-1 Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi

La wilaya d'Oum El Bouaghi est constituée administrativement de 12 daïras et de 29 communes. Elle s'étend sur une superficie de 6.187,56 Km<sup>2</sup>, elle abrite, une population estimée à 621608 habitants, fortement concentrée (70%) au niveau de 07 communes. Elle se singularise au sein de la Région des hauts plateaux de l'Est Algérien par sa vocation agro-pastorale

**Tableau I.1 : Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi**

Daïra	Nombre de communes	Communes	Superficie	Population
			(km <sup>2</sup> )	(hab.)
Oum El Bouaghi	2	Oum el Bouaghi • Aïn Zitoun	1 156	86 307
Ain Babouche	2	Aïn Babouche • Aïn Diss	322	18 896
Ksar Sbahi	1	Ksar Sbahi	177	11 833
Ain El Beida	3	Aïn Béïda • Zorg • Berriche •	596,73	138 552
Fkirina	2	Fkirina • Oued Nini	540	17 437
Ain M'lila	3	Aïn M'lila • Ouled Gacem • Ouled Hamla	532	108 654
Souk Naamane	3	Souk Naamane • Bir Chouhada • Ouled Zouaï	534	38 168
Ain Fakroun	2	Ain Fakroun • El Fedjouz Boughrara Saoudi	575	59 451
Sigus	2	Sigus • El Amiria	372	28 014
Ain Kercha	3	Aïn Kercha • El Harmilia • Hanchir Toumghani	402	63 572
Meskiana	4	Meskiana • Behir Chergui • El Belala • Rahia	640	35 407
Dhalaa	2	Dhalâa • El Djazia	401	15 317



**Figure I.1 Situation administrative de la wilaya d'Oum el Bouaghi**

## I-2 Localisation et présentation de la région d'étude

### *1-Situation géographique*

La plaine d'Ain Kercha, objet de l'étude, chevauche, administrativement sur les territoires de la wilaya d'Oum El Bouaghi. La zone d'étude est limitée par :

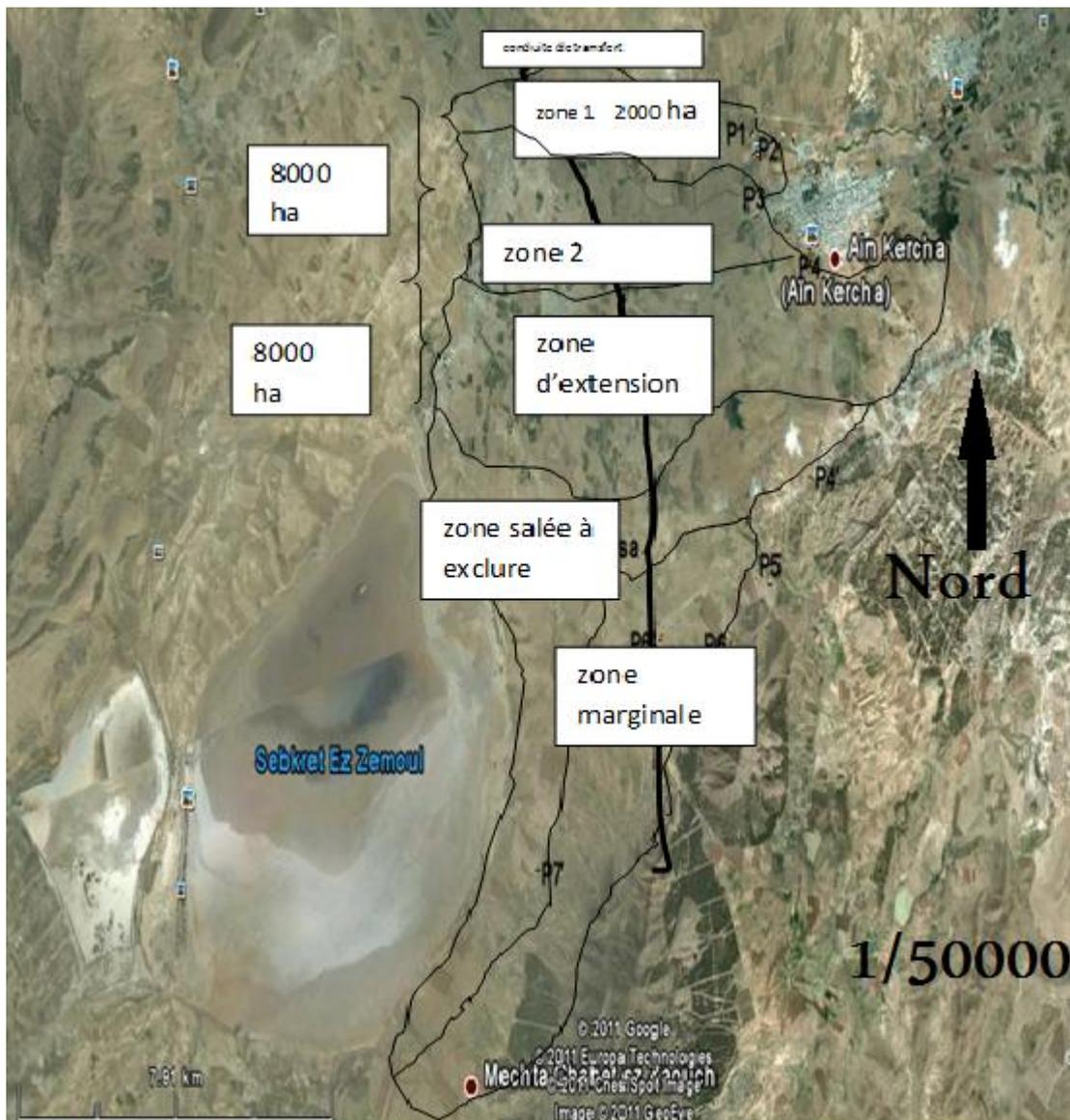
- Au Nord : RN 100
- Au Sud : Djbel hanout sghir et sebkhet Ezemoul
- A l'Est : la commune de Ain Kercha et CW 26.
- A l'Ouest et commune El Harmilia et CW 06.

### **I-2-1 Choix du périmètre du point de vue pédologique**

Le périmètre en question est limité au Nord par la route nationale RN 100 et au Sud par la sebkhat Ezemoul. Sur le plan englobant le périmètre, on peut dégager globalement environ 30.000 ha de superficie agricole totale.

Sur cette superficie, environ 14.000 ha des terres, situées aux abords de la sebkha sont soit exclues pour la mise en valeur, soit classées marginales de par leur faciès salé.

Sur les 16.000 ha restants, la partie située entre El Harmilia et Ain Kercha présente de grandes potentialités agricoles.



**Figure I.2 : Plan de situation du périmètre de Ain Kercha (Carte Google)**

Le périmètre qui intéresse notre étude, est celui de Ain Kercha Secteur Ouest, il est de forme irrégulière, et d'une superficie totale de 414 ha, il est rattaché administrativement à la commune d'El Harmilia et à la commune de Ain Kercha. Il est situé à droite de la RN100 allant de Ain M'Lila vers Ain Kercha et il est traversé par le CW06.

### **I-2-2 Relief**

D'une manière générale le périmètre de Ain Kercha est une plaine, d'une altitude moyenne ne dépassant pas 814 m. La zone d'étude est entourée au Nord par Djebel Bouazouz avec une altitude de 1256 m et au Sud par Djebel Hanout Sghir avec 1194m d'altitude et Djebel Hanout Kebir avec une altitude de 1344 m.

### **I-2-3 Hydrographie**

Le périmètre d'étude est drainé par l'oued Fesguia et ses affluents. Durant son parcours, il reçoit quelques affluents qui coulent dans la zone d'étude

### **I.2.4 Géologie :**

La zone d'étude est cernée par le massif montagneux de Ain Beida, il est constitué de couches massives du Jurassique, de 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, les formations du crétacé supérieur est largement répandues dans notre région. Les formations du quaternaires et du néogène sont moins développés.

### **I-2-5 Etude socio-économique de la zone d'étude**

En matière d'emploi, la wilaya d'Oum El Bouaghi compte une population active de 198.813 personnes, le taux d'occupation atteint 82,67, le taux de chômage a sensiblement régressé entre 2000 et 2006 ; il est passé de 39% en 2000 à 25,62% en 2004, et à 17,33% en 2006.

#### **- L'Agriculture :**

L'agriculture constitue la principale activité de la wilaya. La superficie agricole totale est estimée à 516.285 ha, alors que la SAU est évaluée à 361.688 ha. Cette activité est prédominée par la céréaliculture et l'élevage ovin (504 .258 de race ovine Ouled Djellal).

La mise en œuvre du PNDAR a permis la diversification et la rentabilité des activités agricoles par la mise à niveau des exploitations. Environ 6,60 milliards de DA ont été mobilisés à cette fin. Dans le cadre du PCSC (hauts plateaux), le développement rural a bénéficié d'une enveloppe globale de 1,33 milliards de DA.

Au niveau de l'état d'exécution du programme de soutien au renouveau rural (PSRR), 16 PPDRI pilotes couvrant 15 communes, ont été élaborés pour un montant global de 5,4 milliards DA; ces projets touchent 66. 189 ruraux soit 38% de la population rurale.

L'agriculture au niveau de cette commune est basée sur l'association céréale/élevage.

- La Céréaliculture en sec, en alternance avec la jachère est le système de culture le plus répandu. La commune renferme un bon potentiel favorable aux cultures associées en sec (Céréales et fourrage) et des aptes à l'irrigation.

Les principales contraintes au développement agricole sont :

- Aux climats (pluviométrie faible et difficilement mobilisation).
- Au non-respect par les agricultures de l'itinéraire technique.
- Aux faibles moyennes de production (équipements).

En ce qui concerne les ressources hydrauliques Les ressources mobilisées proviennent essentiellement des nappes aquifères avec un volume de 92,43 millions M3/an. En l'absence de bilans hydrogéologiques, les potentialités des nappes souterraines restent encore méconnues.

### **I-3 Etude climatologique**

L'étude climatologique se base sur l'observation et l'estimation de nombreuses variables représentatives du climat à long terme. L'étude climatologique préalable et représentative de la zone d'étude est fondamentale, vu son rôle prépondérant dans les projets d'irrigation.

En effet, le climat est un facteur essentiel qui conditionne le système des cultures ainsi que les besoins en eau d'irrigation.

Pour l'étude des facteurs climatiques, on se base sur les stations climatologiques les plus proches du périmètre, pour avoir une bonne précision des paramètres climatiques. Cependant, on doit noter que malheureusement peu de stations existent autour du périmètre.

Nous nous sommes basés donc sur la station météorologique d'Oum El Bouaghi, qui est la plus proche et dont les données sont les plus complètes. Les caractéristiques de cette station sont :

#### **I-3-1 Présentation de la station météorologique :**

**Tableau I.2 : Caractéristiques de la station météorologique**

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

### I-3-2 Température

La température de l'air est un facteur important dans la détermination du climat, il intervient d'une manière directe en agriculture puisqu'il conditionne l'évaporation et le cycle végétatif des cultures.

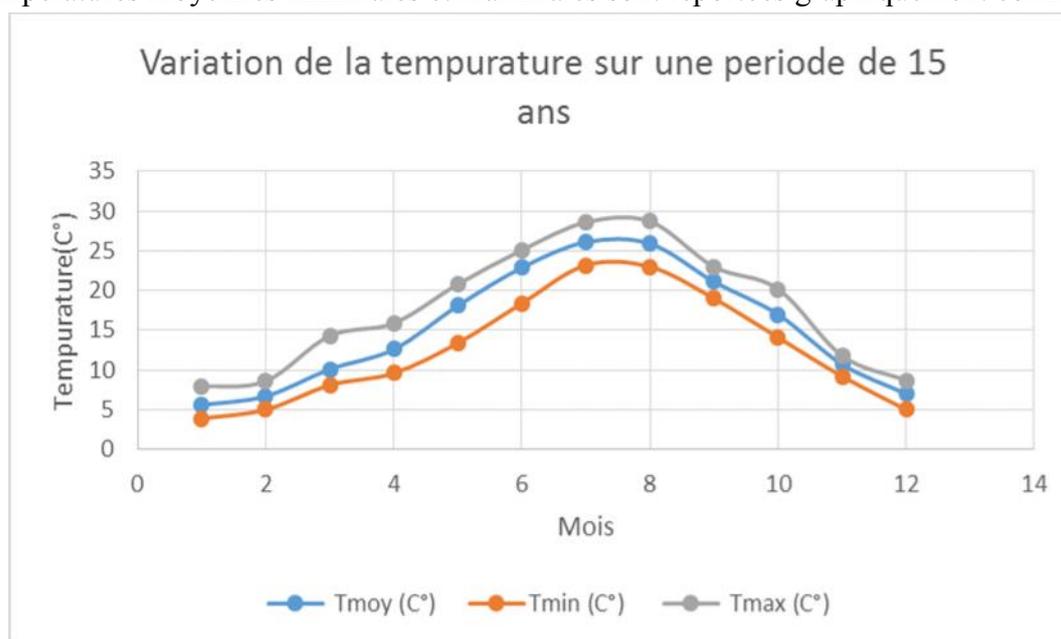
Pour l'estimation des températures, nous avons considéré les relevés des moyennes mensuelles des températures sur une période de 15 ans (1991- 2006) à la station d'Oum El Bouaghi sont portés dans le tableau suivant :

**Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles de la zone d'étude**

Température/Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct.	Nov.	Dec	Année
Tmoy (C°)	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17	10,7	7	15,3
Tmin (C°)	3,9	5	8,1	9,6	13,4	18,4	23,2	23	19	14,1	9,2	5	13,4
Tmax (C°)	7,9	8,6	14,3	15,9	20,8	25,1	28,6	28,7	23	20,2	11,8	8,7	16,4

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

Les températures moyennes minimales et maximales sont reportées graphiquement comme suit :



**Figure I.3 : Variation de la température sur un période de 15 ans (Station Oum El Bouaghi)**

#### Interprétation :

Il ressort du tableau précédent que :

- La température mensuelle minimale est celle du mois de Janvier, elle est de 5.6 C°.
- La température mensuelle Maximale est celle du mois de Juillet, elle est de 26.1 C°.
- La température moyenne annuelle est égale à 15.3°

### I-3-3 Humidité relative de l'air :

C'est une donnée climatique qui mesure le degré hygrométrique de l'air, cette donnée intervient dans l'estimation de l'évaporation et dans les considérations agronomiques. L'hygromètre ou psychromètre, indique l'humidité de l'air, tandis que l'hygrographe enregistre les variations du taux d'humidité.

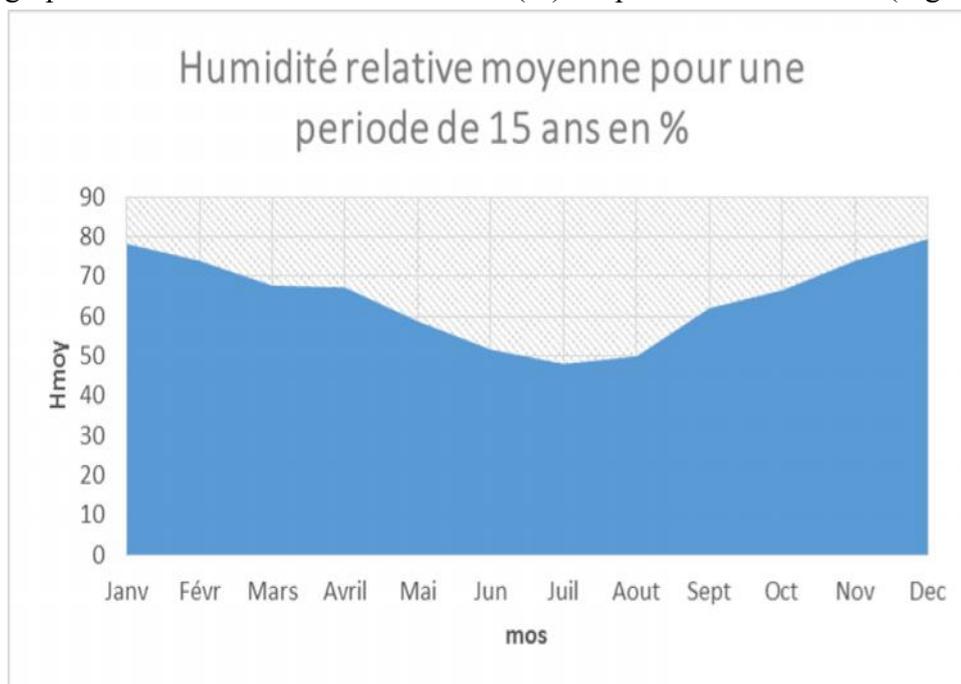
Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période (1991- 2006) de la station d'Oum El Bouaghi sont :

**Tableau I.4 : l'humidité relative de l'air sur une période (1991- 2006)**

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
H. relative (%)	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 de la station d'Oum El Bouaghi (1991- 2006)

Le graphe de variation d'humidité relative (%) est présenté comme suit (Fig. I.3) :



**Figure I.4 : Evolution de l'humidité relative moyenne pour une période de 15 ans en % (Station Oum El Bouaghi)**

#### Interprétation :

Le mois le plus sec de l'année est le mois de Juillet avec une 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-3-4 Les précipitations (Pluviométrie)

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition dans le temps de la zone de Ain Kercha sont primordiales, puisqu'elle nous permet de connaître le régime pluviométrique, ce qui conditionne le dimensionnement des réseaux d'irrigation et le pilotage des arrosages.

Pour l'exploitation des données de pluie, nous nous sommes référés à la Station Ksar Sbahi (Oum El Bouaghi), qui dispose d'un pluviomètre et d'un pluviographe.

Certaines années de calcul comportent des lacunes, dans ce cas, nous avons pris en considération un échantillon de données qui va de l'année 1980 jusqu'à 2004.

Les précipitations mensuelles moyennes (mm) sont données dans le tableau suivant:

**Tableau I. 5: Pluies mensuelles de la zone d'étude**

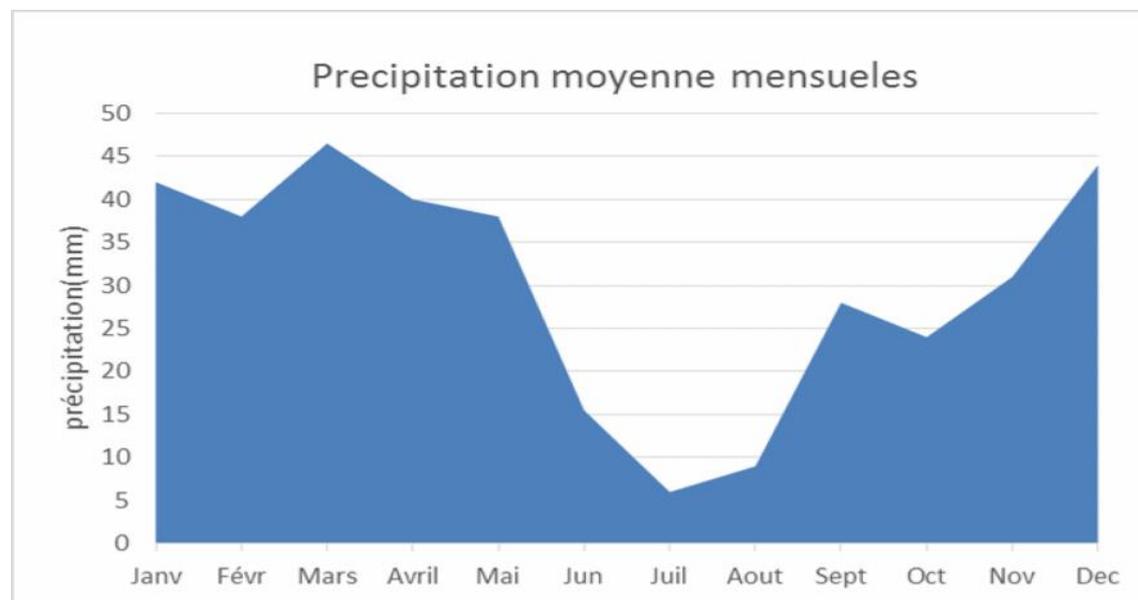
Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
1980	12.8	66.4	49.9	45.4	54.4	10.9	1.8	1.1	7.2	46.9	17.8	14	473.7
1981	23.7	55.2	56.9	44.7	72.1	10	3	6	9	15.9	22.5	73.5	344.1
1982	16.4	30.8	9.9	3.8	47.5	8	0	20.6	3.2	11.8	9.4	53.5	266.3
1983	25	27	15	24.5	6.9	1.3	2.5	5	29.3	24.7	5.6	18.8	383.5
1984	47.4	100	30.2	14.1	2	63.9	1	8	92.7	25.7	13.7	11.6	558
1985	0	101	53.3	25.9	54.5	27.6	1.5	4	20.5	0	4.2	14.8	335
1986	40	4	8	32	26	8	5	6	99	51	18	51	471.3
1987	14	18	33	64	61	5	1	3	57	16	64	22	238.1
1988	60	8	39	17	4	7	4	6	73	11	6	64	260.3
1989	7	0	18	10	95	31	0	5	3	22	7	30	295.3
1990	57	10.4	44	20.8	44.4	0	0	2	5	7	35.7	8.8	467.2
1991	9.9	19	15.7	31.8	12.1	11.8	2	7	48.7	5	98.2	53.7	469.1
1992	151.9	34	37	103.6	21.2	3	4	1	22.9	60.5	16.8	82.9	373.8
1993	31.5	8.7	51	21	126.9	87	0	5	14.7	11.9	138.3	138.7	281.6
1994	25.2	37	44	25.3	2.2	19.5	11.2	11	33.4	5.4	13.9	38.1	411.3
1995	74.6	51	16	57.1	88.5	6.4	13.2	8	19.9	29.1	11.3	89.7	525.9
1996	17.4	15	13	15	17.4	4	7	4	1.3	17.4	15	44	196.8
1997	49	49	70	49	49	7	57	7	36	49	29	14	419.7
1998	110	97	110	97	110	4	3	10	27.6	44	97	33	191.8
1999	100	50	90	50	100	5	12	20.8	38	33	50	51	476.2
2000	7	44	44	44	7	3	3	31.8	8	7	23	25	242.9
2001	14	14	60	14	14	11	5	12	7	14	14	14	306.8
2002	33	12	33	12	33	19	8	6	12	33	12	33	269.4
2003	51	31	51	31	51	2	2	9	11	15	13	51	254.7
2004	30	30	80	30	30	8	6	3	13	30	30	30	476
moyenne	42	38	46.5	40	38	15.5	6	9	28	24	31	44	362

Source : Station Ksar Sbahi Oum El Bouaghi (1980-2004)

**Interprétation :**

La pluviométrie n'est pas régulière, et varie suivant les mois et les années. D'après le tableau et le graphe on remarque la moyenne annuelle des précipitations est de 362 mm sur une série de 25ans (1980-2004).

Le graphe de variation des précipitations (mm) est présenté comme suit :



**Figure I.5 : Précipitation moyenne mensuelles (1991-2006)**

**I-3-5 Le Vent**

Le vent constitue un facteur climatique exerçant une grande influence sur les cultures, transportant des masses d'air humides, protégeant les cultures des forces d'évapotranspirations de direction Nord à Nord ouest. En cas d'irrigation par aspersion, la présence de vents violents ( $V > 5$  m/s) provoque une mauvaise répartition de la pluie artificielle des asperseurs.

Pour caractériser le régime des vents nous avons dépouillé les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi :

**Fréquence et directions des vents**

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	Calme
Fréquence %	11,7	2,6	2,4	3,1	4,6	8,1	10,2	13,9	43,4

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

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

**b) Vitesse moyenne mensuelle du vent**

Elle est donnée par le tableau suivant :

**Tableau I.7-** Vitesse moyenne mensuelle du vent

Mois	J	F	M	A	M	J	Ju	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 de 1,9 m/s. Les vitesses maximales atteignent 2,4 m/s durant le mois de Décembre.

Pour ce qui est du siroco qui est un vent sec et chaud, il constitue un danger pour les cultures agricoles.

Le nombre de jours 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 11 :

**Tableau I.8–** 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)

**I-3-6 Insolation**

L'insolation est un paramètre climatique qui intervient généralement dans 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.9–** Durée moyenne mensuelle de l'insolation

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
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-3-7 Evaporation**

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

Dans le tableau suivant, on donne les valeurs mensuelles et de l'évaporation sur une période de 14 ans.

**Tableau I.10** Valeurs mensuelles d'évaporation

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
Evaporation	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-3-8 Les gelées :**

Dans la zone considérée, les gelées peuvent avoir lieu durant les mois de Décembre jusqu'au mois de Mars, où le nombre de jours de gelées est de 20 jours.

**I.4 Indices agro-météorologiques**

Ils permettent d'étudier et de classer le climat de la zone en fonction des paramètres climatiques tels que la température de l'air ou de la pluviométrie.

**I.4.1 Indice d'aridité de De Martonne (1926):**

L'indice d'aridité de De Martonne (**IA**) est utilisé pour évaluer la sécheresse, il s'exprime comme suit :

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

Avec P: précipitation annuelle en mm.  $\Rightarrow P = 377.9$

T: température moyenne en (°C).  $\Rightarrow T = 15.3^{\circ}C$

**Tableau I.11** : Classification du climat selon De Martonne

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

D'après la classification de De Martonne, l'indice  $IA = 14.93$ , ce qui implique que le climat est relativement sec, dans ce cas, l'irrigation est par fois utile, la zone du projet est située dans la limite entre la subhumide et le semi aride. Cependant, cet indice est influencé par les

faibles températures hivernales de la région. De ce fait, cette classification doit être vérifiée et complétée par d'autres indices tels que le Quotient d'Emberger.

#### I.4.2 Quotient pluviométrique d'Emberger (1955) :

Le quotient pluviométrique d'Emberger exprime la sécheresse globale d'un climat en faisant la comparaison entre la consommation en eau et l'apport par le rapport P/E.

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

Avec :

P : Moyenne annuelle pluviométrique (mm).

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Kelvin).

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid (Kelvin).

Q : Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

Les calculs donnent :

$$Q = 2000 \frac{377,9}{(26,1 + 273)^2 - (5,6 + 273)^2} = 63,82$$

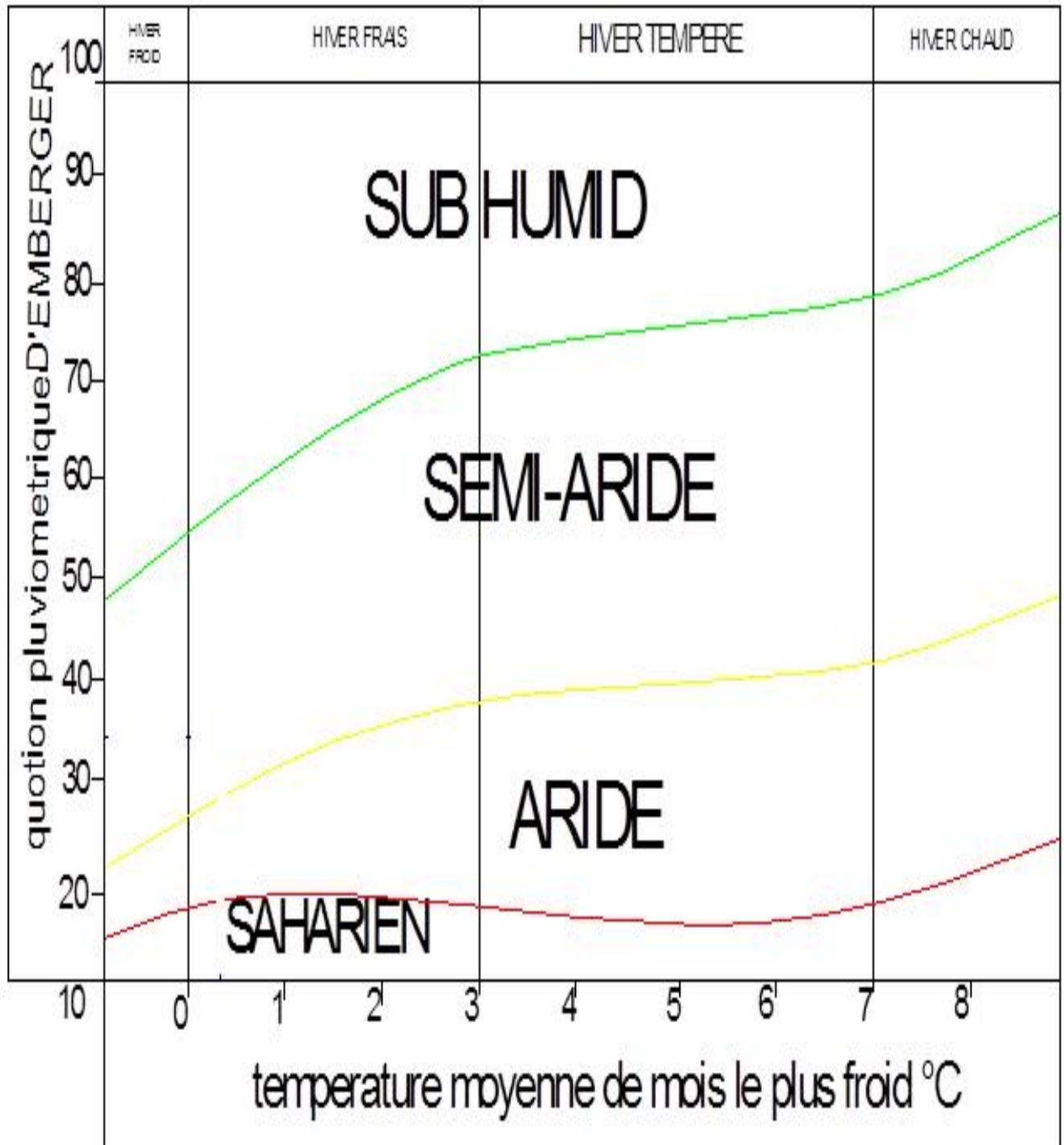


Figure I.6 : Classification du climat selon l'indice de Gaussen

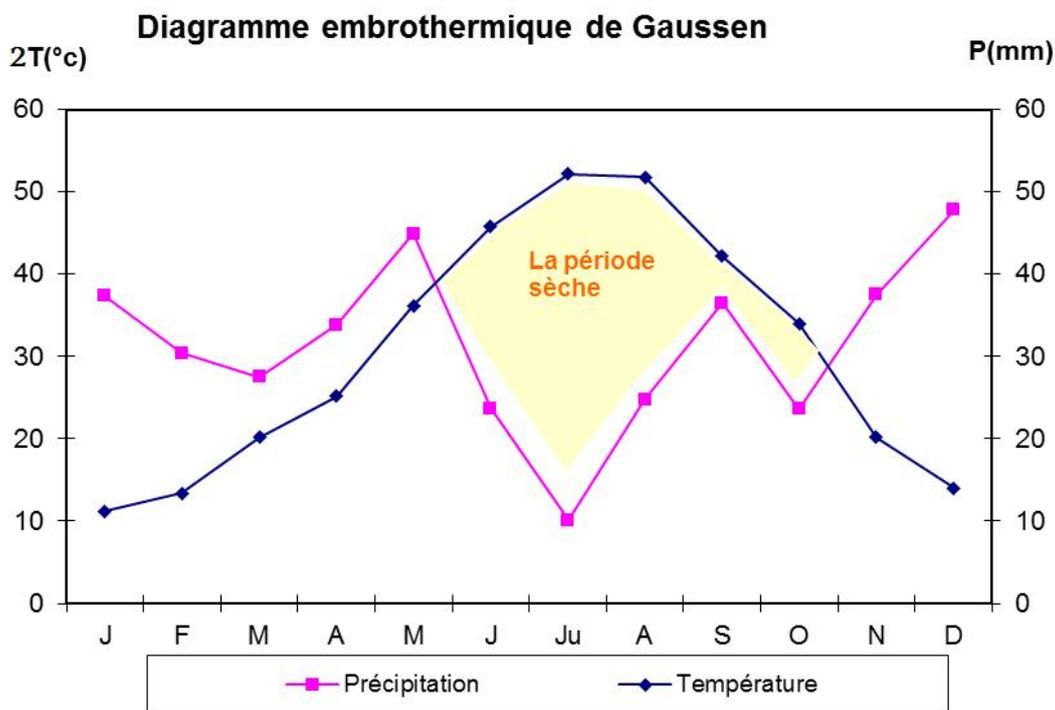
### I.4.2 Climagramme de Bagnouls et Gausсен

Pour connaître la succession de périodes sèches et humides durant l'année, on trace le Climagramme de Gausсен à l'aide des données climatiques.

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonnée les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations. Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse, dans le cas contraire on dit que la période est humide.

**Tableau I.12 : Diagramme Embrothermique de Gausсен**

	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
<b>La moyenne de p (mm) les 10 ans</b>	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
<b>Température moyenne (c°)</b>	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17	10,1	7	5,6
<b>2T</b>	11,2	13,4	20,2	25,2	36,2	45,8	52,2	51,8	42,2	34	20,2	14	11,2



**Figure I.7 : Diagramme de Gausсен pour la zone du projet**

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger, on peut dire que le climat de notre région est situé dans un étage semi-aride.

**Conclusion**

A travers ce chapitre, nous avons dégagé les principales caractéristiques administratives et climatiques de notre région d'étude.

De l'examen des données, il ressort que la région d'étude jouit d'un climat sec avec un régime pluviométrique variable en volume et en répartition dans le temps. L'année est caractérisée par un hiver froid et relativement pluvieux et un été sec.

Vu l'aridité de la zone d'étude, l'irrigation représente donc un facteur décisif pour l'obtention de rendements acceptables des différentes cultures.

**CHAPITRE II**

**ETUDE**

**CLIMATOLOGIE**

## CHAPITRE II ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

### II.1 Introduction

L'étude pédologique est l'une des étapes essentielles pour prendre en compte de la nature, des caractéristiques et des contraintes relevant du sol dans tout aménagement hydro-agricole.

Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations. On peut citer notamment (Bahbouh, 2003) :

- 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 aux agriculteurs.

### II.2) Les types de sols :

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

#### II.2.1) 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 profondeur moyenne 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). Un exemple est donné par le profil suivant :

### **Profil 1.**

Localisation :

x : 06°14.15' E

y : 35°56.1968' N

z : 905 m

Matériau parental : alluvions

Pente : 0-2%

Charge en cailloux : - 1%

Végétation : céréales

Drainage : bon à moyen

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.

### **Interprétation des résultats :**

Les analyses physico-chimiques et texturales du sol de ont mis en évidence les observations suivantes:

- Cette unité pédologique se caractérise par un PH basique et une conductivité acceptable présente une moyenne salinité dans les normes
- Sol riche en matière organique.
- Sol modérément calcaire

### II.2.2) - 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 environ 63.86 ha de notre périmètre. Leur charge en cailloux reste très importante 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.

### II.2.3) Les sols minéraux bruts (d'origine non climatique ou d'apport alluvial modaux)

Ces sols n'occupent qu'une petite surface de 29.50 ha situés au Nord ouest du périmètre. Ils 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.

### II.3) Analyse texturale du sol

L'analyse texturale a été faite sur la base d'échantillons prélevés sur tout le périmètre, et à de profondeurs variables. Les analyses texturales sont résumées comme suit :

Analysez texturale			
Argile (A)	%	34	Test de pression
Limon (L)		35	* Test de lu
Sable (S)		31	bouteille
Texteur moyennement fine argileux limoneux			

D'après le tableau précédent, la texture des sols du périmètre est moyennement fine, les sols sont argileux-limoneux à limoneux-argileux

**Tableau II.1 : Valeurs typiques des paramètres hydrodynamiques selon Carsel et Parrish**

Texture du sol (USDA)	qr (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	qs (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Ks (cm min <sup>-1</sup> )	a (cm <sup>-1</sup> )	n
sableux	0.045	0.43	0.495	0.145	2.68
sablo-limoneux	0.065	0.41	0.075	0.075	1.89
limoneux	0.078	0.43	0.0173	0.036	1.56
argilo-limoneux	0.1	0.41	0.0043	0.019	1.31
argileux	0.068	0.38	0.0033	0.0173	1.09

**II.4 Etude des aptitudes culturales**

L'étude des aptitudes culturales permet d'orienter les agriculteurs dans leurs choix des spéculations agricoles. Dans notre cas, cette étude a été faite d'après les analyses pédologiques et les enquêtes foncières faites sur le terrain.

Les aptitudes culturales des sols de notre périmètre sont résumées comme suit :

Tableau II.2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe d'aptitude à l'irrigation								
<b>Classe I</b>	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
<b>Classe II</b>	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif ≤ 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique

Suite Tableau II. 2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification Classe d'aptitude à l'irrigation	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
<b>Classe III</b>	40 à 80	-Salo –limoneuse (à forte teneur en sable)  -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12 calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) - Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents
<b>Classe IV</b>	40 à 80	-Texture fine argileuse ou très légère sableuse  -Présence de croûtes calcaires	-Varie de  12 ÷ 16  -Teneur en calcaire actif > 12%	Par endroit la pente est forte	Variable	Nécessite un drainage	Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture	-Lessivage localisé  -Des engrais organiques et minéraux  -Labour profond et assainissement de surface.

Suite Tableau II. 2 : caractéristique des sols et aptitudes culturales

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topog	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe V	< 40	-Affleurement de la dalle calcaire par endroits  -Charge caillouteuse >50%	Salinité  > 16	Pente supérieure à 20%	Très faible	Nécessite un drainage	-Inapte à toutes les cultures  -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec	Inapte à l'irrigation

**II.4.1) Les différentes classes d'aptitude des sols à l'irrigation et au drainage :**

- ❖ Cette classification basée sur les paramètres suivants :
- ❖ Profondeur du sol.
- ❖ Texture.
- ❖ Salinité.
- ❖ Topographie.
- ❖ Perméabilité.
- ❖ Drainage.
- ❖ Calcaire actif.

**. Classe des aptitudes C<sub>10</sub> M<sub>11</sub>I<sub>13</sub>B<sub>43</sub>**

Cette classe englobe les sols Calcimagnésiques 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.

**Tableau II.3 : 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. 4 : Degré d'aptitude culturale.**

TYPE DE SOL	cultures	Degré d'aptitude culturale	
		Bonne 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**

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales des sols varient d'une classe à l'autre. Les classes (I et II) ne présentent pas de problèmes particuliers et peuvent recevoir toute la gamme des cultures possibles. Par contre les sols de classes III et IV présentent certaines restrictions à cause principalement de la salinité, et la présence d'une croûte ou encroûtement à une faible profondeur du sol.

Enfin, comme nous l'avons dit, la classe V est à exclure de l'aménagement hydro- agricole en raison de sa forte pente (supérieure à 20 %) et de sa salinité (supérieure à 16mmhos/cm), ainsi que l'affleurement de la dalle calcaire dans certains cas.

**CHAPITRE IV**

**RESSOURCES EN EAU-**

**HYDROLOGIE**

# **CHAPITRE III**

## **RESSOURCES EN SOL**

## CHAPITRE III RESSOURCES EN EAU

### III-1 Ressources en eaux disponibles

Avant d'entamer une étude d'aménagement hydro-agricole, il est indispensable de localiser et de quantifier l'eau nécessaire à l'irrigation. Pour cela on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter notre zone d'étude.

La wilaya d'Oum El Bouaghi, par son caractère semi-aride, recèle des potentialités en matière de ressources hydriques. Cependant, ces ressources se résument en quelques retenues collinaires, ou forages.

Le périmètre en question, par sa vaste superficie qui dépasse 10 000 hectares, ne pourra être irrigué à partir de ressources en eau locales, qu'elles soient superficielles ou souterraines.

Dans ce cas, une de variantes d'approvisionnement en eau du périmètre sera le transfert d'eau à partir du grand barrage de Béni Haroun.

### III-2 Alimentation en Ressources en eau du périmètre

En ce qui concerne notre périmètre, il sera alimenté par la conduite de transfert de barrage de béni Haroun à partir de la station de pompage de Ain Kercha au barrage de Koudiet Medouar.

#### III-2.1 Description du barrage de Beni Haroun

Le barrage de Béni Haroun est un complexe hydraulique stratégique en Algérie, il est situé dans la wilaya de Mila. Le barrage de 120 m de hauteur, est le plus important et le plus grand en Algérie avec une capacité de 960 millions de mètres cubes. Le barrage proprement dit est constitué d'une digue renforcée de 1,5 million de m<sup>3</sup> de béton roulé compact.

Avec sa grande station de pompage, dont la puissance est de 180 MW, le barrage alimente en eau potable plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum el Bouaghi, Batna et Khenchela. Le barrage fournit également une quantité importante d'eau d'irrigation pour quelques centaines d'hectares d'exploitations agricoles dans les régions voisines.

Le site de drainage principal du bassin est alimenté par l'oued Rhumel et ses affluents et l'oued Bumerzoug et ses affluents. Les deux oueds se convergent à la ville de Constantine pour former de nouveau oued Rhumel qui se jette dans le barrage de Beni Haroun.

Cette entité hydrographique est composée de quatre (04) sous bassins versants.

Le bassin versant est limité naturellement par :

- Au Nord-Ouest et à l'Est le bassin des côtières Constantinoises Est et Centre.
- Au Sud, le bassin des hauts plateaux constantinois.
- A l'Ouest les bassins de l'Algérois- Hodna- Soummam.
- A l'Est le bassin de la Seybouse.

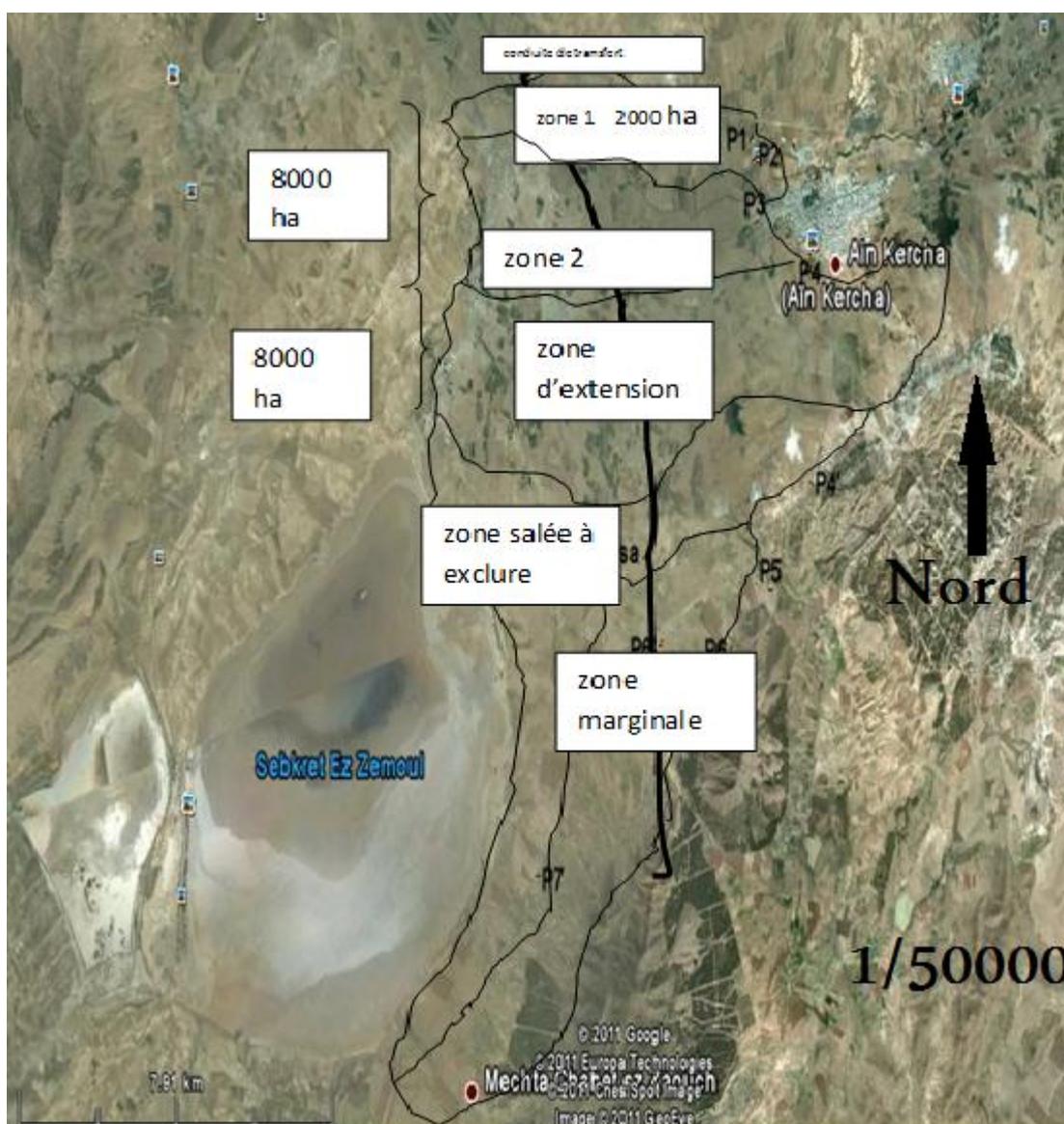


Figure III-1: Description du transfert Beni Haroun-Koudiet Medouar-Ain Kercha

### III-2-1 Caractéristiques du barrage de Beni Haroun

Volume	986 hm
Hauteur sur fondation	118 m
Volume de béton	1.900.000 m
Coté de la crête	218.2 m
Longueur en crête	710 m
Largeur en crête	8 m
Surface inondée	3.900ha
Débit maximum	13.230 m
Débit maximal vidange demi-fond:	700m <sup>3</sup> /s

### III-2-2 Barrage de Koudiet Medouar

Le barrage de Koudiet Medouar construit en 1994 sur l'oued Rebôa est situé à 7 km au Nord-Est de Timgad et à 35 km de Batna en Algérie. C'est un barrage réservoir qui mobilise les eaux superficielles de l'oued Rebôa, dont le bassin versant couvre une superficie de 59 000 km<sup>2</sup>. Ses principales caractéristiques sont résumées comme suit :

#### III-2-2.1 Caractéristiques principales du barrage de Koudiet Medouar

Volume	87 millions de mètres
cote en crête	997,00m
longueur de la crête	2,27 km
hauteur maximale	48 m
cote de retenue nominale	992,50
superficie de la retenue (à 992,5)	6,7 km <sup>2</sup>

### III-2-3 Station de pompage de Ain Kercha

Les transferts des eaux de Beni Haroun vers le barrage de Koudiet Medouar, près de Timgad (Batna) via la station de pompage de Ain Kercha (Oum El Bouaghi), va permettre l'irrigation de 80 000 ha de terres agricoles sur cet axe, dont 24 000 ha dans la seule wilaya de Batna.

Le projet permettra, à moyen terme, de fournir à cette wilaya 700 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour destinés à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, notamment celle des périmètres situés autour du bassin du barrage de Koudiet Medouar. La station de pompage est située à 4.5 km en amont du périmètre d'étude.

### III.3. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation

Lors d'un aménagement hydro-agricole, il est impératif que l'eau exploitée pour l'irrigation accomplisse certaines conditions qui garantissent le bon développement des plantes, afin d'éviter les impacts négatifs sur l'environnement en particulier la salinisation des sols qui est le principal risque encouru par les terrains irrigués.

#### III.3.1 Analyses physico-chimiques de l'eau du barrage

Ces analyses sont influencées par la profondeur du point du prélèvement dans la mesure où les caractéristiques des eaux dépendent fortement de ce paramètre.

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

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

#### III.3.2 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

Selon la classification américaine des eaux d'irrigation, on distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

**Tableau III-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique**

Classe	C. électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux	Observation
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique moyenne  $CE = 0.75$  mmhos/cm, ce qui présente un risque moyen, et convient pour les plantes moyennement tolérantes.

**b) Le SAR (Sodium Absorption Ratio) :**

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  $Mg^{++}$ , par la mesure du SAR :

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

4 classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin :

**Tableau III-2: Classification des eaux en fonction du S.A.R**

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

$$SAR = \frac{64}{\sqrt{\left(\frac{116.3 + 37.3}{2}\right)}} = 7.17$$

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation .

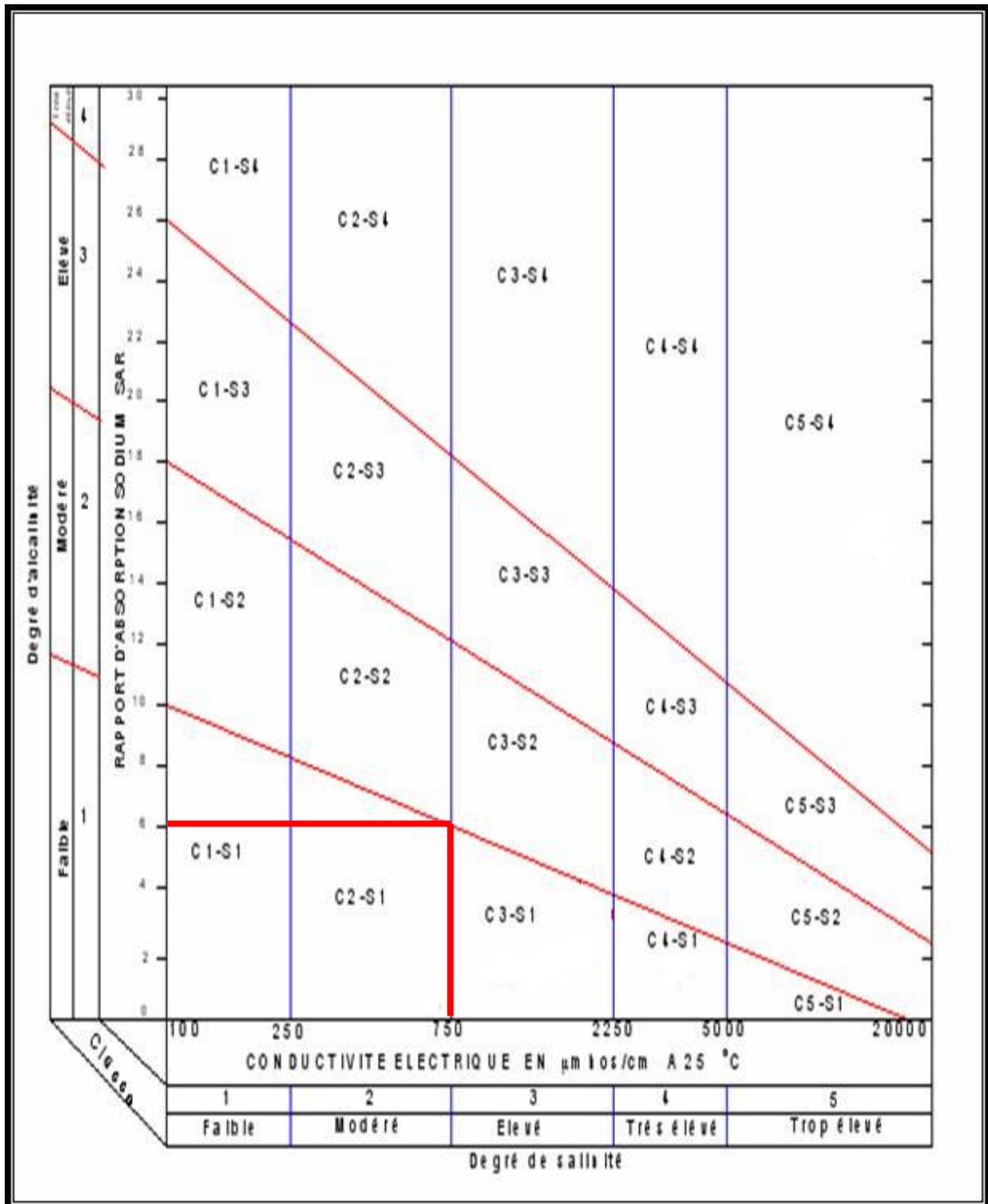


Figure III-2: Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### III.3.3 Température de l'eau

Elle dépend de la période de prélèvements. Pour l'ensemble des prélèvements, la température moyenne avoisine 18(°C).

### III-3-4 Le pH

L'acidité de l'eau a été donc mesurée par le pH, qui est un paramètre déterminant de la qualité de l'eau. Dans notre cas, les valeurs moyennes du pH varient de 8.35 à 8.71, mais qui peuvent légèrement diminuer pour atteindre 7.9 après traitement de l'eau.

Nous pouvons donc considérer, du point de vue acidité, que l'eau du barrage peut satisfaire à tous les usages.

### III-3-5 Autres ions

Les concentrations des ions nitrate, nitrite et ammonium sont en dessous des valeurs admissibles ainsi que les métaux lourds pour les deux points de prélèvement.

Les caractéristiques de l'eau de notre barrage sont résumées comme suit :

**Tableau III-3 : Les caractéristiques de l'eau de barrage Koudiet Medouar**

Eau	
pH	8.1
T (°C)	18.4
Conductivité (mmhos/cm)	0.7
Turb (NTU)	0.93
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	195.30
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	53.57
Nitrate (mg/l)	0.40
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0.001
Salinité ‰	0.5
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	116.23
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	37.42

D'après les analyses physico-chimiques de l'eau, on conclut que la qualité de l'eau est relativement bonne pour l'irrigation.

### III.5 Etude Hydrologique

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies annuelles de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, tels que : le calcul des besoins des cultures projetés dans le périmètre, ainsi que le dimensionnement du réseau d'irrigation. La connaissance de ces pluies est nécessaire au dimensionnement du réseau d'irrigation.

### III.6-Choix de l'échantillon à analyser

La station de Oum El Bouaghi a été prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le tableau III-4 :

**Tableau III-4: Les caractéristiques de La station d'Oum El Bouaghi**

Dénomination	Latitude	Longitude	Altitude
Ksar sbahi- Oum El Bouaghi	36°4'8"N	7°14'46"E	888 m

Nous disposons d'un échantillon de pluies annuelles qui va de 1985 à 2009, soit donc une durée d'observations de 25 ans. Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau III-5: Précipitations moyennes mensuelles (1980-2004)**

Année	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
1980	12.8	66.4	49.9	45.4	54.4	10.9	1.8	1.1	7.2	46.9	17.8	14	473.7
1981	23.7	55.2	56.9	44.7	72.1	10	3	6	9	15.9	22.5	73.5	344.1
1982	16.4	30.8	9.9	3.8	47.5	8	0	20.6	3.2	11.8	9.4	53.5	266.3
1983	25	27	15	24.5	6.9	1.3	2.5	5	29.3	24.7	5.6	18.8	383.5
1984	47.4	100	30.2	14.1	2	63.9	1	8	92.7	25.7	13.7	11.6	558
1985	0	101	53.3	25.9	54.5	27.6	1.5	4	20.5	0	4.2	14.8	335
1986	40	4	8	32	26	8	5	6	99	51	18	51	471.3
1987	14	18	33	64	61	5	1	3	57	16	64	22	238.1
1988	60	8	39	17	4	7	4	6	73	11	6	64	260.3
1989	7	0	18	10	95	31	0	5	3	22	7	30	295.3
1990	57	10.4	44	20.8	44.4	0	0	2	5	7	35.7	8.8	467.2
1991	9.9	19	15.7	31.8	12.1	11.8	2	7	48.7	5	98.2	53.7	469.1
1992	151.9	34	37	103.6	21.2	3	4	1	22.9	60.5	16.8	82.9	373.8
1993	31.5	8.7	51	21	126.9	87	0	5	14.7	11.9	138.3	138.7	281.6
1994	25.2	37	44	25.3	2.2	19.5	11.2	11	33.4	5.4	13.9	38.1	411.3
1995	74.6	51	16	57.1	88.5	6.4	13.2	8	19.9	29.1	11.3	89.7	525.9
1996	17.4	15	13	15	17.4	4	7	4	1.3	17.4	15	44	196.8
1997	49	49	70	49	49	7	57	7	36	49	29	14	419.7
1998	110	97	110	97	110	4	3	10	27.6	44	97	33	191.8
1999	100	50	90	50	100	5	12	20.8	38	33	50	51	476.2
2000	7	44	44	44	7	3	3	31.8	8	7	23	25	242.9
2001	14	14	60	14	14	11	5	12	7	14	14	14	306.8
2002	33	12	33	12	33	19	8	6	12	33	12	33	269.4
2003	51	31	51	31	51	2	2	9	11	15	13	51	254.7
2004	30	30	80	30	30	8	6	3	13	30	30	30	476

Source : Station Ksar Sbahi Oum El Bouaghi (1980-2004)

D'après le tableau précédent, on remarque que la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Les années 1998 sont les plus sèches avec une moyenne de pluie de 191.8mm.

### III.7- Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

L'homogénéité est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente.

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous (Touaibia, 2004):

On divise la série complète en deux sous séries X et Y tel que :

$N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_2 > N_1$ .

On constitue par la suite, la série X unions Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant. A ce stade, on attribue a chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. Avec (Touaibia, 2004):

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

$$W_x = \sum_{i=1}^n Rang \dots\dots\dots(2)$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous sérient

$$W_{\min} = \left[ \left( \left( \frac{N_1 + N_2 + 1}{2} \right) \times N_1 - 1 \right) - 1,96 \times \left( \frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \right]$$

$$W_{\max} = \left[ (N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right]$$

**Tableau III-6: Le procédé de test d'homogénéité pour la station d'Oum El Bouaghi**

N	série d'origine	série- Y	série -X	TRRI	Y U X	Rang
1	328,6	328,6	459,5	665	Y	
2	400,7	400,7	402	588,2	Y	
3	246	246	404,9	464	Y	
4	243	243	282	459,5	X	16
5	361,1	361,1	319,1	437	Y	
6	356,7	356,7	421,8	433,8	Y	
7	464,0	464,0	426,3	426,3	X	22
8	399,0	399,0	313,7	421,8	X	21
9	437,0	437,0	401,2	404,9	X	18
10	253,0	253,0	382,9	402	X	17
11	260,0	260,0		401,2	X	24
12	433,8	433,8		400,7	Y	
13	588,2	588,2		399	Y	
14	665,0	665,0		382,9	X	25
15	250	250		361,1	Y	
16	459,5			356,7	Y	
17	402			328,6	Y	
18	404,9			319,1	X	20
19	282			313,7	X	23
20	319,1			282	X	19
21	421,8			260	Y	
22	426,3			253	Y	
23	313,7			250	Y	
24	401,2			246	Y	
25	382,9			243	Y	

Les calculs donnent :  $W_x = 205$ ,  $W_{min} = 159.16$  et  $W_{max} = 230.84$

Donc :  $159.16 < W_x < 230.84$

La condition d'homogénéité du test de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle de la Station Oum El Bouaghi est homogène à seuil de  $(1-\alpha)$  avec  $\alpha=0.05$ .

### III.8- Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement

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.

#### III.8.1-Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).
- Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  . .....(3)
- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $C_s=0$ ).
- Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  . .....(4)

L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien:

$$X_{p\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%} \quad \text{Avec:}$$

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

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

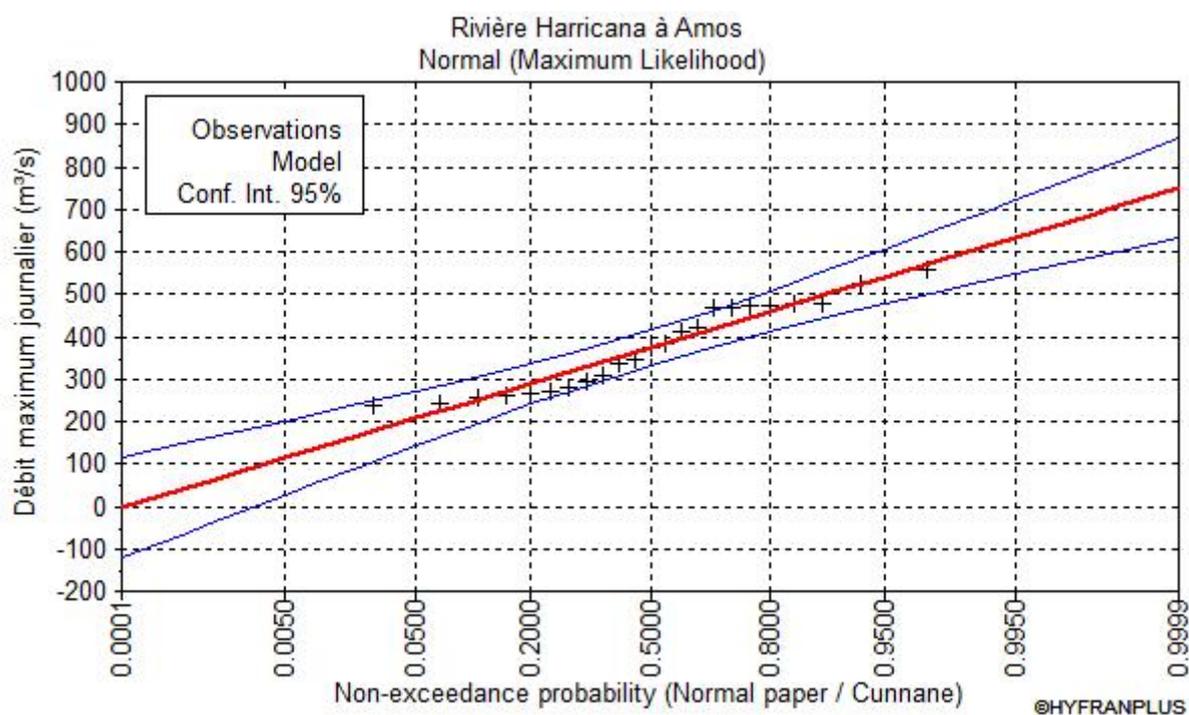
$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN.

Les résultats obtenus figurent au tableau III-7et au Figure III-3

**Tableau III-7: Ajustement à la loi de Gauss**

$T = 1/q$	$q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)				
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	609	41.3	529	690
50	0.98	582	37.8	508	656
20	0.95	540	32.8	476	605
10	0.9	504	28.8	447	560
5	0.8	459	24.7	411	508
2	0.5	367	21.1	333	415
1.25	0.2	294	24.7	240	337



**Figure III-3: Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss**

### III.9.1.1-Test de validité de l'ajustement à la loi choisie

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

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour le quel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune  $n_i$  valeurs expérimentales. Le nombre  $V_i$  est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(5)$$

$f(X)$  : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire  $\chi^2$ , dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots(6)$$

$$\lambda = K - 1 - P \dots\dots\dots(7)$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition (P=2).

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par  $\lambda$

➤ **Test de Khi carré pour la loi Normale**

- ✓ On calcule  $\chi^2$ .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  :
- ✓ On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson (voir tableau **III-8** ci après)

Avec :  $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.01$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$  .

**Tableau III-8: table du  $\chi^2$ .**

$\alpha$ $\gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

D'après le logiciel HYFRAN on obtenu les résultats suivant:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.30 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 13.277$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.30 < \chi^2_{\text{théorique}} = 13.277$$

Donc l'ajustement est à considérer.

### III.9.2- Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

L'ajustement par la loi log-normale se fait comme suit :

-Les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log normale.

Nous avons l'équation de la droite de Galton qui s'écrit comme suit :

$$\text{Ln}(X_{p\%}) = \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})} + \delta_{\text{Ln}} * U_{p\%} \dots \dots \dots (9)$$

Avec:

Ln: symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$X_{p\%}$ : précipitation probable à P%.

$\overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}$  : Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta_{\text{Ln}}$ : la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n < 30 \dots \dots \dots (10)$$

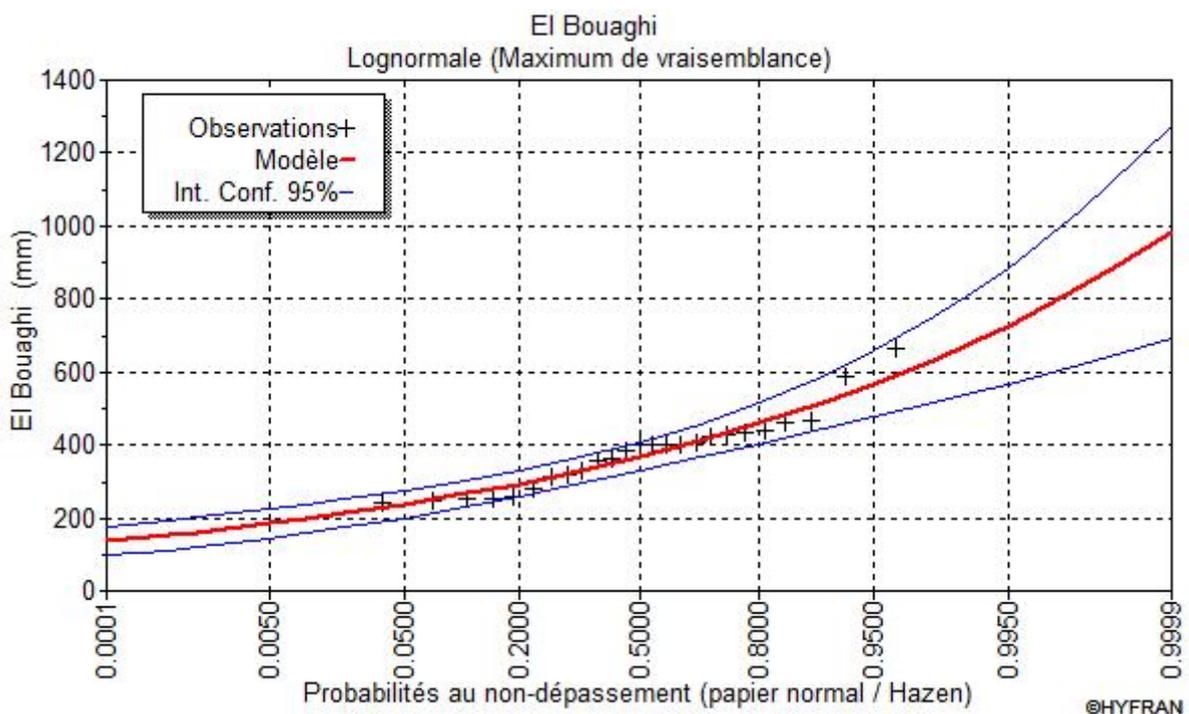
$$\delta_{\text{Ln}} = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(\mathbf{X})}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30 \dots \dots \dots (11)$$

$U_{p\%}$ : variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau III-9 et au Figure III-4

**Tableau III-9: Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale**

q = F(X) (probabilité au non-dépassement) T = 1/q					
T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	686	77.5	535	838
50	0.98	637	65.7	508	765
20	0.95	568	50.9	469	668
10	0.9	514	40.4	435	593
5	0.8	455	30.7	395	515
2	0.5	367	20.8	320	401
1.25	0.2	294	19.3	248	324

**Figure III-4 Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normale**

### III.9.2.1-Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

#### ➤ Test de Khi carré pour la loi de Galton

- ✓ On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$  .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  .
- ✓ On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson III.

Avec :  $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$  .

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.91 \quad \gamma = 4$$

D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :

$$\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 5.91 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$$

D'après le test de Khi carré, la loi log-Normale s'ajuste mieux aux pluies annuelles par rapport à la loi normale.

### III.10- Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

L'estimation de l'année sèche de fréquence 80%; on utilise la formule suivante :

$$P_{\text{sec80\%}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique (80\%) Annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) Annuelle}}} \dots\dots\dots(12)$$

Avec : **i** : mois

On déduit les résultats suivants :

$$P_{\text{théorique 80\%}} = 294 \text{ mm.}$$

$$P_{\text{théorique 50\%}} = 367 \text{ mm.}$$

Les pluies mensuelles servant au calcul et au dimensionnement du réseau de notre périmètre sont présentées comme suit :

**Tableau III-10 : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.**

Mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
$P_{i,moy}$ (mm)	31,0	25,5	33,1	36,1	46,1	36,9	32,75	26,56	37,45	18,4	24,3	31,7
$P_{i,80\%}$ (mm)	24.8	20.4	26.5	28.9	36.9	29.6	26.2	21.3	30.0	14.7	19.5	25.4

### III.11 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié la problématique des ressources en eau de notre zone d'étude. Pour ce qui est de l'alimentation en eau, le périmètre sera irrigué à partir de la conduite de transfert Barrage- Beni Haroun- Koudiet Medouar.

Pour ce qui est de la qualité de l'eau d'irrigation, les analyses physico-chimiques ont révélé qu'elle est bonne et apte à l'irrigation.

Quant à l'ajustement des séries des pluies moyennes annuelles, il faut signaler que le test de Khi carré a montré un ajustement meilleur avec la loi log-normale. Ce qui nous a conduit à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement d'un réseau d'irrigation.

**CHAPITRE V :**

**ETUDE DES BESOINS EN**

**EAU DES CULTURES**

## CHAPITRE IV : ETUDE DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

### IV.1 Introduction

Les cultures se développent, puisent du sol l'eau et les éléments nutritifs, mais la quantité d'eau donnée à la culture n'est pas entièrement absorbée par la culture. Une partie percole et se perd en profondeur.

L'eau qui rentre dans la constitution de la plante est libérée par transpiration à travers l'appareil foliacé, le reste est évaporé par le sol. L'ensemble de ces deux actions est l'évapotranspiration. Ce phénomène conditionne et détermine les besoins en eau des cultures.

### IV.2 Calcul de L'évapotranspiration

Les besoins en eau qui peuvent également s'exprimer sous le terme déficit hydrique, se définissent 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.

#### IV.2.2 L'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>o</sub>) :

C'est l'évapotranspiration maximale 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).

##### IV.2.2.1 L'évapotranspiration maximale :

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

$$ETM = ET_o * K_c$$

**ET<sub>o</sub>** : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

**K<sub>c</sub>** : le coefficient cultural.

L'évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence, de sorte que le taux d'évapotranspiration (mm /j) représente les conditions climatiques locales.

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

- Méthodes du lisymètre
- 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:

- Penman
- Turc
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman- Monteith modifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des Besoin en eau des cultures, a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée d'estimation de ETo (Bulletin F.A.O, N° 30).

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 Penman-Monteith modifiée se présente comme suit:

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

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 d'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 a été effectué à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0, fondé sur la méthode de Mr Penman et Monteith.

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

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure, et 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 .1 : Calcul de l'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
Septembre	21.1	62	176	8.1	10.0	3.86	115,8
Octobre	17.0	67	167	7.3	6.9	2.60	80,6
Novembre	10.1	74	191	5.8	4.0	1.44	43,2
Decembre	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.2.3) Les Coefficients cultureux (Kc) :

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 », (Bulletin F.A.O, N° 24).

Les coefficients culturaux des cultures de notre périmètre sont détaillés comme suit :

**Tableau IV .2–Coefficients culturaux**

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -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			
Tomates			0,40	0,70	1,05	1,05	0,60					

### 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 qui s'approche du point de flétrissement, on considère donc la Réserve Facilement Utilisable (RFU). On considère généralement que la RFU correspond au 2/3 de la réserve Utile, selon le type de cultures.

On obtient donc :

$$\text{RFU} = (\text{Hcc}-\text{Hpf}) \cdot \text{Y} \cdot \text{Z} \cdot \text{da}$$

Avec :

Hcc et Hpf : sont les humidités du sol à la capacité au champ et au point de flétrissement ;

Y= degré de tarissement généralement égal à 2/3

Z : Profondeur d'enracinement (mm)

da : Densité apparente du sol

**IV.3.1) Les profondeurs d'enracinement****Tableau IV. 3 Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures**

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	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			
tomate			200	700	1000	1000						
Haricot vert	0.10	0.15	0.20	0.25	0,3							
Figuier					0.85	1.15	1.25	1.25	1.2			

**IV.4) Cycle végétatif des cultures :**

Pour le calcul des besoins en eau des cultures, il est impératif de déterminer le cycle végétatif des différentes cultures, il est résumé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV. 4 : Cycle végétatif des cultures**

MOIS	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP
<b>CULTURES</b>												
BLE DUR	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←		
ORGE EN VERT			←	←	←	←	←	←	←			
VESCE AVOINE	←	←	←	←	←	←	←	←	←			
P DE TERRE SAIS					←	←	←	←	←	←		
P DE TERRE AR SA			←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
OIGNON SEC			←	←	←	←	←	←	←			
AIL	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←		
PIMENT						←	←	←	←	←	←	←
TOMATE AR SAIS			←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
CAROTTE				←	←	←	←	←	←	←	←	←
COURGETTE					←	←	←	←	←	←	←	←
PETIT POIS			←	←	←	←	←	←	←	←		
TABAC								←	←	←	←	←
ABRICOTIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
POMMIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
POIRIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
OLIVIER	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

**IV.4.1) Les pourcentages proposés aux différentes cultures :**

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

Tableau IV .5: Les pourcentages occupés aux différentes cultures sont représentés

N° de la parcelle	N° de l'ilot d'irrigation	culture	Superficie m <sup>2</sup>	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	Pourcentage %
1	1	oignon sec	189477,77	18,95	1-a	9,00	2,17
					1-b	9,95	2,40
2	2	sorgho	137125,64	13,71	2-a	9,00	2,17
					2-b	4,71	2,31
3	3	olivier	89367,95	8,93		8,93	1,06
4	4		257217,83	25,72	4-a	9,00	2,17
					4-b	9,00	2,17
					4-c	7,72	1,86
5	5	pomme de terre	504964,54	50,50	5-a	8,00	1,93
			5-b		7,50	1,81	
			5-c		7,00	1,69	
6	6		6-d		7,00	1,69	
			6-e		7,00	1,69	
			6-f		7,00	1,69	
			6-g		7,00	1,69	
7	7	MELON	78285,07	7,83		7,83	1,89
8	8		283791,59	28,38	8-a	7,38	1,78
					8-b	7,00	1,69
					8-c	7,00	1,69
		8-d	7,00	1,69			
9	9	vesce avion	114063,46	11,41	9-a	5,41	1,31
			9-b	6,00	1,45		
10	10		135413,25	13,54	10-a	7,00	1,69
				10-b	6,54	1,58	
11	11	blé - orge	67123,01	6,71		6,71	1,62
12	12		215607,98	21,56	12-a	8,00	1,93
					12-b	7,00	1,69
					12-c	6,56	1,58
13	13		317292,14	31,73	13-a	8,00	1,93
				13-b	8,00	1,93	
				13-c	8,00	1,93	

					<i>13-d</i>	7,73	1,87
14	14		371901,97	37,19	<i>14-a</i>	7,00	1,69
					<i>14-b</i>	6,19	1,49
					<i>14-c</i>	6,00	1,45
15	15				<i>15-d</i>	6,00	1,45
					<i>15-e</i>	6,00	1,45
					<i>15-f</i>	6,00	1,45
16	16	luzerne	181324,83	18,13	<i>16-a</i>	9,00	2,17
					<i>16-b</i>	9,13	2,20
17	17		109900,08	10,99	<i>17-a</i>	5,00	1,21
					<i>17-b</i>	5,99	1,45
18	18		91418,85	9,14		9,14	2,21
19	19		87635,86	8,76		8,76	2,12
20	20		297145,90	29,71	<i>20-a</i>	7,00	1,69
					<i>20-b</i>	7,00	1,69
					<i>20-c</i>	7,00	1,69
					<i>20-d</i>	8,71	2,10
21	21	tomate	12002,62	1,20		1,20	0,29
22	22		30804,69	3,08		3,08	0,74
23	23		26528,31	2,65		2,65	0,64
24	24		28050,81	2,81		2,81	0,68
25	25		13004,00	1,30		1,30	0,31
26	26		70133,18	7,01		7,01	1,69
27	27		140060,85	14,01	<i>27-a</i>	7,00	1,69
					<i>27-b</i>	7,01	1,69
28	28		174590,57	17,46	<i>28-a</i>	6,00	1,45
					<i>18-b</i>	6,00	1,45
		<i>18-c</i>			5,46	1,32	
29	29	113985,73	11,40	<i>29-a</i>	6,00	1,45	
				<i>29-b</i>	5,40	1,30	
TOTAL	4141142,07	414,11		414,11	100,00		

#### IV.5) Le bilan hydrique :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre d'une part les Besoin 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 pour chaque période le bilan suivant :

$$B=K_c \cdot ETP - (P_{\text{eff}} + \text{RFU}) \dots\dots\dots(3)$$

**ETP** : évapotranspiration potentielle de référence en mm ;

**K<sub>c</sub>** : le coefficient culturel de la culture considérée ;

**P<sub>eff</sub>** : pluie efficace en mm ;

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

##### IV.5.1) Calcul de la pluie efficace :

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins nets 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.

Plusieurs méthodes peuvent être exploitées dans l'estimation des pluies efficaces, dans notre étude, nous avons utilisé la méthode suivante :

$$P_{\text{eff}} = (0.8 \times P_{\text{sec}\%}) \dots\dots\dots(4)$$

Avec P<sub>eff</sub> : Pluie annuelle efficace en (mm/mois).

P<sub>sec%</sub> : Pluie sec de probabilité de dépassement de 80%, en (mm).

Les valeurs de précipitations de probabilité de dépassement 80% (P80%) et la pluie efficace (P<sub>eff</sub>) sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau IV.6 Les précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois	P <sub>80%</sub> mm	P <sub>eff.</sub> mm
Janvier	32.34	25.872
Février	29.26	23.408
Mars	35.805	28.644
Avril	30.8	24.64
Mai	29.26	23.408
Juin	11.935	9.548
Juillet	4.62	3.696
Aout	6.93	5.544
Septembre	21.56	17.248
Octobre	18.48	14.784
Novembre	23.87	19.096
Décembre	33.88	27.104
<b>Total</b>	<b>278.74</b>	<b>222.992</b>

#### IV.5.2) - calcul des débits spécifiques

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times K} \quad (\text{l/s/ha}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

**B<sub>m</sub>** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha ;

**T** : Temps d'irrigation par jour;

**t** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à 30 J

**K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75

**IV.3.3) Détermination les Besoin en eaux des cultures :**

Les Besoin en en eaux des cultures sont détaillés comme suit :

**Tableau IV .7 Besoin en eaux des cultures**

	luzerne	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ET0	115.80	80.60	43.20	30.38	27.90	39.20	71.92	93.30	132.68	163.20	192.20	170.50
	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.85	1.20	1.20	0.70	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.44	50.34	79.31	159.22	195.84	134.54	0.00
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	25.87	-4.03	-21.70	-54.67	-135.81	-186.29	-130.84	5.54
luzerne	h(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	450.00	500.00	1000.00	1500.00	1500.00	1500.00	0.00
	RFU_max	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.73	29.70	59.40	89.10	89.10	89.10	0.00
	RFU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.37	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.85	54.67	135.81	186.29	130.84	0.00
	Besoin n_brute	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.56	68.33	169.76	232.87	163.56	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.63	683.31	1697.60	2328.65	1635.55	0.00
	deb_speci_the_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.30	0.75	1.03	0.72	0.00

Suite tableau IV .7

Olivier	Olivier	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	ET0	115.80	80.60	43.20	30.38	27.90	39.20	71.92	93.30	132.68	163.20	192.20	170.50
	Kc	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75
	ETM	81.06	52.39	28.08	19.75	18.14	25.48	46.75	60.65	99.51	122.40	144.15	127.88
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	-63.81	-37.61	-8.98	7.36	7.74	-2.07	-18.10	-36.01	-76.10	-112.85	-140.45	-122.33
	RFU_max	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28	71.28
	RFU	0.00	0.00	0.00	35.64	35.64	35.64	35.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	63.81	37.61	8.98	0.00	0.00	0.00	0.00	36.01	76.10	112.85	140.45	122.33
	Besoin n_brute	79.77	47.01	11.23	0.00	0.00	0.00	0.00	45.01	95.13	141.07	175.57	152.91
	Besoin_brut (m3)	797.65	470.08	112.30	0.00	0.00	0.00	0.00	450.06	951.28	1410.65	1755.68	1529.14
	deb_speci_the_l/s/ha	0.35	0.21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.42	0.62	0.77	0.67
Blé	Blé/orge	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	Kc	0.00	0.00	0.00	0.70	0.85	0.95	1.05	1.05	1.05	0.60	0.00	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	21.27	23.72	37.24	75.52	97.97	139.31	97.92	0.00	0.00
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	17.25	14.78	19.10	5.84	2.16	-13.83	-46.87	-73.33	-115.91	-88.37	3.70	5.54
	h(m)	0.00	0.00	200.00	300.00	500.00	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00	0.00	0.00
	RFU	0.00	0.00	12.06	18.09	30.15	42.21	42.21	42.21	42.21	42.21	0.00	0.00
	RFU_Mois_i-1	0.00	0.00	0.00	9.05	9.05	15.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.87	73.33	115.91	88.37	0.00	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.59	91.66	144.88	110.47	0.00	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	585.90	916.56	1448.83	1104.65	0.00	0.00
	deb_speci_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.40	0.64	0.49	0.00	0.00

Suite tableau IV .7

	<b>P. terre</b>	<b>Septembre</b>	<b>octobre</b>	<b>novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>
	Pomme de terre	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.95	0.95	0.70	0.50	0.00
ETM		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.40	68.32	88.64	92.88	81.60	0.00	0.00
Pluie (mm)		21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
Peff		17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
Peff-ETM		17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	-5.99	-39.68	-64.00	-69.47	-72.05	3.70	5.54
h(m)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00	400.00	600.00	600.00	0.00	0.00	0.00
RFU_BLE		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.88	23.76	35.64	35.64	0.00	0.00	0.00
RFU_REELLE		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Besoin n_net (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	39.68	64.00	69.47	72.05	0.00	0.00
Besoin n_brute (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	49.60	79.99	86.84	90.07	0.00	0.00
Besoin_brut (m3)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	496.00	799.94	868.35	900.65	0.00	0.00
deb_speci_l/s/ha		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.35	0.38	0.40	0.00	0.00
Vesce Avoine	<b>Vesce Avoine</b>	<b>Septembre</b>	<b>octobre</b>	<b>novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>
	Kc	0.60	0.90	1.00	1.10	1.10	1.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ETM	69.48	72.54	43.20	33.42	30.69	47.04	71.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	-52.23	-57.76	-24.10	-6.31	-4.82	-23.63	-43.28	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	h(m)	30.00	40.00	50.00	60.00	80.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	RFU	1.78	2.38	2.97	3.56	4.75	5.94	5.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	52.23	55.38	21.13	2.75	0.07	17.69	37.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_brute (mm)	65.29	69.23	26.42	3.44	0.08	22.12	46.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin_brut (m3)	652.90	692.25	264.18	34.38	0.82	221.15	466.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
deb_speci_l/s/ha	0.29	0.31	0.12	0.02	0.00	0.10	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Suite tableau IV . 7

	TOMATE	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	TOMATE	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.80	1.05	0.75	0.00
ETM		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.96	74.64	139.31	122.40	0.00	0.00
Pluie (mm)		21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
Peff		17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
Peff-ETM		17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	-7.32	-50.00	-115.91	-112.85	3.70	5.54
h(m)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200	700	1000	1000	0.	0.00
RFU		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.88	41.58	59.40	59.40	0.00	0.00
RFU REELLE		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.94	20.79	0.00	0.00	0.00	0.00
Besoin n_net (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	29.21	115.91	112.85	0.00	0.00
Besoin n_brute (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.72	36.51	144.88	141.07	0.00	0.00
Besoin_brut (m3)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.20	365.13	1448.83	1410.65	0.00	0.00
deb_speci_l/s/ha		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.16	0.64	0.62	0.00	0.00
Oignon sec	MAIS	Septembre	octobre	novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.05	1.05	1.05	1.00	0.85	0.00	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	27.90	41.16	75.52	97.97	132.68	138.72	0.00	0.00
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	17.25	14.78	19.10	27.10	-2.03	-17.75	-46.87	-73.33	-109.27	-129.17	3.70	5.54
	h(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	300.00	300.00	400.00	500.00	600.00	600.00	0.00	0.00
	RFU	0.00	0.00	0.00	0.00	17.82	17.82	23.76	29.70	35.64	35.64	0.00	0.00
	RFU REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	8.91	8.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n_net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.84	46.87	73.33	109.27	129.17	0.00	0.00
	Besoin n_brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.05	58.59	91.66	136.59	161.47	0.00	0.00
	Besoin_brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	110.53	585.90	916.56	1365.90	1614.65	0.00	0.00
deb_speci_l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.26	0.40	0.60	0.71	0.00	0.00	

Suite tableau IV .7

	<b>Melon</b>	<b>Septembre</b>	<b>octobre</b>	<b>novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>
Melon	Kc	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.75	0.75	1.05	1.05
	ETM	104.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.31	99.51	122.40	201.81	179.03
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	-86.97	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	-40.67	-76.10	-112.85	-198.11	-173.48
	h(m)	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	70.00	90.00	100.00	150.00
	RFU	11.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97	4.16	5.35	5.94	8.91
	RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n _net (mm)	86.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.67	76.10	112.85	198.11	173.48
	Besoin n _brute (mm)	108.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.84	95.13	141.07	247.64	216.85
	Besoin _brut (m3)	1087.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	508.38	951.28	1410.65	2476.43	2168.51
	deb_speci _l/s/ha	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.42	0.62	1.09	0.96
SORGHO	<b>SORGHO</b>	<b>Septembre</b>	<b>octobre</b>	<b>novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>
	Kc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.75	0.95	1.00	1.00	0.00
	ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.96	69.98	126.05	163.20	192.20	0.00
	Pluie (mm)	21.56	18.48	23.87	33.88	32.34	29.26	35.81	30.80	29.26	11.94	4.62	6.93
	Peff	17.25	14.78	19.10	27.10	25.87	23.41	28.64	24.64	23.41	9.55	3.70	5.54
	Peff-ETM	0.00	0.00	0.00	0.00	25.87	23.41	-7.32	-45.34	-102.64	-153.65	-188.50	5.54
	h(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	450.00	500.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	0.00
	RFU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.73	29.70	59.40	59.40	59.40	59.40	0.00
	RFU_REELLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Besoin n _net (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.34	102.64	153.65	188.50	0.00
	Besoin n _brute (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.67	128.30	192.07	235.63	0.00
	Besoin _brut (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	566.69	1282.98	1920.65	2356.30	0.00
Deb _spec _l/s/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.57	0.85	1.04	0.00	

Besoin max mensuel =968.10mm

$Q_{sp} = (\text{besoin max} * 10 * 1000) / (3600 * \text{Nombre de jour} * \text{Nombre heure} * \text{efficience})$

$$Q_{sp} = 5.34 \text{ (l/s /ha)}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, ce qui pourrait aboutir à un surdimensionnement. On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

$$Q_{sp} = 1.09 \text{ (l/s /ha)}$$

### VI.6-Débit caractéristique

C'est le débit maximum que peut assurer le réseau d'irrigation. Il est égal à :

$$Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} * \text{surface}$$

$$\text{Surface totale} = 414.11 \text{ ha}$$

$$Q \text{ caractéristique} = 452.17 \text{ l/s}$$

Les volumes des besoins en eau = besoin de la culture  $m^3$  x surface de la culture

#### VI.6.1-Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en  $m^3$  multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le Tableau IV .8:

**Tableau IV .8 volumes d'eau d'irrigation**

	surface de la culture ha	besoin de la culture $m^3$	les volumes des besoins en eau $m^3$
oignon sec	18.95	4593.5375	87047.54
sorgho	13.71	6126.61	83995.86
olivier	34.65	7476.825	259071.99
pomme de terre	50.5	3065.5875	154812.17
MELON	36.21	8602.3875	311492.45
vesce avion	24.95	2332.375	58192.76
blé - orge	97.19	4055.9375	394196.57
bersim	76.73	6430.74	493430.49
tomate	61.22	3241.8	198463.00
		TOTALE	2040702.81

Le volume nécessaire pour les cultures durant toute leur période végétative est  $2040702.81 m^3$

### IV.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les besoins en eau des cultures, ce qui nous a permis d'atteindre deux objectifs principaux :

- D'abord l'estimation du débit spécifique de notre périmètre, et cela vu les principales spéculations agricoles et les contraintes agronomiques, ce qui a permis de calculer le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante. Pour l'élaboration des arrosages, il faudra suivre un planning quotidien des irrigations pour diminuer la demande en eau et satisfaire l'ensemble des besoins en eau des cultures.

- L'estimation des volumes d'eau d'irrigation nécessaires du périmètre. En définitif, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ 2 040 703. m<sup>3</sup> d'eau d'irrigation, qui permettra aux agriculteurs de d'intensifier et de diversifier leurs cultures.

**Chapitre VI :**

**Etude du système**

**d'adduction**

## Chapitre V : Etude du système d'adduction

### V.1. Introduction :

La conception d'un réseau de distribution dans un périmètre d'irrigation doit être faite en tenant compte de plusieurs contraintes :

- Topographiques
- hydrauliques
- organisationnelles
- technico-économique

### V.2- Schéma d'aménagement

#### V.2-1- présentation des variantes :

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre de Ain Kercha, nous avons établi deux variantes d'adduction : une irrigation directe à partir d'un piquage, la deuxième variante consiste à alimenter le périmètre avec pompage.

#### Variante 01: Irrigation directe à partir d'un piquage;

Le périmètre d'irrigation de Ain Kercha sera desservi à partir d'un piquage P1 d'une conduite de transfert de Diamètre 1200 mm. Ce piquage va alimenter directement les bornes d'irrigation à partir d'une conduite principale.

L'implantation d'un brise charge sur le point de piquage « P1 » est indispensable afin de réduire la pression de 25 bars à 8 bars pour assurer une pression qui ne dépasse pas les huit (8) bars au niveau des conduites.

Dans ce cas les pressions qui varient de 1.1 à 4.0 bars au niveau des bornes sont admissibles pour une irrigation gravitaire et localisée.

#### Variante 02 : Irrigation par pompage (à partir d'un réservoir de mise en charge)

La variante 02 consiste en la réalisation d'un périmètre d'irrigation classique constitué de :

- Une station de pompage à côté du point de piquage ; cette station de pompage sera équipée de groupe électropompes
- Une conduite de refoulement en PEHD reliée à un réservoir.
- Une conduite d'adduction gravitaire en PEHD issue du réservoir de mise en charge sur un même linéaire et se raccordant au réseau d'irrigation
- D'un réservoir de mise en charge

La distribution à partir d'un réservoir de mise en charge est proposée pour couvrir toute la superficie du périmètre et pour éventuellement pratiquer l'irrigation par aspersion.

### V.3- Découpage du périmètre en ilots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants. Chaque borne aura pour rôle :

- laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression

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.

#### Choix du tracé

Pour le choix du tracé de la conduite d'adduction, il est indispensable de:

- 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 autant que possible la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, oueds, etc.).

### V.4 -Calcul des débits des ilots

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 a été évalué (chapitre 4) à :

$$q_s = 1.09 \text{ l/s/ha}$$

Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \dots\dots\dots(1)$$

**Q<sub>b</sub>** = Débit caractéristique de chaque ilot (l/s)

**q<sub>s</sub>** = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot d'irrigation sont présentés dans le (tableau V-1)

**Tableau V.1 : Les débits au niveau de chaque îlot**

N° de l'îlot d'irrigation	Superficie (ha) de la parcelle	N° de la parcelle projeté	Superficie de la parcelle projetée	débit des prises/S	débit brut de la borne L/S
1	18.95	1-a	9	9.81	20.55
		1-b	9.85	10.73	
2	13,71	2-a	9,00	9.81	24.68
		2-b	4,71	5.14	
3	8.93		8.93	9.73	
4	25.72	4-a	9	9.81	28.03
		4-b	9	9.81	
		4-c	7.72	8.41	
5	25	5-a	8	8.72	32.16
		5-b	7.5	8.175	
		5-c	7	7.63	
		6-d	7	7.63	
6	25	6-e	7	7.63	22.89
		6-f	7	7.63	
		6-g	7	7.63	
7	7.83		7.83	8.53	8.53
8	28.38	8-a	7.38	8.04	30.93
		8-b	7	7.63	
		8-c	7	7.63	
		8-d	7	7.63	
9	11.41	9-a	5.41	5.89	27.20
		9-b	6	6.54	
10	13.54	10-a	7	7.63	
		10-b	6.54	7.12	
11	6.71		6.71	7.31	30.81
12	21.56	12-a	8	8.72	
		12-b	7	7.63	
		12-c	6.56	7.15	
13	31.73	13-a	8	8.72	34.58
		13-b	8	8.72	
		13-c	8	8.72	
		13-d	7.73	8.42	

14	37.19	14-a	7	7.63	20.9171
		14-b	6.19	6.74	
		14-c	6	6.54	
15		15-d	6	6.54	19.62
		15-e	6	6.54	
		15-f	6	6.54	
16	18.13	16-a	9	9.81	31.74
		16-b	9.13	9.95	
17	10.99	17-a	5	5.45	
		17-b	5.99	6.52	
18	9.14		9.14	9.96	19.52
19	8.76		8.76	9.55	
20	29.71	20-a	7	7.63	32.39
		20-b	7	7.63	
		20-c	7	7.63	
		20-d	8.71	9.49	
21	1.2		1.2	1.39	7.57
2	3.08		3.08	3.36	
23	2.65		2.65	2.89	
24	2.81		2.81	3.06	12.12
25	1.3		1.3	1.42	
26	7.01		7.01	7.64	
27	14.01	27-a	7	7.63	15.27
		27-b	7.01	7.64	
28	17.46	28-a	6	6.54	19.03
		18-b	6	6.54	
		18-c	5.46	5.95	
29	11.4	29-a	6	6.54	12.42
		29-b	5.4	5.88	
	414.11		414.11	451.28	451.28

### V.5-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

**V.5.1-Choix de diamètre de la borne :**

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

**Tableau V.2 : Choix du 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

**V.5.2-Calcul des débits aux bornes :**

$$Q_b = q \times S \dots\dots\dots(2)$$

Avec :  $q$  = débit spécifique (l/s/ha)

$S$  = Superficie (ha)

**Tableau V.3 : débit au niveau des bornes et des prises**

N° de la borne	N° de la parcelle projeté	débit des prises l/s	débit brut de la borne L/S	D des prises (mm)	Diamètre de la borne mm
1	1-a	9.81	20.55	100	150
	1-b	10.74		100	
2	2-a	9.81	24.68	100	150
	2-b	5.14		100	
		9.73		65	
3	3-a	9.81	28.03	100	200
	3-b	9.81		100	
	3-c	8.41		100	
4	4-a	8.73	32.16	100	200
	4-b	8.17		100	
	4-c	7.63		65	
	4-d	7.63		65	
5	5-e	7.63	22.89	65	150
	5-f	7.63		65	
	5-g	7.63		65	
6		8.53	8.53	100	100
7	7-a	8.04	30.93	100	200
	7-b	7.63		65	

	7-c	7.63		65	
	7-d	7.63		65	
8	8-a	5.89	27.20	65	200
	8-b	6.54		65	
	8-a	7.63		65	
	8-b	7.12		65	
9		7.31	30.82	65	200
	9-a	8.72		100	
	9-b	7.63		65	
	9-c	7.15		65	
10	10-a	8.72	34.59	100	200
	10-b	8.72		100	
	10-c	8.72		100	
	10-d	8.43		100	
11	11-a	7.64	20.92	65	200
	11-b	6.74		65	
	11-c	6.54		65	
12	12-d	6.54	19.62	65	150
	12-e	6.54		65	
	12-f	6.54		65	
13	13-a	9.82	31.74	100	200
	13-b	9.95		100	
	13-a	5.45		65	
	13-b	6.59		65	
14		9.96	19.51	100	150
		9.55		100	
15	15-a	7.63	32.38	65	200
	15-b	7.63		65	
	15-c	7.63		65	
	16-d	9.49		100	
16		1.40	7.56	65	65
		3.26		65	
		2.90		65	
17		3.06	12.12	65	100
		1.42		65	
		7.64		65	
18	18-a	7.63	15.27	65	100
	18-b	7.64		65	
19	19-a	6.54	19.03	65	100
	19-b	6.54		65	

	19-c	5.95		65	
20	20-a	6.55	12.43	65	100
	20-b	5.88		65	

### V.6-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  $\approx 1\text{bar}$ .

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.

### V.7-Calcul hydraulique des canalisations

#### V.7.1- Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution:

##### V.7.1.1 Choix du type de matériau

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol.

##### a) Conduite en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, et sont relativement chers.

##### a) Conduite en PEHD

Ils supportent des pressions élevées ;

Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);

Ils offrent une bonne flexibilité ;

Disponible sur le marché.

Dans notre étude, Nous utiliserons les conduites en PEHD pour les conduites dont le diamètre est inférieur à 400 mm, et la fonte pour les conduites dont le diamètre est supérieur ou égal à 500 mm.

**V.7.1.2- Calcul des diamètres des conduites (Variante 1)**

Le diamètre de la conduite principal et du réseau de distribution sera en premier lieu approché par la formule de Bonin étant donné que le système est alimenté par pompage:

$$D = \sqrt[3]{Q} \dots\dots\dots(3)$$

Avec :

D : Diamètre de la conduite calculée (m)

Q : Débit dans la conduite (m<sup>3</sup>/s).

**Tableau V.4 : Calcul des diamètres des Conduite**

N° du point	N° du tronçon	Longueur tronçon L(m)	Longueur tronçon (km)	Débit (l/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	D. calculé D (mm)	D. normalisé (mm)
p1				452.17	0.45	672.43	800
	P1-N1	641.88	0.64188	452.17	0.45	672.43	800
N1				452.17	0.45	672.43	800
	N1-N2	433.36	0.43336	452.17	0.45	672.43	800
N2				354.18	0.35	595.13	600
	N2-N3	152.15	0.15215	83.08	0.08	288.24	315
N3				83.08	0.08	288.24	315
	N3-1	100.79	0.10079	28.03	0.03	167.42	200
1				28.03	0.03	167.42	200
	N3-N4	151.15	0.15115	55.05	0.06	234.63	250
N4				55.05	0.06	234.63	250
	N4-2	90.6	0.0906	32.16	0.03	179.33	200
2				32.16	0.03	179.33	200
	N4-3	489.6	0.4896	22.89	0.02	151.29	160
3				22.89	0.02	151.29	160
	N2-N5	200	0.2	271.1	0.27	520.67	600
N5				271.1	0.27	520.67	600
	N5-N15	179	0.179	172.61	0.17	415.46	500
N15				172.61	0.17	415.46	500
	N15-N16	237.3	0.2373	80	0.08	282.84	315
	N15-N20	901.92	0.90192	92.61	0.09	304.32	315
N16				80	0.08	282.84	315
	N16-14	114.87	0.11487	19.62	0.02	140.07	160
14				19.62	0.02	140.07	160
	N16-N17	235.97	0.23597	60.38	0.06	245.72	250

N17				60.38	0.06	245.72	250
	N17-N18	221.41	0.22141	39.46	0.04	198.65	250
N18				39.46	0.04	198.65	250
	N17-15	420.18	0.42018	20.92	0.02	144.64	160
15				20.92	0.02	144.64	160
	N18-16	87	0.087	30.93	0.03	175.87	200
16				30.93	0.03	175.87	200
	N18-N19	293.12	0.29312	8.53	0.01	92.36	110
N19				8.53	0.01	92.36	110
	N19-17	59.01	0.05901	8.53	0.01	92.36	110
17				8.53	0.01	92.36	110
	N15-N20	901.92	0.90192	92.61	0.09	304.32	315
N20				92.61	0.09	304.32	315
	N20-18	123.9	0.1239	34.59	0.03	185.98	200
18				34.59	0.03	185.98	200
	N20-N21	368.13	0.36813	58.02	0.06	240.87	250
N21				58.02	0.06	240.87	250
	N21-19	365.38	0.36538	30.82	0.03	175.56	200
19				30.82	0.03	175.56	200
	N21-20	824.13	0.82413	27.2	0.03	164.92	200
20				27.2	0.03	164.92	200
	N5-N6	207.77	0.20777	98.49	0.1	313.83	315
N6				98.49	0.1	313.83	315
	N6-4	107.27	0.10727	25	0.03	158.11	160
4				25	0.03	158.11	160
	N6-N10	200	0.2	73.49	0.07	271.09	315
N10				73.49	0.07	271.09	315
	N10-8	259.69	0.25969	7.56	0.01	86.95	90
8				7.56	0.01	86.95	90
	N10-N11	9.3	0.0093	65.93	0.07	256.77	315
N11				65.93	0.07	256.77	315
	N11-9	200	0.2	19.51	0.02	139.68	160
9				19.51	0.02	139.68	160
	N11-N12	413.14	0.41314	46.42	0.05	215.45	250
N12				46.42	0.05	215.45	250
	N12-10	204.82	0.20482	12.12	0.01	110.09	110
10				12.12	0.01	110.09	110
	N12-N13	262.23	0.26223	34.3	0.03	185.20	200
N13				34.3	0.03	185.20	200
	N13-11	126.62	0.12662	31.74	0.03	178.16	200

11				31.74	0.03	178.16	200
	N13-N14	227.2	0.2272	34.3	0.03	185.20	200
N14				34.3	0.03	185.20	200
	N14-12	114.6	0.1146	15.27	0.02	123.57	200
12				15.27	0.02	123.57	160
	N14-13	110.02	0.11002	19.03	0.02	137.95	160
13				19.03	0.02	137.95	160
	N6-N7	155.14	0.15514	65.36	0.07	255.66	315
N7				65.36	0.07	255.66	315
	N7-6	169.8	0.1698	32.38	0.03	179.94	200
6				32.38	0.03	179.94	200
	N7-5	133.09	0.13309	20.55	0.02	143.35	160
5				20.55	0.02	143.35	160
	N7-N8	764.76	0.76476	12.43	0.01	111.49	110
N8				12.43	0.01	111.49	110
	N8-N9	178.18	0.17818	12.43	0.01	111.49	110
N9				12.43	0.01	111.49	110
	N9-7	139.41	0.13941	12.43	0.01	111.49	110
7				12.43	0.01	111.49	110

Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse, les pressions et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et le réseau de distribution pour les variantes 1 et 2. Le calcul des pertes de charge ont été effectués selon la formule de Hazan-Williams:

$$Hf = 10.675 \cdot L \left( \frac{Q}{Chw} \right)^{1.852} \frac{1}{D^{4.87}} \dots\dots\dots(4)$$

Chw : est le coefficient de perte de charge qui dépend du type de matériau il varie entre 130 et 150 pour le PEHD et la fonte.

Selon les pressions des bornes, les diamètres des canalisations seront modifiés si la pression n'est pas suffisante.

Les résultats des calculs pour la variante 1 (Piquage direct) sont présentés dans la figure et les tableaux ci-dessous :

1/pour variante 1

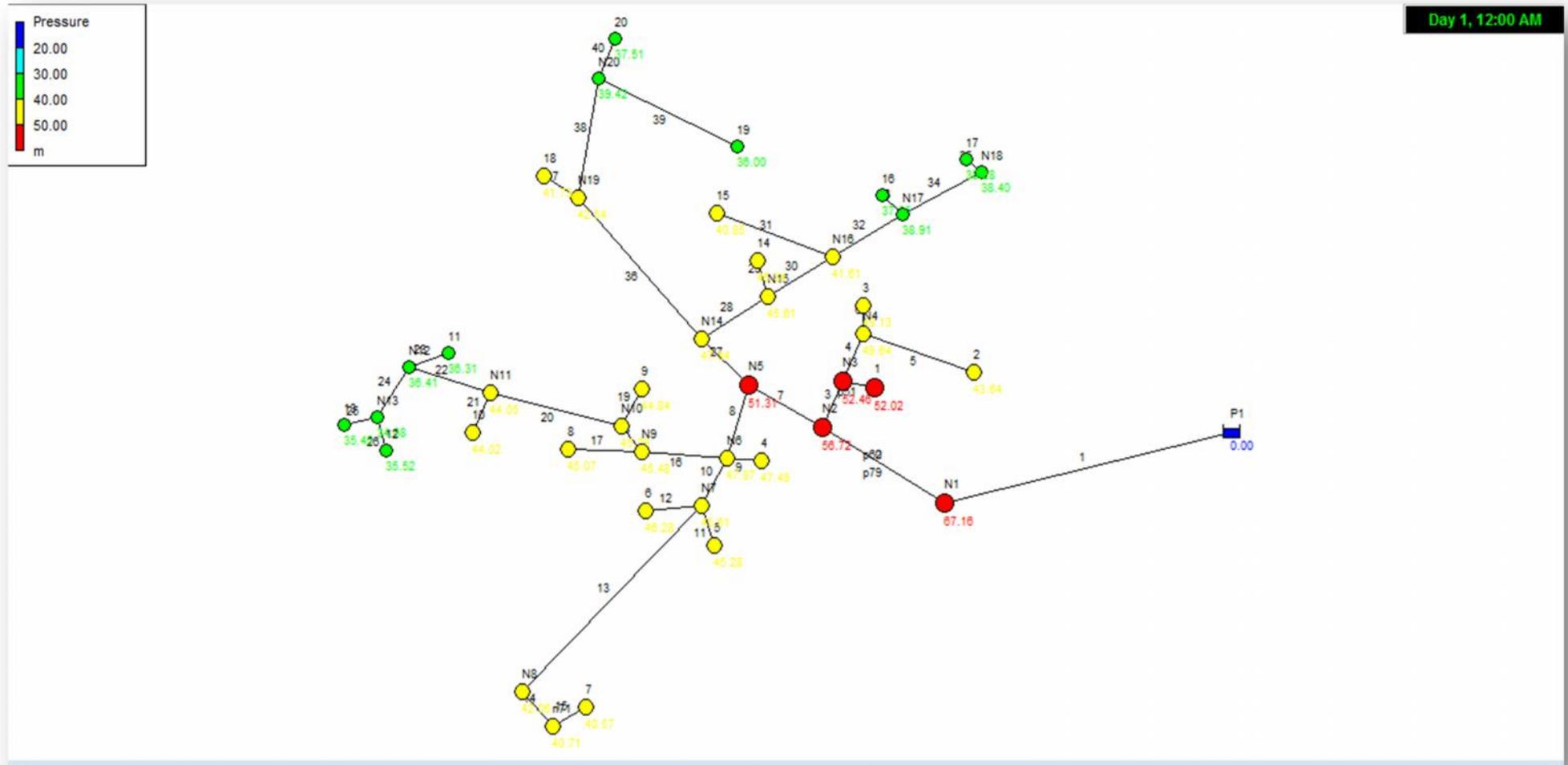


Figure V-1: Simulation du réseau de distribution de la variante 1 (Epanet)

**Tableau V.5:** Résultats de calculs (Altitudes des nœuds, demande, charge totale et pression).

Node ID	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
	m	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m	m
Jonc N13	797	123.48	123.48	831.68	34.68
Jonc 12	796	54.972	54.97	831.52	35.52
Jonc 13	796	68.508	68.51	831.45	35.45
Jonc N12	796	123.48	123.48	832.41	36.41
Jonc N11	795	167.112	167.11	839.05	44.05
Jonc 11	796	114.264	114.26	832.31	36.31
Jonc 10	795	43.632	43.63	839.02	44.02
Jonc 8	798	27.216	27.22	843.07	45.07
Jonc N6	799	354.564	354.56	846.87	47.87
Jonc N10	798	237.348	237.35	843.29	45.29
Jonc 9	798	70.236	70.24	842.84	44.84
Jonc 4	799	90	90	846.49	47.49
Jonc 6	798	116.568	116.57	844.28	46.28
Jonc 5	799	73.98	73.98	844.28	45.28
Jonc N7	799	235.296	235.3	844.61	45.61
Jonc N8	799	44.748	44.75	841.06	42.06
Jonc N20	797	208.872	208.87	836.42	39.42
Jonc 19	797	97.92	97.92	833	36
Jonc N19	797	333.396	333.4	839.54	42.54
Jonc 18	797	124.524	124.52	838.73	41.73
Jonc N14	799	621.396	621.4	846.94	47.94
Jonc 20	797	110.952	110.95	834.51	37.51
Jonc 16	799	111.348	111.35	836.05	37.05
Jonc N16	799	217.368	217.37	840.61	41.61
Jonc N18	799	30.708	30.71	837.4	38.4
Jonc 17	799	30.708	30.71	837.28	38.28
Jonc N15	799	288	288	844.61	45.61
Jonc 14	799	70.632	70.63	844.34	45.34
Jonc N2	801	1275.05	1275.05	857.72	56.72
Jonc 15	799	75.312	75.31	839.85	40.85
Jonc N3	801	299.088	299.09	853.46	52.46
Jonc 1	801	100.908	100.91	853.02	52.02
Jonc N4	801	198.18	198.18	850.64	49.64
Jonc 3	801	115.776	115.78	850.13	49.13
Jonc N1	802	1627.8	1627.8	869.16	67.16
Jonc 2	801	82.404	82.4	844.64	43.64
Jonc n71	800	44.748	44.75	840.71	40.71

Jonc N17	799	142.056	142.06	837.91	38.91
Jonc N5	799	975.96	975.96	850.31	51.31
Jonc 7	800	44.748	44.75	840.57	40.57
Jonc N9	798	264.564	264.56	843.48	45.48
P1	885	-	-9437.8	885	0

**Tableau V.6 :** Les résultats de calculs (les débits, les vitesses et les pertes de charge)

tronçon	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Perte de Charge Unit.
	m	mm	m <sup>3</sup> /h	m/s	m/km
Pipe 26	114.6	200	54.97	0.49	1.43
Pipe 23	127	300	114.26	0.45	0.77
Pipe 21	204.82	300	43.63	0.17	0.13
Pipe 19	200	200	70.24	0.62	2.25
Pipe 9	107.2	200	90	0.8	3.55
Pipe 10	155.14	300	560.09	2.2	14.57
Pipe 39	824.13	200	97.92	0.87	4.15
Pipe 37	123.9	200	124.52	1.1	6.48
Pipe 40	365.38	200	110.95	0.98	5.24
Pipe 35	59.01	150	30.71	0.48	1.97
Pipe 29	114.8	200	70.63	0.62	2.27
Pipe p51	100.8	200	100.91	0.89	4.39
Pipe 6	90.6	200	115.78	1.02	5.67
Pipe 2	433.4	700	7177.87	5.18	26.41
Pipe 5	489.6	150	82.4	1.3	12.26
Pipe p60	433.4	200	298.8	2.64	26.41
Pipe p79	433.4	200	-333.35	2.95	26.41
Pipe 3	152.15	300	796.36	3.13	27.96
Pipe 4	151.15	250	396.36	2.24	18.67
Pipe 28	237.3	400	966.13	2.14	9.85
Pipe 30	235.79	300	607.5	2.39	16.94
Pipe 32	221.41	250	314.82	1.78	12.18
Pipe 34	293.12	200	61.42	0.54	1.75
Pipe 33	87	150	111.35	1.75	21.4
Pipe 31	100	160	75.31	1.04	7.58
Pipe 38	368.13	300	417.74	1.64	8.46
Pipe 7	200	600	5738.62	5.64	37.04
Pipe 27	179	500	2463.19	3.48	18.8
Pipe 8	207.77	500	2299.46	3.25	16.55
Pipe 12	169.8	250	116.57	0.66	1.93

Pipe 11	133.09	200	73.98	0.65	2.47
Pipe 15	139.41	200	44.75	0.4	0.97
Pipe 24	227.2	300	-246.96	0.97	3.2
Pipe 22	1262.23	350	484.7	1.4	5.26
Pipe 20	413.14	350	-695.45	2.01	10.27
Pipe 36	901.92	400	-875.66	1.94	8.21
Pipe 8	9.3	350	1003.03	2.9	20.24
Pipe 16	200	400	-1294.8	2.86	16.94
Pipe 17	259.69	150	27.22	0.43	1.58
Pipe 14	100	200	-89.5	0.79	3.52
Pipe 13	476	200	-134.24	1.19	7.45
Pipe 25	110	200	-68.51	0.61	2.14
Pipe 1	691	800	-9437.8	5.22	22.92

**Variante N2 :**

La variante 02 est constituée de :

- Une station de pompage à côté du point de piquage ;
- Une conduite de refoulement en PEHD reliée à un réservoir.
- Une conduite d'adduction gravitaire en PEHD issue du réservoir de mise en charge sur un même linéaire et se raccordant au réseau d'irrigation.

La simulation par le logiciel EPANET permet de vérifier la faisabilité de cette variante en termes de pressions et de vitesse.

pour variante 2

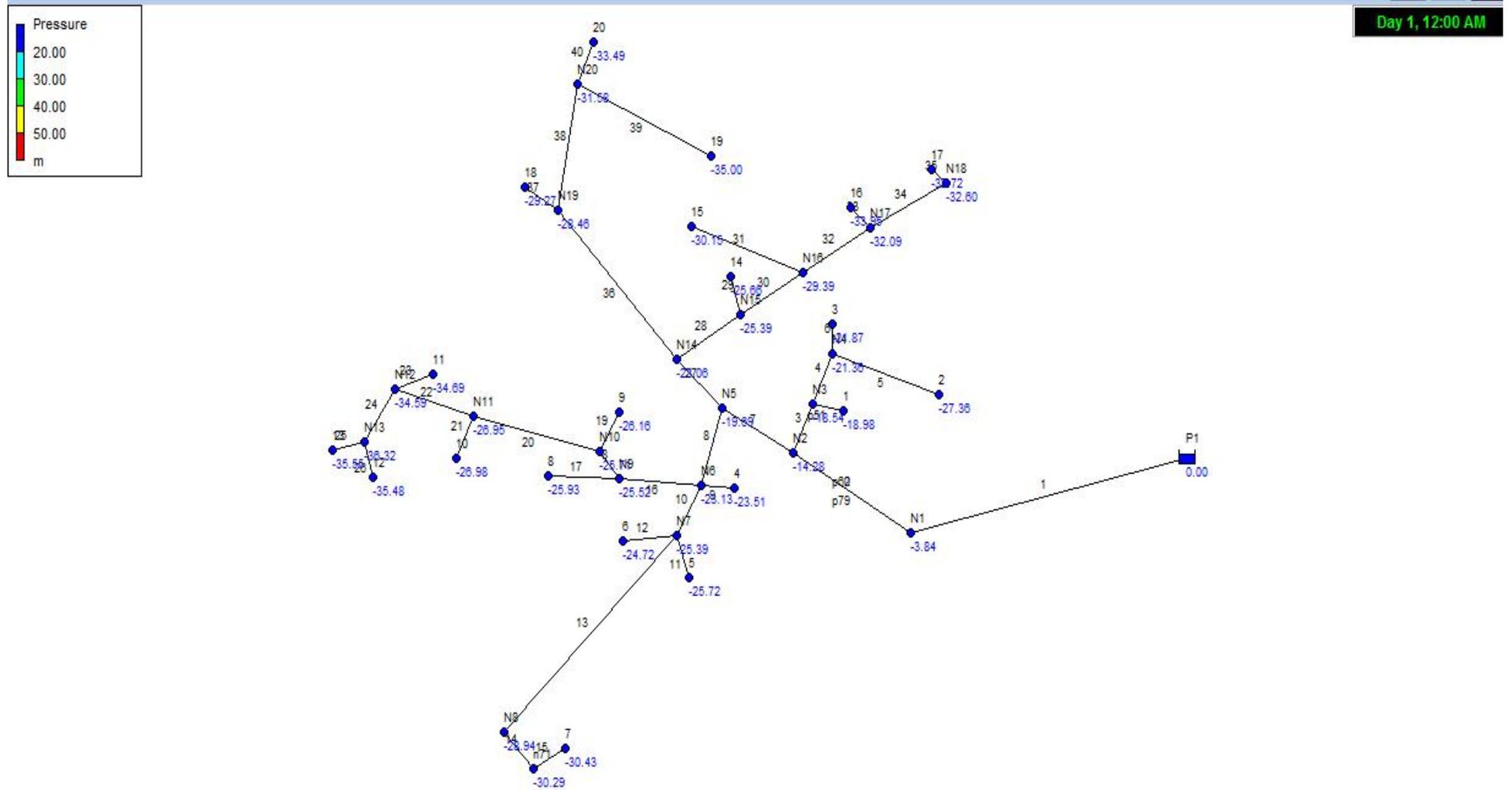


Figure V-2: Simulation du réseau de distribution de la variante 2 (Epanet)

D'après les résultats obtenus par le logiciel EPANET figure (V-2), on remarque que pour cette variante, plusieurs bornes présentent des pressions faibles voir négatives.

On conclut que la variante 2 (variante avec pompage et réservoir) n'est pas compatible avec les exigences du système d'irrigation de Ain Kercha. Cette variante est donc exclue.

**V.8 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons abordé les variantes d'aménagement du système d'adduction ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans un premier temps, il est apparu que la variante 1, qui est une variante avec piquage direct sur les bornes donnent des pressions adéquates pour des arrosages avec différents système d'irrigation (aspersions, gravitaire ou localisé). La simulation par Epanet de la variante 2, qui est une variante avec pompage et réservoir n'a pas aboutit aux exigences d'un système d'irrigation, et cela quelque soit la position du réservoir projeté.

Nous retenons donc la variante (N1) qui va alimenter le périmètre de Ain Kercha (Ouest) par un piquage direct sur la conduite de transfert Beni Haroun-Koudiet Medouar.

# **Chapitre VII**

## **Etude des techniques**

### **d'irrigation**

## Chapitre VI : Etude des techniques d'irrigation

### VI. 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.

### VI.1 L'irrigation de surface

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

#### VI.1.2. 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.

##### VI.1.2.1) L'irrigation par submersion

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la quelle 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 %.

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

#### a) Les avantages de l'irrigation de surface

- 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 ;

**b) les inconvénients**

- Pertes importantes d'eau ;
- Temps d'irrigation important ;
- Nécessité de nivellement du terrain.
- Main d'œuvre importante.

**VI.2 L'irrigation par surpression** : l'eau est acheminée aux cultures par pompage artificiel.

**VI.2.1) l'irrigation par aspersion**

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



**Figure. V.1 : l'irrigation par aspersion**

**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 élevé (prix d'achat du matériel très important) ;
- 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.2.2) l'irrigation localisée (goutte à goutte)**

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Mekki, 1988). L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



**Figure. V.2 : Système d'irrigation localisée**

### VI.2.3 Composition d'une installation goutte à goutte

#### 1-Point de fourniture d'eau :

Une crépine filtrante peut être nécessaire si la ressource en eau, constituée par un petit barrage (lac collinaire) ou un cours d'eau, contient de la matière organique ou des particules en suspension, mais non si elle est relativement propre (Veschambre & Vaysse, 1980).

#### 2- L'unité de tête :

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

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles, azote en particulier : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie.

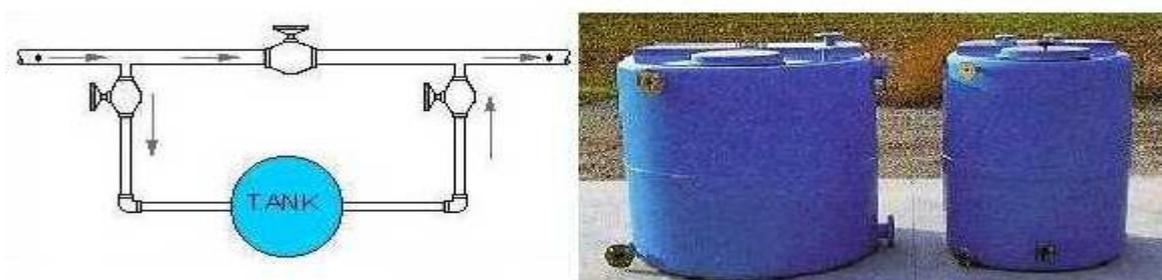


Figure V.3:Dilueur d'engrais

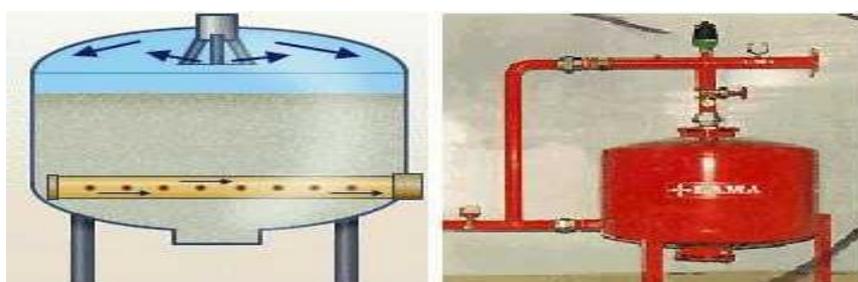


Figure V. 4:Filtre à gravier

### 3- Conduites et rampes

#### - La conduite principale :

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

#### - Le porte-rampes :

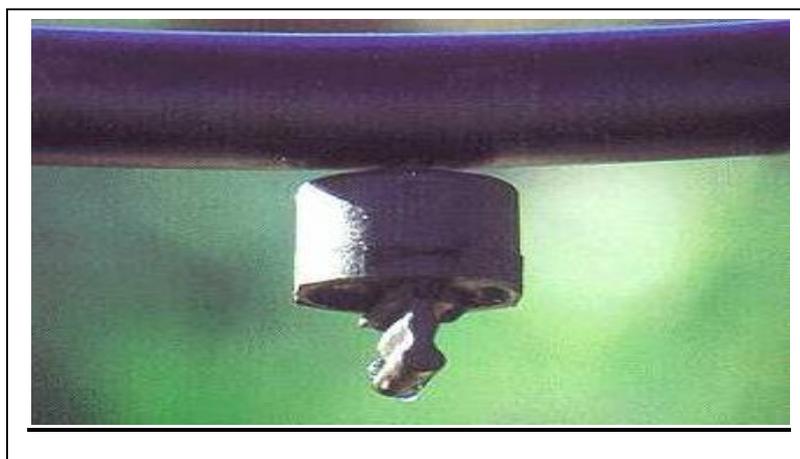
C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

#### - Les rampes :

Ce sont les conduites qui généralement en PEBD (polyéthylène basse densité), et sont équipés de distributeurs. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé.

#### - Les distributeurs :

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers (quelques l/h). Il existe de nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peut plus important (quelques dizaines de l/h).



**Figure V.5: Goutteur**

#### **Différents types de distributeurs**

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

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

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

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

### **Qualité de l'eau:**

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs. Les eaux de mauvaise qualité (trop chargées) sont généralement des eaux de surface (rivière, canaux lacs, bassins) riches en impuretés sous forme minérale ou organique. Si les éléments les plus gros sont retenus par une filtration efficace, les éléments très fins par contre traversent les filtres et se déposent à l'intérieur des distributeurs entraînant peu à peu une diminution de leur débit.

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

### **f.1.b-Nature du sol:**

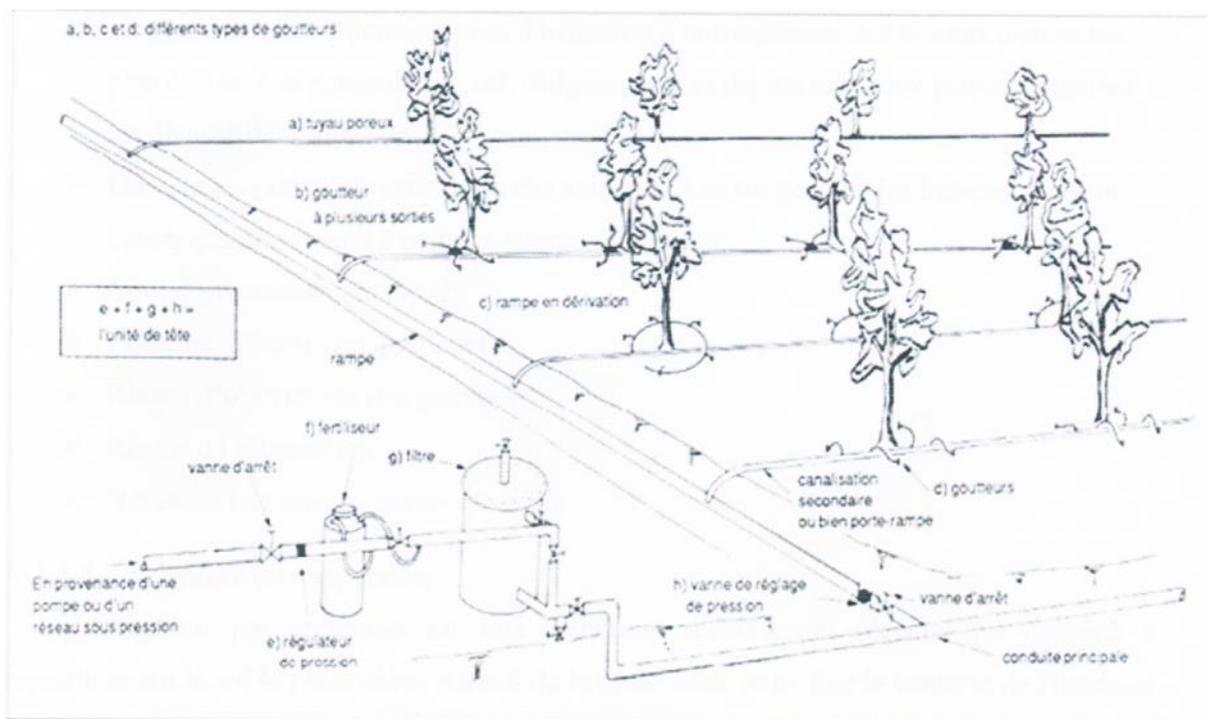
La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs. Dans certains sols très filtrants, sableux ou caillouteux comportant une nature grossière, pour lesquels la diffusion latérale de l'eau est faible, ainsi que dans certains sols argileux comportant des argiles gonflantes dont la dessiccation entraîne la formation de fentes retraites.

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

### **f.1.c-Nature des cultures:**

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

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



**Figure V.6 : Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte**

#### **a) Les Avantages de la technique du goutte à goutte**

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanente de la couche active de sol ;
- Economie d'eau et de la main d'œuvres (système fixe) ;
- Réduction des mauvaises herbes ;
- Réduction de l'évaporation ;
- Economie d'engrais ;
- Possibilité d'automatisation ;

#### **b) Les inconvénients du goutte à goutte**

- Coût très élevé du matériel ;
- Risque d'obstruction des goutteurs ;
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés ;
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).

**V.3) Choix de la technique d'arrosage :**

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage (Boulifa, 2011).

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

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

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
• Contraintes naturelle				
▪ Evaporation	+	+	++	++
▪ Vent	+++	+++	++	+++
▪ Texture (limono-argileuse)	++	++	++	+++
▪ Perméabilité (moy)	++	++	+++	++
▪ Pente (<0.5%)	+++	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau d'irrigation (bonne)	+++	+++	+++	+++
• Contraintes agronomique				
▪ Maraîchage	+++	++	++	+++
▪ céréales	x	x	+++	x
▪ arbres	+++	+	x	+++
• C. technique				
▪ Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
• économie d'eau	x	x	++	+++

**Remarque :**

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

++: Adapté ; +++: Très Adapté

**VI.4 Conclusion**

En tenant compte des conditions climatiques de la région d'étude, de la nature du sol, de l'aptitude culturale et du 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 de surface, qui exigent des volumes d'eau importants, et aboutissent à des rendements agricoles faibles.

Donc pour l'irrigation des cultures (céréalières et fourragères) on opte pour l'irrigation par aspersion, pour l'arboriculture et certaines cultures maraichères on opte pour l'irrigation goutte à goutte.

# **CHAPITRE VIII**

## **DIMENSIONNEMENT A LA**

## **PARCELLE**

## **CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE**

### **Introduction**

Le présent chapitre concerne le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée (le système goutte à goutte), dont les principales caractéristiques ont été définies précédemment. Pour ce projet, nous avons choisi d'étudier la culture de l'olivier et la tomate qui connaissent un engouement dans la région d'Oum Bouaghi, et cela vu les qualités agronomiques et commerciales de ces cultures.

### **VII.1. Données générales :**

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail (Bendada, 2013).

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°3 alimentée par la borne N°2 (borne à deux prises) et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 3.2 bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 8.93 hectares, répartie en deux parcelles de tailles 4.45 et 4.48 hectares.

#### **Culture : Olivier**

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 140.45mm

#### **Caractéristique du goutteur :**

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 1 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

## VII.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

### VII.2.1. Influence du taux de couverture du sol

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite (Ollier & Poirée, 1981).

On applique alors à l'ETM un coefficient de réduction :  $K_r$

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) pour les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots(1)$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots(2)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots(3)$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égal à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.71$  selon Keller et Karmeli

$K_r = 0.80$  selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$  selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r \quad (B_j = 4.805 \text{ mm/jour}) \dots\dots\dots(4)$$

$$B_{ji} = 4.805 * 0.8 = \mathbf{3.844 \text{ mm/j}}$$

## A) Pour l'olivier

### A.1. Dose nette (dose pratique)

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (goutte à goutte ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  :

La dose pratique (nette) qui correspond à la RFU étant calculée comme suit :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z \dots\dots\dots(5)$$

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ (26%)

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (15%)

$Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1200 mm)

$D_a$  : densité apparente du sol ( $D_a=1.1$ )

$$D_p = (26-15)/100 \cdot 1200 \cdot 2/3 \cdot 1.1 = 96.80 \text{ mm.}$$

$P$  : Pourcentage du sol humidifié, il est calculé comme suit :

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \dots\dots\dots(6)$$

$P$  : Volume du sol humidifié ;

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre (égal à 2) ;

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m)

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée (1m)

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre (4m)

$S_a$  : espacement des arbres sur les rangs (4m)

$$P = 25\%$$

Donc la dose nette corrigée devient:

$$D_p = D_p = 96.8 \cdot 0.25 = 24.2 \text{ mm.}$$

### A.2 Calcul de la dose brute :

$$D_{brute} = \frac{D_p \cdot 0.38}{C_u \cdot \text{eff}} = \frac{96.80 \cdot 0.25}{0.9 \cdot 0.9} = 29.9 \text{ mm / mois} \dots\dots\dots(7)$$

$C_u$  : coefficient d'uniformité  $C_u=90\%$

$\text{Eff}$  : efficience du réseau d'irrigation  $\text{Eff}=90\%$

**A.3.Fréquence des arrosages :**

La fréquence des arrosages se calcule à partir des besoins en eau journaliers de la culture et de la dose nette apportée à chaque arrosage. La fréquence d'arrosage (intervalle entre 2 arrosages) est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{Dose\ nette}{Bjl} = \frac{24.2}{3.75} = 6.28\ jours \dots\dots\dots(8)$$

Donc on prend un intervalle de **6 jours**.

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$Dr = 6 * 3.84 = \mathbf{23.064mm}$$

Et la dose brute :

$$Dbrute = \frac{Dr}{Cu*eff} = \frac{23.064}{0.9*0.9} = \mathbf{28.47mm} \dots\dots\dots(9)$$

**A.4.Durée d'arrosage par mois**

$$\theta = \frac{Db*Sa*Sr}{n*qq} = \frac{28.47*4*4}{4*2} = 56.95\ heures/mois \dots\dots\dots(10)$$

**A.5.Durée d'arrosage journalier :**

$$Dj = \frac{durée\ d'arrosage}{Fr} = \frac{56.95}{6} = 9.49\ heures \dots\dots\dots(11)$$

**A.6.Nombre de poste :** Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{Temps\ de\ travail}{Durée\ d'arrosage\ journalier} = \frac{20}{9.49} = 2\ postes \dots\dots\dots(12)$$

**A.7.Surface de la parcelle :**

$$Sp = \frac{Surface\ totale}{Nombre\ de\ poste} = \frac{4.45}{2} = 2.225\ ha \dots\dots\dots(13)$$

## A.8.Calculs hydrauliques

### A.8.1.Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \dots\dots\dots(14)$$

La variation maximale de la pression

$q = K.H^x$  avec  $x=0.5$  (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots(15)$$

Telle que :  $q(g)$  : débit nominal du goutteur

$H(n)$  pression nominal

$$0.1 = 0.5 \frac{\Delta H(\max.)}{10} \dots\dots\dots(16)$$

$$\Delta H(\max)=1/0.5 = 2\text{mce.}$$

### A.8.2.Le débit :

$$Q_r = Q_g * N_r \dots\dots\dots(17)$$

$$Q_{pr} = Q_r. N_r$$

Avec:

$Q_r$  : Débit de rampe

$Q_g$ : Débit des goutteur

$N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe

$N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$ : Débit de porte rampe

Avec : La longueur de la rampe ( $L_r$ ) : 200. m

La longueur de la porte rampe ( $L_{pr}$ ): 200 m

La longueur de la conduite secondaire ( $L_s$ ) : 150 m

**A.8.1.1. Le nombre d'arbres par rampe:**

$$N \text{ arbres} = L_r/E_r = 200/4 = 50 \text{ arbres}$$

**A.8.1.2. Nombre de goutteurs par rampe**

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 50 * 2 = 100 \text{ goutteurs}$$

**A.8.1.3. Le nombre de rampes:**

$$N_r = L_{pr}/E_r = 200/4 = 50 \text{ rampes}$$

**A.8.1.4. Débit de la rampe:**

$$Q_r = N_g * Q_g \dots\dots\dots (18)$$

$$Q_r = 100 * 4 = 400 \text{ l/h}$$

**A.8.1.5. Débit de la porte rampe:**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 400 * 50 = 20\,000 \text{ l/h} \dots\dots\dots (19)$$

**A.8.1.6. Débit de la conduite secondaire**

Etant donné que nous avons 1 porte rampe :

$$Q_{cs} = Q_{pr} * N_{pr} = 20\,000 * 1 = 20\,000 \text{ l/h} \dots\dots\dots (20)$$

**A.9. Dimensionnement des différentes parties du réseau :**

pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

le diamètre de rampes ainsi que des porte rampes est calculé d'après les formule suivante :

$$\Phi_r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (21)$$

$$\Phi_{pr}(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (22)$$

Avec :

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe
- Q(r) : le débit de la rampe en l/h
- L(r) : la longueur de la rampe en m

- $\varnothing_{r(cal)}$  : le diamètre de rampes
- $\varnothing_{pr(cal)}$  : le diamètre de porte rampe

### A.10 Vérification des pertes de charges :

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, on applique la formule de « Tison ».

La perte de charge unitaire

$$i = \frac{0.478}{2.75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \dots\dots\dots(23)$$

La perte de charge le long de la conduite en (m)

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i \dots\dots\dots(24)$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

### A.11.Calculs hydrauliques de la rampe :

**Tableau VII.1 Caractéristique de la conduite de la rampe**

culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	4.45	200	100	400	1.2	18.47	20	0.35	0.30

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 1.2 mce (hr max).

**A.12. Calculs hydrauliques du porte rampe :****Tableau VII.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe**

culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	4.45	200	50	20 000	0.6	90.3	90	0.87	0.52

La valeur de la perte de charges calculée est inférieure à 0.6 mce (hpr max).

D'après les deux tableaux précédents, on voit que les pertes de charges totales n'ont pas dépassé la limite imposée par la règle de Christiansen.

**A.13. Calcul des diamètres de la conduite secondaire :**

La conduite secondaire alimente les deux parcelles d'oliviers ayant des surfaces respectivement de 4.45 et 4.48 ha. Les deux parcelles sont relativement homogènes en exploitations. Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}}$$

avec : Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s);  
V : Vitesse d'écoulement (m/s).

**A.13.1. Calcul de caractéristique de conduites secondaires :****Tableau VII.3 Caractéristique de la conduite secondaire**

culture	Surface ha	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	8.93	150	40 000	1.25	106	110	1.17	0.79

**A.14. Calcul du diamètre de la conduite principale à la sortie de la borne****Tableau VII.4 : Caractéristique de la conduite d'approche**

L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	h cal(m)
15	40 000	1.25	106	110	1.17	0.06

### A.15. La pression d'eau à la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution à la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

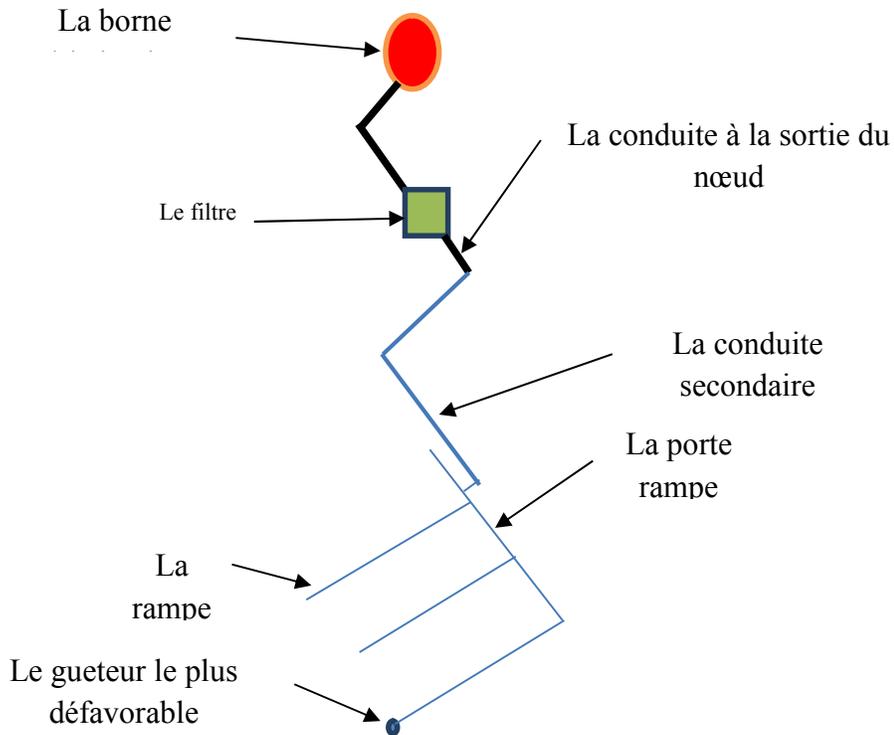


Figure VII.1 :Schéma explicatif de la desserte borne-goutteur

#### Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable :

Tableau VII.5

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur(m)	200	200	250	15
Diamètre(m)	20	90	110	110
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0.0001	0.006	0.011	0.011
Pertes de charge(m)	0.3	0.52	0.79	0.06

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable ; Donc la pression demandée à la borne égale a la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 + 0.3 + 0.52 + 0.79 + 0.06 = 11.67 \text{m};$$

### B) Pour la tomate

L'irrigation goutte à goutte de la tomate permet une économie d'eau importante, en effet les cultures maraichères consomment une quantité importante d'eau, dans le tableau suivant, on présente les résultats de calcul (récapitulatif) pour les deux cultures : l'olivier et la tomate.

### VII.2. Tableau de tous les résultats:

**Tableau VII.6 tous les résultats de dimensionnement**

culture	Olivier	Tomate
Ilot numéro	3	22
Borne numéro	2	16
Pression de la borne	32.97	30.56
Surface ha	8.93	3.08
ETM	144.15	139.314
Profondeur de racine m	1.2	1
RU_CAL mm	96.6	80.67
DOSE Pratique mm	24.2	20.17
Dose brute	29.9	24.90
Fréquence des arrosages	6	6
Espacement rang	4	1
Espacement arbre	4	0.7
Durée arrosage heures	56.95	9.63
Durée arrosage journalière heures	9	2
Temps de travail	20	20
Nombre de poste	2	10
Surface poste irrigué	4.45	0.31
Nombre de goutteurs	2	1
Q goutteurs l/s	4 l/s	2
Dose besoins journalière mm	4.805	4.64

DIMENSIONNEMENT		
Largeur parcelle m	200	180
Longueur Rampe m	200	180
Longueur porte rampe m	200	170
Longueur Cdt secondaire m	150	100
Longueur Cdt principale à la sortie de la borne m	15	15
Nbre arbre rampe	50	180
Nbre Goutteur rampe	100	180
Nbre rampe	50	170
Q débit rampe l/h	400	360
Nbre porte rampe	1	1
Q porte rampe l/h	20000	61200.00
Q débit Cdt secondaire l/h	20000	61200.00
<b>Perte charge rampe</b>		
Diam Rampe cal mm	18.47	17.38
Diam normalisé mm	20	20
Vitesse (m/s) m/s	0.354	0.32
Perte charge Di normalisé m	0.299	0.22
<b>Perte charge prote Rampe</b>		
Diam prote Rampe cal mm	90.311	131.78
Diam normalisé mm	90	150
Vitesse m/s	0.873	0.96
Perte charge Di normalisé m	0.222	0.34
<b>Conduite secondaire</b>		
Diam calculé mm	106.38	143.58
Diam Normalisé mm	110	150
Vitesse normalisé m/s	1.169	0.96
Perte de charge totale m	0.593	0.19
<b>Conduite Borne</b>		
Diam calculé mm	106.38	143.58
Diam Normalisé mm	110	150
Vitesse normalisé m/s	1.169	1.79
Perte de charge totale m	0.059	0.12

#### **VII.4 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour deux types de cultures l'olivier et la tomate.

En irrigation gravitaire, ces cultures consommeraient des volumes d'eau importants, de plus les rendements sont généralement faibles. Avec l'irrigation localisée, non seulement nous avons une efficacité de l'eau d'irrigation, mais aussi des rendements des cultures très élevés, ce qui permettra d'intensifier les cultures dans cette région riche mais semi-aride qui est la wilaya de Oum El Bouaghi.

# **CHAPITRE IX**

## **ESTIMATION DE**

## **PROJET**

## Chapitre VIII Calcul technico-économique

### Introduction

L'étude économique d'un projet est indissociable de l'étude technique, car c'est à partir de ses résultats qui vont nous orienter vers la faisabilité économique du projet.

À titre d'exemple nous pouvons citer les enjeux de l'étude technico-économique :

- L'enveloppe à débloquent pour la réalisation du projet et sa disponibilité.
- Les intérêts économiques et sociaux du projet face à l'importance de l'enveloppe budgétaire débloquée.

Dans le cadre de notre travail, l'étude qui va suivre n'a pour but que de donner une estimation générale sur le coût que peut occasionner un projet de ce genre.

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

### VIII.1. Devis de réseau d'irrigation localisée.

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau VIII.1.** Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	40600	34.01	1380806
TubeØ90 PEHD	m/l	200	420.14	84028
TubeØ110 PEHD	m/l	165	632.3	104329.5
TubeØ150 PEBD	m/l	1180.3	1132.24	1336382.872
TubeØ160 PEBD	m/l	100	1361.17	136117
TubeØ200 PEHD	m/l	4069.23	2932.06	11931226.51
TubeØ250 PEHD	m/l	542.36	3519.72	1908955.339

TubeØ300 PEBD	m/l	1234.44	4508.21	5565114.752
TubeØ400 PEHD	m/l	437.3	6007.06	2626887.338
TubeØ500 PEHD	m/l	386.77	8117.61	3139648.02
TubeØ600 PEBD	m/l	200	11980.53	2396106
TubeØ700 PEBD	m/l	433.4	14879.51	6448779.634
TubeØ800 PEHD	m/l	691	16997.21	11745072.11
Vanne Ø110	U	1004	12000	12048000
Vanne Ø150	U	82	14000	1148000
Vanne Ø90	U	12	4500	54000
Goutteur réglable	U	26500	6.13	162445
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	31200
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832.92	13500
TOTAL 1				62 260 598.08

## VIII.2.Factures Pro-forma de station de pompage, conduite principale et réservoir

### VIII.2.1.Calcul du volume de terrassement

#### VIII.2.1.a. Largeur du fond de la tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est obtenue par la formule :

$$B = d + (0.5-1.2) \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

#### V.2.1.b. Profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

2

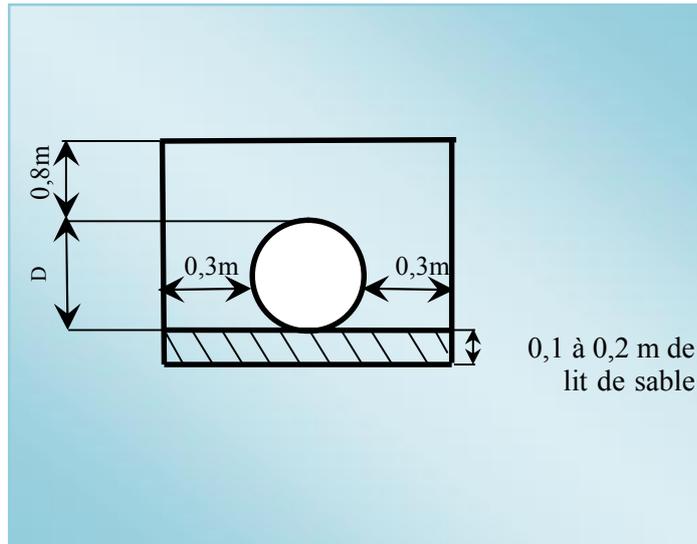


Figure VIII.1 : Schéma d'une tranchée

$$H = e + d + h \text{ (m)} \dots\dots\dots(2)$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur de lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

**VIII.2.2.La conduite principale**

**VIII.2.2.a. Calcul du volume de déblai**

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S = B * H \dots\dots\dots(3)$$

$$B = d + (0.5-1.2)$$

Donc :  $B = 1 + \emptyset$

$$H = 1 + \emptyset \text{ m}$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau V-2

**Tableau VIII.2:** calcul du volume de déblai

Diamètre (mm)	longueur de la conduite (m)	largeur d'une tranchée b :(m)	Hauteur de La tranchée(m)	Volume de déblai (m3)
800	691	1	1.2	829.2

**VIII.2.2.b. Calcul du volume de lit de sable**

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond de la tranchée, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante

$$V = e * b * L$$

**Tableau VIII.3.**calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m 3)
0.12	691	1	82.92

**VIII.2.2.c. Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par le lit de sable ;

$$V_r = V_d - (V + V_s)$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L * \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

$L$  : Longueur de la conduite

$D$  : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau V-4.

**Tableau VIII.4 .**Calcul du volume de remblai

Diamètre (mm)	Déblai (m3)	Conduite (m3)	Sable (m3)	Remblai (m3)
800	829.2	347.1584	82.92	399.1216

### V.2.3. Devis estimatif pour le terrassement, la station et le réservoir

**Tableau VIII.5.**Factures pro-forma terrassement, station de pompage et le réservoir.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m3	829.2	300	248760
2) lit de sable	m3	82.92	800	66336
3) remblaiement de la tranchée	m3	399.1216	200	79824.32
TOTAL 02				394920.32

### VIII.2.4. Devis estimatif total

$$D = \text{total 01} + \text{total 02} = 62\,655\,518.4 \text{ DA}$$

Les prix unitaires sont fournis par la STPM-CHIALI en toute taxe.

### Conclusion

D'après le coût de la projection des réseaux que nous avons obtenus, on remarque que l'estimation financière du réseau d'irrigation localisée est relativement importante. Cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, et à la filtration qui demande des équipements trop chers.

Cependant, tenant compte des potentialités qu'offre la wilaya d'Oum El Bouaghi, le projet est rentable à long terme.

## Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de Ain Kercha secteur Ouest situé dans la wilaya de Oum El Bouaghi, en vue de dimensionner un réseau d'irrigation dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel en irrigation.

Néanmoins, les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions socio-économiques que présente l'aire du périmètre de Ain Kercha, sont favorables à la mise en irrigué du périmètre. L'irrigation du périmètre sera assurée principalement par un piquage au niveau de la conduite de transfert de barrage Beni Haroun vers le barrage Koudiet Medouar.

La desserte du périmètre d'Ain Kercha sera assurée par un réseau de distribution affectant une superficie de 414.11 ha et avec une pression minimale supérieure à 2.5 bars, ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les cultures arboricoles et maraîchères.

Une fois que les conditions agronomiques et hydrauliques seront pratiquées, les exploitations agricoles dégageront des rendements appréciables, qui reflèteront les vraies potentialités du périmètre.

La projection de 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, indispensable pour une région semi-aride telle que la wilaya de Oum El Bouaghi.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

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

[2] B. TOUAIBIA . (2004). (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).

[3] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures

[4] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F)

[5] Mr: B. Boulifa (2011) : Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI).

[6] D. Veschambre \$ P. Vaysse, (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;

[7] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;

[8] T.BENDADA (2013) : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre Tlaghma- Secteur Sud- (Wilaya de Mila) d'une superficie de 358 ha. À partir du barrage réservoir.

[9] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.

[9] Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

**Sitographie :**

[http://www.agrometeo.fr/coef\\_culturaux.asp](http://www.agrometeo.fr/coef_culturaux.asp)

<http://www.irrijardin.fr/boutique/goutte-a-goutte/toutes-les-marques/all>

*ANNEXES*

## ANNEXE1

Tableau 2 : Aptitudes culturales des sols de la zone d'étude

Paramètre de classification	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
Classe d'aptitude à l'irrigation								
<b>Classe I</b>	> 120	-Texture moyenne (Sablo argileuse, limoneuse)	-Pas de problème de salinité <1 -Calcaire actif < 5%	Plane	2-6 (bonne)	Ne nécessite pas un drainage	Bonne aptitude pour toutes les cultures arbustives, industrielles, céréalières, fourragères et maraîchères	Leur aptitude à l'irrigation est bonne Aucune contrainte majeure pour la mise en valeur.
<b>Classe II</b>	> 80	-Sablo- limoneuse -Limono- sableuse et limono argileuse	-La salinité varie de 4 à 8 -Teneur en calcaire actif ≤ 7%	Plane	-Pour les sols à texture fine 0,5-2 -Texture grossière 6-12,5	Nécessite un drainage	-Moyennement apte à toutes les cultures industrielles céréalières fourragères et maraîchères	-Les travaux d'aménagement nécessaires sont mineurs, notamment l'apport d'engrais minéraux et organique

Paramètre de classification Classe d'aptitude à l'irrigation	Profondeur (cm)	Texture	Salinité mmohs/cm	Topo	Perméabilité (cm/h)	drainage	Aptitudes culturales	Observations
<b>Classe III</b>	40 à 80	-Salo –limoneuse (à forte teneur en sable)  -Argilo- sableuse, argilo limoneuse	Présente dans les endroits à texture fine 8÷12 calcaire actif entre 7 et 12%	Pente faible	-Pour les sols à textures fine (0,1÷0,5) - Pour les sols à texture grossière (12,5÷25)	Nécessite un drainage	-Moyenne aptitude aux cultures maraîchères céréalières et fourragères et peu aptes aux cultures arbustives et industrielles	Labours profonds, apport de matières organiques, plantation des brises vents
<b>Classe IV</b>	40 à 80	-Texture fine argileuse ou très légère sableuse  -Présence de croûtes calcaires	-Varie de  12 ÷ 16  -Teneur en calcaire actif > 12%	Par endroit la pente est forte	Variable	Nécessite un drainage	Faible aptitude aux cultures maraîchères et fourragères et inaptes à l'arboriculture	-Lessivage localisé  -Des engrais organiques et minéraux  -Labour profond et assainissement de surface.

<b>Paramètre de classification</b>	<b>Profondeur (cm)</b>	<b>Texture</b>	<b>Salinité</b>	<b>Topog</b>	<b>Perméabilité (cm/h)</b>	<b>drainage</b>	<b>Aptitudes culturales</b>	<b>Observations</b>
<b>Classe d'aptitude à l'irrigation</b>			<b>mmohs/cm</b>					
<b>Classe V</b>	< 40	-Affleurement de la dalle calcaire par endroits  -Charge caillouteuse >50%	Salinité  > 16	Pente supérieure à 20%	Très faible	Nécessite un drainage	-Inapte à toutes les cultures  -Aptitude moyenne pour l'olivier, la vigne, le figuier et les céréales en sec	Inapte à l'irrigation

# ANNEXE2

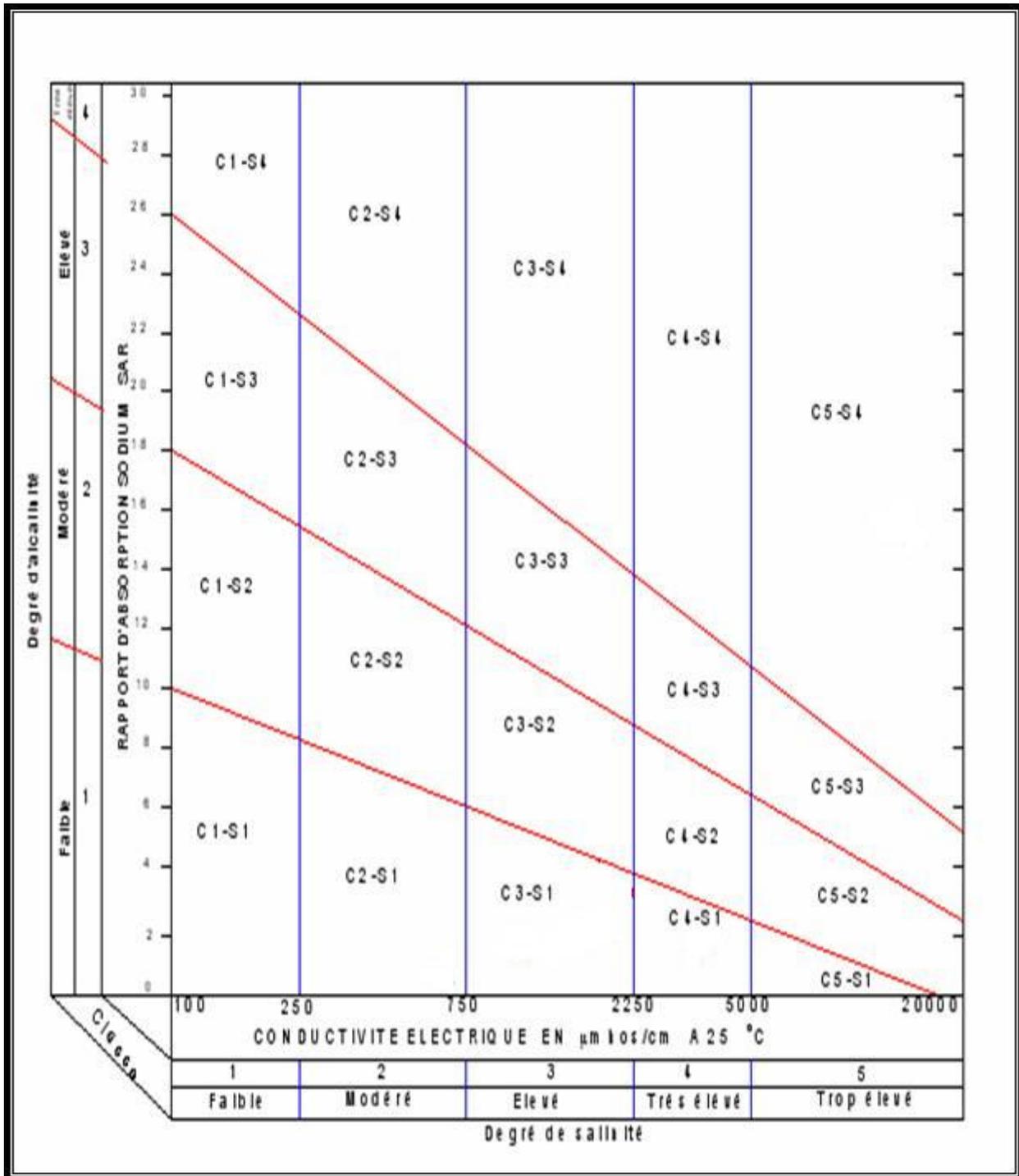


Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

## ANNEXE 3

Tableau 5–Coefficients culturaux

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Bersim	1,01									0,65	0,95	1
Maïs -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			
Tomates			0,40	0,70	1,05	1,05	0,60					