

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 :**

**DIMENTIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU  
PERIMETRE DE REHIA A PARTIR DE LA RETENUE  
COLLINAIRE AHMED BEN MOHAMED  
W. D'OUM EL BOUAGHI**

**PRESENTE PAR :**

**Mr : MAAZIZ Hichem**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>Mr : MESSAHEL Mekki</b>	Professeur	Président
<b>Mr : BENKACI Tarek</b>	M.C.B	Examineur
<b>M<sup>me</sup> : MAZOUZI Sabra</b>	M.A.B	Examinatrice
<b>M<sup>me</sup> : BOUCHAMA Hacina</b>	M.A.A	Examinatrice
<b>M<sup>me</sup> : SAADOUNE Samra</b>	M.A.A	Promotrice

**Septembre - 2015**

## ملخص:

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية دراستي هو تحديد الأبعاد لشبكة تزويد وتوزيع المياه على مستوى المساحة الزراعية لمنطقة الرحية ولاية ام البواقي، والذي يسعى إلى زيادة المردودية الفلاحية وذلك باستعمال أفضل التقنيات الخاصة بالسقي وتسيير أنجع للموارد المائية.

لتحقيق هذا الهدف قمنا باقتراح أنظمة سقي حديثة نذكر منها السقي بالتقطير، استعمالا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي ولما تتميز به هذه الأنظمة من فوائد خاصة الاقتصاد المعتبر للمياه.

## Résumé :

L'objectif de ce mémoire de fin d'études rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation, et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par l'adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée. Ce système présente de multiples avantages, comme l'efficacité de l'eau et l'obtention de rendements importants.

## Abstract :

*The aim of this present work has an aspect of the actual policy of the irrigated Areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and Potentialities preservation: water resource and ground resources on the other part. This by adoption of modern irrigation system, which their reliability, localized Irrigation, the most developed with the evolution of science and Technology. This system present many advantages like the water efficiency and the high yields of crops.*

## SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i> .....	1
------------------------------------	---

### *Chapitre I : Présentation de la région d'étude*

I.1) Présentation de la wilaya d'Oum El Bouaghi .....	2
I.2) Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....	3
I.3) Etude socio-économique de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....	4
I.3.1) L'agriculture.....	4
I.3.2) Le patrimoine forestier .....	4
I.3.3) Ressources hydrauliques.....	4
I.3.4) Perspectives de développement.....	5
I.4) Localisation et présentation du périmètre d'étude .....	6
Conclusion.....	7

### *Chapitre II : Etude climatologique*

Introduction.....	8
II.1) Présentation de la station météorologique.....	8
II.2) Pluviométrie.....	8
II.3) Température de l'air .....	9
II.4) Humidité relative de l'air .....	10
II.5) Le Vent .....	11
II.6) Fréquence des directions des vents Annuel.....	11
II.7) Insolation .....	11
II.8) Les Phénomènes climatiques accidentels.....	12
II.8.1) La neige .....	12
II.8.2) La grêle.....	12
II.8.3) Les gelées.....	12
II.8.4) Sirocco.....	13

II.9) Evaporation .....	13
II.10) Indices climatiques.....	13
II.10.1) Indice d'aridité de Martonne.....	14
II.10.2) Quotient pluviométrique d'Emberger .....	16
II.10.3) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.....	17
Conclusion.....	18

### ***Chapitre III : Ressources en sol***

Introduction .....	19
III.1) classification des sols.....	19
III.1.1) types des sols.....	19
III.1.1.1) sols bruns calcaires modaux à encroutement peu profond .....	19
III.1.1.2) sols bruns calcaires modaux à encroutement assez profond.....	20
III.1.1.3) sols bruns calcaires modaux limono argileux.....	20
III.1.1.4) sols bruns calcaires modaux à amas gypseux.....	20
III.2) Caractéristiques physico-chimiques des sols.....	21
III.2.1) l'interprétation des résultats.....	28
III.3) Etude des aptitudes culturales.....	28
III.3.1) Les cultures céréalières et fourragères : C.....	29
III.3.2) Les cultures maraichères : M.....	29
III.3.3) Les cultures arboricoles : B.....	29
III.4) Les travaux et aménagements recommandés.....	31
Conclusion.....	31

### ***Chapitre IV : Ressources en eau-Hydrologie***

#### ***Ressources en eau***

Introduction.....	32
IV.1) Retenue collinaire de « AHMED BEN MOHAMED » .....	32
IV.2) Destination de la retenue.....	32
IV.2.1) Données générales.....	32
IV.2.2) Caractéristique climatique – hydrologique.....	32
IV.2.3) Géologie de la retenue.....	33

IV.3) Etude de la qualité de l'eau d'irrigation.....	33
IV.4) Effet sur le fonctionnement du réseau.....	33
IV.5) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.....	33
IV.5.1) Les limites admissibles.....	34
IV.5.2) Température de l'eau.....	37
IV.5.3) Le pH.....	37
Conclusion.....	37

### *Etude Hydrologique*

Introduction.....	37
IV.6) Choix de l'échantillon à analyser.....	37
IV.7) Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique.....	39
IV.8) Etude de l'échantillon et choix du type de loi d'ajustement.....	41
IV.8.1) Ajustement à la loi de Gauss ou loi normale.....	41
IV.8.2) Test de validité de l'ajustement à la loi choisie.....	43
IV.8.3) Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	44
IV.8.4) Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	46
IV.9) Détermination de l'année de calcul.....	47
Conclusion.....	48

### *Chapitre V : Etude des besoins en eau des cultures.*

Introduction.....	49
V.1) Calcul de L'évapotranspiration.....	49
V.1.1) L'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>o</sub> ).....	49
V.1.2) L'évapotranspiration maximale.....	49
V.1.3) Les Coefficients culturaux (K <sub>c</sub> ).....	52
V.2) La réserve facilement utilisable (RFU).....	52
V.2.1) Les profondeurs d'enracinement.....	53
V.3) Cycle végétatif des cultures.....	53
V.3.1) Assolement et rotation proposés.....	54
V.3.2) Les pourcentages proposés aux différentes cultures.....	55
V.4) Calcul des besoins en eau- bilan hydrique.....	56
V.4.1) Calcul de la pluie efficace.....	56
V.4.2) Calcul des débits spécifiques.....	57
V.5) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre.....	62
Conclusion.....	62

## ***Chapitre VI : Etude du système d'adduction***

Introduction.....	63
V.1) Schéma d'aménagement.....	63
V.1.1) présentation de la variante.....	63
VI.2) Ilot d'irrigation.....	64
VI.2.1) Découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	64
VI.2.2) Tracé du réseau de distribution.....	65
2.1) Tracé par proximité.....	65
2.2) Tracé à 1200.....	65
2.3) Le tracé économique.....	65
VI.2.3) Modalités de fourniture de l'eau.....	66
3.1) Distribution continue.....	66
3.2) Distribution par rotation ou par tout d'arrosage.....	66
3.3) Distribution à la demande.....	67
VI.3) Calcul des débits des ilots.....	67
VI.4) Choix du type de borne.....	68
VI.4.1) Choix de diamètre de la borne.....	68
VI.4.2) Pression demandée aux bornes d'irrigation.....	68
VI.5) Calcul hydraulique des canalisations.....	69
VI.5.1) Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution....	69
VI.5.1.1) Choix du type de matériau.....	69
VI.5.2) Dimensionnement des canalisations.....	69
VI.5.3) Calcul des pertes de charge.....	71
VI.5.4) Réservoir REHIA.....	71
VI.5.5) Simulation du réseau de distribution par logiciel Epanet.....	72
Conclusion.....	75

## ***Chapitre VII : Etude des techniques d'irrigation***

Introduction.....	76
II.1) Les différents technique d'arrosages.....	76
VII.1.1) L'irrigation de surface.....	76
a)-Irrigation par ruissellement ou par planche.....	76
b)-L'arrosage à la raie.....	77
c)-Irrigation par submersion.....	78
d)- L'irrigation mixte (par intermittence).....	79
VII.1.2. L'irrigation par aspersion.....	80
VII.1.3.1) L'irrigation localisée.....	81
VII.1.3.2) Composition D'une installation du système goutte à goutte.....	82
1. point de fourniture d'eau.....	82
2. L'unité de tête.....	82
3. Description des conduites et rampes.....	84
4. Différents types de distributeurs d'un goutteur.....	86
5. Qualité de l'eau.....	86

VII.2) Choix de la technique d'arrosage.....	86
Conclusion.....	87

### ***Chapitre VIII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation***

Introduction.....	88
VIII.1) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte.....	88
VIII.1.1) Données générales.....	88
VIII.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	89
VIII.2.1) Influence du taux de couverture du sol.....	89
VIII.2.2) Dose pratique (Dose nette).....	90
VIII.2.3) Fréquence des arrosages.....	91
VIII.2.4) Durée d'arrosage par mois.....	92
VIII.2.5) Durée d'arrosage journalier.....	93
VIII.2.6) Nombre de poste.....	92
VIII.2.7) Surface du poste (théorique).....	92
VIII.3) Calculs hydrauliques.....	92
VIII.3.1) Conditions hydrauliques de base.....	92
VIII.3.2) Le débit.....	93
VIII.3.3) Le nombre d'arbres par rampe.....	94
VIII.3.4) Nombre des goutteurs par rampe.....	94
VIII.3.5) Le nombre des rampes.....	94
VIII.3.6) Débit de la rampe.....	94
VIII.3.7) Débit de la porte rampe.....	94
VIII.3.8) Nombre de porte rampe.....	94
VIII.3.9) Débit de la conduite tertiaire.....	95
VIII.4) Dimensionnement des canalisations du réseau.....	95
VIII.4.1) Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges .....	95
A) calcul du diamètre des rampes .....	95
B) Vérification des pertes de charges .....	95
VIII.4.2) Calcul de diamètre de porte rampe et Vérification des pertes de charges....	96
A) Calcule de diamètre .....	96
B) Vérification des pertes de charges .....	96
VIII.5) Calcul de diamètre de la conduite d'approche (C. tertiaire).....	97
VIII.6) La pression d'eau à la borne de distribution.....	97
Conclusion.....	99

### **Chapitre IX : Calcul technico-économique**

Introduction.....	100
IX.1) Devis du réseau d'irrigation localisée.....	100
IX.2) Factures Pro-forma de station de pompage conduite principale et réservoir.....	101

IX.2.1) Calcul du volume de terrassement.....	101
a) Largeur du fond de la tranchée.....	101
b) Profondeur de la tranchée.....	101
IX.2.2) la conduite principale.....	102
a) Calcul du volume de déblai .....	102
b) Calcul du volume de lit de sable .....	102
c) Calcul du volume de remblai .....	102
IX.2.3) Devis estimation pour le terrassement, la station et le réservoir.....	103
IX.2.4) Devis estimatif total.....	103
Conclusion.....	103
<b>Conclusion générale</b> .....	104



# LISTE DES TABLEAUX

## *Chapitre I*

**Tableau I.1** : la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi.....3

## *Chapitre II*

**Tableau II.1** : la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi. ....8

**Tableau II.2** : Moyennes mensuelles des précipitations de MESKIANA. ....8

**Tableau II.3** : Evolution de la température de l'air.....9

**Tableau II.4** : Evolution de l'humidité de l'air. ....10

**Tableau II.5** : Vitesse moyenne mensuelle du vent. ....11

**Tableau II.6** : Fréquence des vents de la zone d'étude. ....11

**Tableau II.7** : Durée moyenne mensuelle de l'insolation. ....11

**Tableau II.8** : Nombre moyen de jours de neige. ....12

**Tableau II.9** : Nombre moyen mensuel de jours de grêle. ....12

**Tableau II.10** : Nombre de jours de gelée. ....12

**Tableau II.11** : Nombre de jours moyen mensuel de siroco. ....13

**Tableau II.12** : Valeurs mensuelles d'évaporation. ....13

**Tableau II.13** : Indices d'aridité mensuels (I) à la station de Meskiana. ....15

**Tableau II.14** : Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen. ....17

### *Chapitre III*

<b>Tableau III.1</b> : Les espèces culturales. ....	30
<b>Tableau III.2</b> : Degré d'aptitude culturale. ....	31

### *Chapitre IV*

<b>Tableau IV.1</b> : Caractéristiques de l'eau d'irrigation .....	34
<b>Tableau IV.2</b> : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique .....	34
<b>Tableau IV.3</b> : Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	35
<b>Tableau IV.4</b> : Les caractéristiques de La station de Meskiana. ....	37
<b>Tableau IV.5</b> : Précipitations moyennes mensuelles (1970-2005). ....	38
<b>Tableau IV.6</b> : Les résultats de l'homogénéité. ....	40
<b>Tableau IV.7</b> : Ajustement à la loi de Gauss. ....	42
<b>Tableau IV.8</b> : Table de $\chi^2$ . ....	44
<b>Tableau IV.9</b> : Ajustement des pluies annuelles à la loi-log normale. ....	45
<b>Tableau IV.10</b> : Précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul. ....	47

### *Chapitre V*

<b>Tableau V.1</b> : calculs de l' $ET_0$ . ....	51
<b>Tableau V.2</b> : Coefficients culturaux. ....	52
<b>Tableau V.3</b> : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures. ....	53
<b>Tableau V.4</b> : cycle végétatif. ....	54
<b>Tableau V.5</b> : Assolement et rotation des cultures proposé. ....	55
<b>Tableau V.6</b> : Répartition culturale du périmètre de Rehia. ....	55
<b>Tableau V.7</b> : Les précipitations efficaces dans les zones d'étude. ....	56
<b>Tableau V.8</b> : Besoins en eau d'irrigation de l'olivier. ....	57
<b>Tableau V.9</b> : Besoins en eau d'irrigation du Blé. ....	58
<b>Tableau V.10</b> : Besoins en eau d'irrigation du Luzerne. ....	58

<b>Tableau V.11</b> : Besoins en eau d'irrigation du Sorgho. ....	59
<b>Tableau V.12</b> : Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre. ....	59
<b>Tableau V.13</b> : Besoins en eau d'irrigation du Maïs. ....	60
<b>Tableau V.14</b> : Besoins en eau d'irrigation du Tomate. ....	60
<b>Tableau V.15</b> : Calcul des besoins en eau des cultures. ....	61
<b>Tableau V.16</b> : Besoins en eau totaux des cultures du périmètre de Rehia. ....	62

### *Chapitre VI*

<b>Tableau VI.1</b> : Les débits au niveau de chaque ilot. ....	67
<b>Tableau VI.2</b> : Choix du diamètre de la borne. ....	68
<b>Tableau VI.3</b> : Paramètres des pertes de charge. ....	70
<b>Tableau VI.4</b> : diamètres des conduites de distribution du périmètre. ....	71
<b>Tableau VI.5</b> : Caractéristiques du réservoir Rehia. ....	71
<b>Tableau VI.6</b> : Tableau des pressions au niveau des bornes. ....	74
<b>Tableau VI.7</b> : Tableau des vitesses dans les conduites de distribution. ....	75
<b>Tableau VI.8</b> : Etat quantitatif des conduites. ....	75

### *Chapitre VII*

<b>Tableau VII. 1</b> : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage. ....	86
--	----

### *Chapitre VIII*

<b>Tableau VIII.1</b> : Calculs des diamètres et pertes de charges des rampes. ....	97
<b>Tableau VIII.2</b> : Calcul de diamètre de la conduite tertiaire. ....	97
<b>Tableau VIII.3</b> : Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges. ....	98

## *Chapitre IX*

<b>Tableau IX.1</b> : Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation. ....	100
<b>Tableau IX.2</b> : calcul du volume de déblai. ....	102
<b>Tableau IX.3</b> : calcul du volume de sable. ....	102
<b>Tableau IX.4</b> : Calcul du volume de remblai. ....	103
<b>Tableau IX.5</b> : Factures pro-forma terrassement, conduite principale, réseau distribution et système d'addiction. ....	103

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure I.1</b> : Carte administrative de la willaya d'Oum El Bouaghi.....	2
<b>Figure I.2</b> : Situation du périmètre d'étude.....	6
<b>Figure II.1</b> : Carte des précipitations annuelles moyennes de l'Est algérien.....	9
<b>FigureII.2:</b> Evolution de la température moyenne mensuelle .....	10
<b>Figure II.3</b> : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien .....	14
<b>Figure II.4</b> : Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne.....	15
<b>Figure II.5</b> : Abaque de l'Indice d'aridité.....	16
<b>Figure II.6</b> : Climagramme d'Emberger de la station de Meskiana .....	17
<b>Figure II.7</b> : courbe ombrotermique de la station de Meskiana .....	18
<b>Figure IV.1</b> : Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	36
<b>Figure IV.2</b> : Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale.....	42
<b>Figure IV.3</b> : Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale. ....	46
<b>Figure VII.1</b> : Irrigation par planche de ruissellement.....	77
<b>Figure VII.2</b> : Irrigation à la raie.....	78
<b>Figure VII.3</b> : Irrigation par submersion.....	79
<b>Figure VII.4</b> : Exemple d'une installation en aspersion.....	82
<b>Figure VII.5</b> : Partie essentielle d'une installation localisée.....	82
<b>FigureVII.6</b> : Dilueur d'engrais.....	83
<b>FigureVII.7</b> : filtres à gravier.....	83
<b>Figure VII.8</b> : filtre à tamis.....	83
<b>Figure VII.9</b> : Exemple d'un goutteur.....	84
<b>Figure VIII.1</b> : schéma explicatif d'un réseau de goutteur.....	91
<b>Figure VIII.2</b> : schéma explicatif d'un réseau d'irrigation localisée.....	98
<b>FigureIX.1</b> : Schéma d'une tranchée.....	101

# **Liste des planches**

Planche 01 : Plan de situation de la zone d'étude

Planche 02 : Plan d'implantation des profils du sol.

Planche 03 : Plan d'occupation des sols.

Planche 04 : Réseau de distribution.

Planche 05 : Profil en long de la conduite principale.

Planche 06 : Réseau Gout a gout.

## **Introduction Générale**

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

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

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

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

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

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

**Chapitre I :**  
**Présentation de la région d'étude**

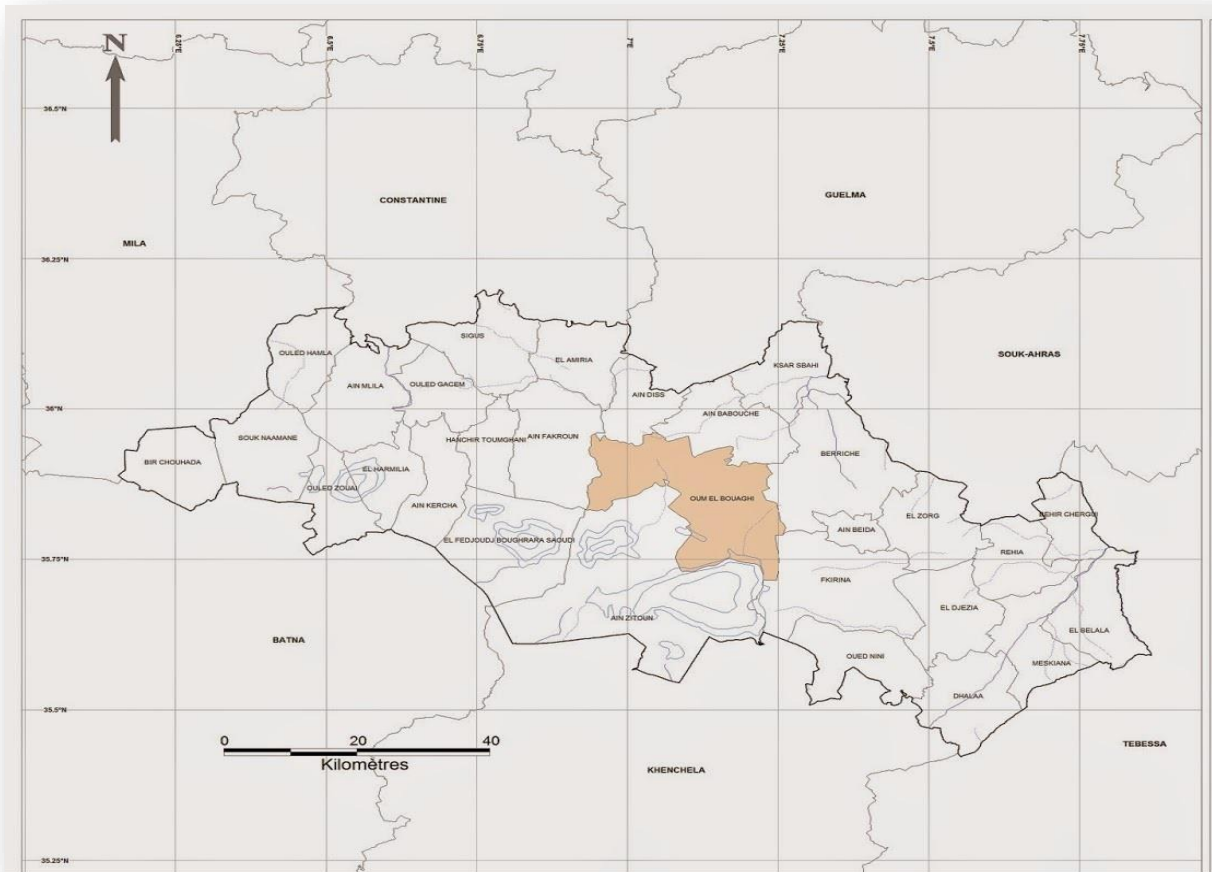


## Chapitre I : Présentation de la région d'étude

### I.1) Présentation de la wilaya d'Oum El Bouaghi :

La wilaya d'Oum El Bouaghi est une zone en majorité rurale caractérisée par une agglomération dispersée où par des groupements de maisons (mechtas) paraissent assez denses. La localisation des agglomérations se concentre généralement sur les piémonts du Tell comme Ain M'Lila, Aïn Kercha, Souk Naamane, Ksar Sbahi, ces villes se sont développées, grâce à des nappes phréatiques et aux sols riches limoneux descendus de ces massifs.

D'autres agglomérations plus importantes se sont développées aux pieds des horsts (massifs isolés) telle que Oum el Bouaghi ou Aïn Bēida, elles bénéficient de l'axe routier entre Tébessa et Constantine. Le point culminant de la wilaya est le Djebel Guerioun, 1 729 mètres d'altitude près d'Aïn M'Lila. La majorité des oueds sont endoréiques ; ils coulent en direction des lacs salés et non vers la mer Méditerranée, sauf l'oued Settara et les affluents du Rummel.



**Figure I.1 :** Carte administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi (échelle 1/50 000).

**I.2) Situation administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi**

La wilaya d'Oum El Bouaghi est constituée administrativement de 12 daïras et 29 communes.

Le tableau suivant donne la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi, en précisant pour chaque commune : son code ONS, son nom, sa population et sa superficie :

**Tableau I.1** : la liste des communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Code ONS	Commune	Population nb. habitants	Superficie Km <sup>2</sup>	Code ONS	Commune	Population nb. habitants	Superficie Km <sup>2</sup>
401	Oum el Bouaghi	80 359	188	415	Ain Diss	2 767	123
402	Ain Beida	118 662	53,73	416	Fkirina	12 318	344
403	Ain M'Lila	88 441	236	417	Souk Naamane	23 988	227
404	Behir-Chergui	1 904	115	418	Zorg	2 281	196
405	El Amiria	10 416	165	419	Bouhrara Saoudi	4 169	313
406	Sigus	17 598	207	420	Ouled-Zouaï	4 998	139
407	El Belala	2 477	180	421	Bir Chouhada	9 182	168
408	Ain-Babouche	16 129	199	422	Ksar Sbahi	11 833	177
409	Berriche	17 609	347	423	Oued Nini	5 119	196
410	Ouled-Hamla	13 112	158	424	Meskiana	28 315	184
411	Dhalaa	11 439	205	425	Ain Fakroun	55 282	262
412	Ain Kercha	32 377	163	426	Rahia	2 711	161
413	Hanchir-Toumghani	23 159	108	427	Ain Zitoun	5 948	738
414	El Djazia	3 878	196	428	Ouled-Gacem	7 107	138
				429	El Harmilia	8 036	131

**I.3) Etude socio-économique de la wilaya d'Oum El Bouaghi :**

La wilaya d'Oum El Bouaghi s'étend sur une superficie totale de 6.187,56 Km<sup>2</sup>, sa population est estimée à 611.000 habitants, dont une majorité (70%) se localise 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.

**I.3.1) L'agriculture :**

Elle constitue la principale activité de la wilaya, la superficie agricole totale est estimée à 516.285 ha, la surface agricole utile (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 Dinars 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 Dinars.

**I.3.2) Le patrimoine forestier :**

Il occupe 79.989 ha soit 13% du territoire de la wilaya, le maquis et l'alfa couvrent une superficie de 30.000 ha. Pour la période 2005-2009, le secteur forestier a bénéficié d'une enveloppe de 1,036 milliards de Dinars dont le niveau de réalisation de la tranche 2006 a atteint 483.792.000 Dinars et a généré 797 postes d'emplois permanents.

La wilaya compte 11 zones humides d'une superficie de 160.000 ha dont 05 zones d'une superficie de 78.294 ha sont classées dans le cadre de la convention RAMSAR ; trois autres zones couvrant une superficie de 8.270 hectares, sont en cours de classement.

**I.3.3) Ressources hydrauliques :**

Les ressources mobilisées proviennent essentiellement des nappes aquifères avec un volume de 92,43 millions M<sup>3</sup>/an. En l'absence de bilans hydrogéologiques, les potentialités des nappes souterraines restent encore méconnues.

Pour ce qui est des ressources superficielles, elles proviennent essentiellement des wilayas limitrophes tel que la retenue collinaire AHMED BEN MOHAMED qui est destiné à l'irrigation du périmètre de R'HIA.

Le secteur de l'environnement enregistre une évolution significative, le programme qui lui est destiné porte sur la réalisation de deux centres d'enfouissement techniques Intercommunal et d'une décharge contrôlée intercommunale à Ain Beida destinée à traiter 70 tonnes/jour ; ce programme s'élève à 665.000.000 DA, dont 145.000.000 DA au titre du programme hauts plateaux.

#### **I.3.4) Perspectives de développement :**

La wilaya d'Oum El Bouaghi enregistre actuellement une dynamique de développement grâce aux différentes actions en cours qui sont de nature à atténuer progressivement les déficits cumulés et opérer les ajustements nécessaires apparues lors de l'exécution des programmes précédents.

Ces efforts auront inévitablement des impacts positifs sur tous les aspects de la vie locale et participeront à la satisfaction croissante des besoins de la population comme ils permettront de jeter durablement les bases d'un développement .Par ailleurs, la prise en charge financière des projets structurants, dont les études sont achevées ou en cours, reste vitale pour le devenir de la wilaya, il s'agit, notamment :

- du barrage de Chebabta à Meskiana, destiné à l'alimentation en eau potable de la partie Est de la wilaya et du périmètre irrigué de Ksar Sbihi d'une superficie de 2.379 ha.

- de la station de traitement des eaux du barrage Ourkiss destiné à l'alimentation des 05 agglomérations prévues.

- des 03 stations d'épuration (Ain M'Lila, Oum El Bouaghi, Ain Fakroun), dont la concrétisation permettra d'améliorer davantage les indicateurs de satisfaction de la demande.

#### I.4) Localisation et présentation du périmètre d'étude :

La zone d'étude est située au lieudit «Argoub D'boua » à environ 7km à l'Est du chef-lieu de commune de **Rehia** et à environ 15km au nord du chef-lieu de daïra de **MESKIANA** ; les terres à irriguer sont situées immédiatement à l'aval de la digue de la retenue collinaire sur les rives de oued **Ahmed Ben Mohamed**.

Sur la carte Topographique (1/50000) de MESKIANA OUEST, nouvelle édition, la zone d'étude est comprise entre les coordonnées UTM suivantes :

$$X_1 = 384.200 \quad \text{et} \quad X_2 = 385.500$$

$$Y_1 = 3953.500 \quad \text{et} \quad Y_2 = 3954.200$$

Administrativement, la zone d'étude est rattachée à la commune de **REHIA**, daïra de **MESKIANA**, la willaya d'**OUM EL BOUAGHI**.



Figure I.2 : Situation du périmètre d'étude.

Le périmètre d'étude présente une superficie de 200ha, ce dernier situé à l'aval de la retenue collinaire, de part et d'autre part de l'oued AHMED BEN MOHAMED. L'aire d'étude présente la forme d'une bande d'orientation Est-Ouest de 2 km de long et d'un km de large.

Le site de périmètre à équiper est accessible à partir de la RN88 qui représente sa limite Est et relie la ville de LAOUINET a la RN10, cette dernier relie à son tour OUM EL BOUAGHI a TEBESSA.

L'accès à l'aire d'irrigation est également possible à partir du chef-lieu commune par le biais d'une piste carrossable construite en TVN et relie REHIA à la RN88 en traversant d'Ouest à l'Est l'aire d'irrigation.

Le périmètre à irriguer occupe un glacis polygénique et présente une géomorphologie quasi plane légèrement ondulée avec une pente d'exposition générale NO-SE. Les eaux de ruissellement convergent vers l'oued AHMED BEN MOHAMED qui draine la zone.

**Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de dégager une idée générale sur la situation actuelle du périmètre de **REHIA** dans la wilaya **d'Oum El Bouaghi**, qui présente des potentialités agricoles importantes.

Le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et extensive à une agriculture moderne et intensive qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région.

# **Chapitre II :**

## **Etude climatologique**

## Chapitre II : Etude climatologique

### Introduction :

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration d'une étude d'irrigation. La connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région.

L'objectif est d'analyser les données climatiques observées et mesurées afin d'évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées et de dimensionner correctement les réseaux hydrauliques.

### II.1) Présentation de la station météorologique :

Pour l'exploitation des données climatiques, il est nécessaire de se référer à la station la plus proche du site d'étude. Nous avons exploité les données de la station climatologique de Meskiana, gérée par l'office National météorologique. Les caractéristiques de la station sont données comme suit :

**Tableau II.1 :** Coordonnées de la station de Meskiana.

Stations	Coordonnées Lambert		Altitude (m)	Année de la mise en service
	X	Y		
Meskiana	950.050	270.750	850	1904

### II.2) Pluviométrie :

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable en hydro-climatologie, car elle permet de décrire le régime d'écoulement.

La répartition dans le temps des précipitations nous permet de connaître leur importance Moyenne, leur fréquence et leur répartition au cours de l'année.

Pour l'étude des pluies, nous avons exploité les pluies de la station de Meskiana gérée par l'ANRH, et qui comporte les données relativement longues et complètes.

Les précipitations mensuelles moyennes (mm) sont données suivant le tableau 2 :

**Tableau II.2 :** Moyennes mensuelles des précipitations de MESKIANA.

Saison	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Année
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Moyennes mensuelles	38.86	28.21	31.88	25.86	26.02	24.96	39.35	28.6	35.48	25.15	9.81	26.8	340.99
Moyennes saisonnières	98.95			76.84			103.43			61.77			
Pourcentage (%)	29.02			22.53			30.33			18.11			

Source : Station de Meskiana (1970-2005).



D'après le tableau 2, la pluviométrie varie ; elle n'est pas régulière suivant les mois et les années.

La précipitation maximale est enregistrée aux mois de décembre et mars. La précipitation minimale est enregistrée aux mois de juin et juillet. La saison printanière est la plus pluvieuse avec 103.43 mm suivie par la saison automnale avec une moyenne de 98.95 mm.

### II.3) Température de l'air :

La température est un élément fondamental du climat. Elle est liée à la radiation solaire. Sa sol. De ce fait, elle influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux. Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique.

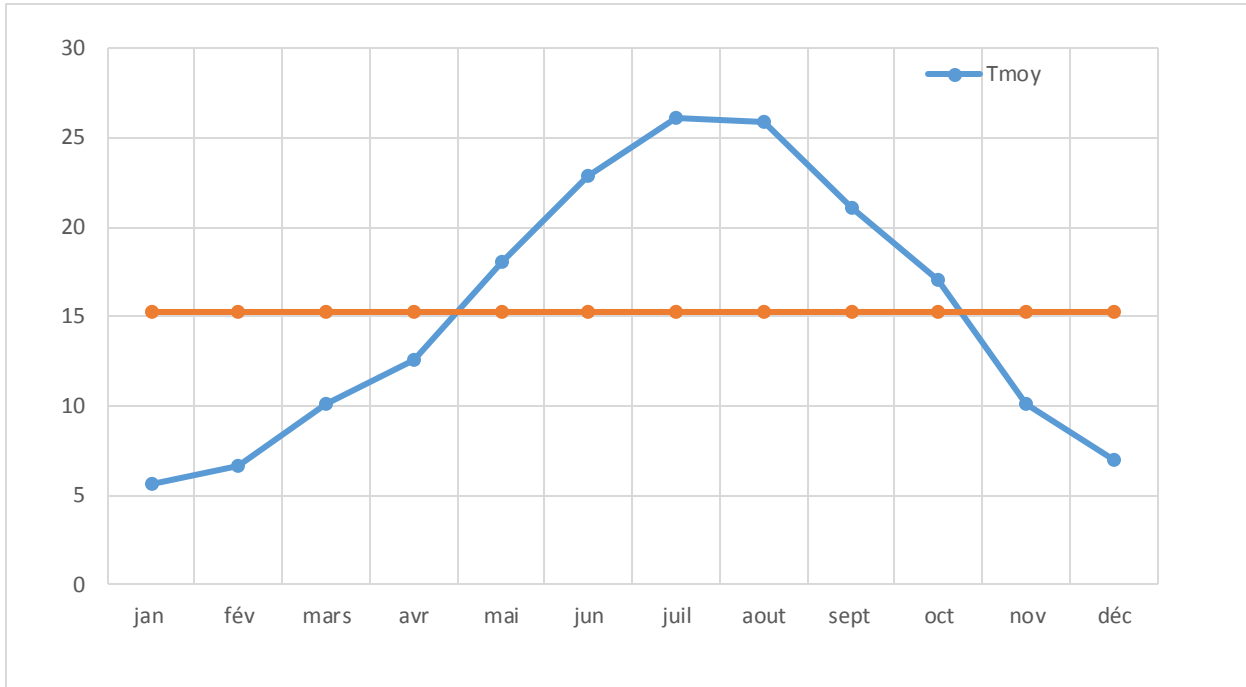
**Tableau II.3** : Evolution de la température de l'air :

Mios	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyne
T <sub>moy</sub> (°C)	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17,0	10,1	7,0	15,3

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

L'analyse du tableau des données de températures, montre que :

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



**Figure II.2:** Evolution de la température moyenne mensuelle (station Oum El Bouaghi).

**II.4) Humidité relative de l'air :**

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

Les valeurs de l'humidité relative de l'air sur une période (1991-2006- 2005) sont :

**Tableau II.4 :** Evolution de l'humidité de l'air.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1991-2006)

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

### II.5) Le Vent :

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

**Tableau II.5 :** Vitesse moyenne mensuelle du vent.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	V <sub>MOY</sub>
Vitesse du vent (m/s)	1,35	1,53	1,61	1,87	1,71	1,94	2,05	1,98	2,04	1,93	2,21	2,38	1,9

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006).

La vitesse moyenne annuelle du vent est 1,9 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1.35 m/s (janvier), celle moyenne mensuelle maximale atteint 2,38 m/s (Décembre).

### II.6) Fréquence des directions des vents Annuel :

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

**Tableau II.6 :** Fréquence des vents de la zone d'étude.

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)

### II.7) Insolation :

L'insolation est un paramètre climatique qu'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration Potentielle. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est présentée comme suit :

**Tableau II. 7 :** Durée moyenne mensuelle de l'insolation.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

**II.8) Les Phénomènes climatiques accidentels :****II.8.1) La neige :****Tableau II.8 :** Nombre moyen de jours de neige.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

La chute de neige est observée depuis le mois de novembre jusqu'au mois d'Avril ; le nombre de jours de neige maximum est au mois de janvier. Le nombre moyen de jours de neige est de 8.3jours.

**II.8.2) La grêle :**

Le nombre moyen mensuel de jours où il y a de la grêle est donné dans le tableau N°09.

**Tableau II.9 :** Nombre moyen mensuel de jours de grêle.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

**II.8.3) Les gelées :**

Dans la zone considérée, les gelées peuvent avoir lieu aux mois de janvier et de mars ce qui représente un risque pour les cultures agricoles surtout en période de semis. Le nombre de jours de gelée est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau II.10 :** Nombre de jours de gelée.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

**II.8.4) Sirocco :**

C'est un vent sec et chaud qui assèche le sol et fait augmenter l'évapotranspiration des plantes et de ce fait il constitue un danger pour les cultures agricoles. Le nombre de jours moyen de siroco pris d'après les données de la station météorologique d'Oum El Bouaghi pour la période de 1992 – 2006, est indiqué dans le tableau II.11 :

**Tableau II.11 :** Nombre de jours moyen mensuel de siroco.

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

Source : Station Oum El Bouaghi (1992-2006)

Le tableau II.11 montre une période bien déterminée de l'année, qui s'étale du mois de Mars au mois d'Octobre avec un nombre de jours moyen annuel de 1.8 jours.

**II.9) Evaporation :**

L'évaporation est mesurée à l'aide de l'évaporomètre du piche. Pour le calcul de L'évaporation, nous avons utilisé les données (en millimètre) de la station d'Oum El Bouaghi :

**Tableau II.12 :** 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)

**II.10) Indices climatiques :**

Sachant que les éléments climatiques les plus importants pour caractériser un climat sont les précipitations, les températures et l'évaporation ; les méthodes combinant ces éléments sont plus intéressantes que celles qui incluent un seul élément. Toutes ces méthodes ont qualifié le climat de la plaine de Meskiana comme étant semi-aride, ce qui est en conformité avec la carte des étages bioclimatiques, établie par M. Côte en 1998 Figure II.3.

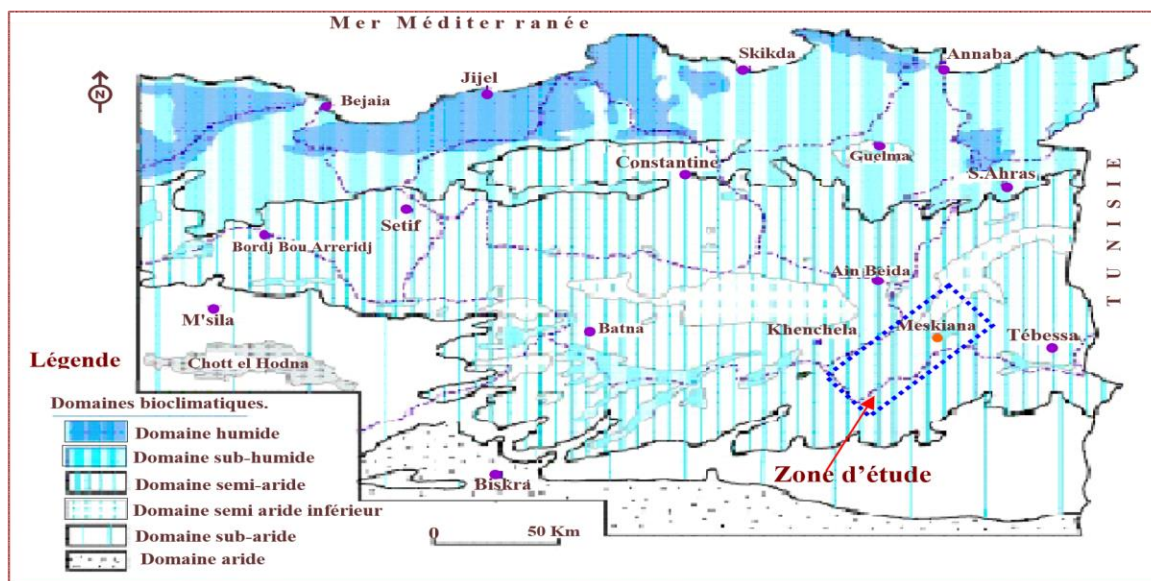


Figure II.3 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien Côté M., 1998).

II.10.1) Indice d'aridité de Martonne :

Cet indice est fonction des températures et des précipitations ; il est calculé par la relation suivante :

$$I = P / (T + 10) \dots \dots \dots (II.1)$$

où

I : indice d'aridité P : précipitations moyennes annuelles en mm.

T : températures moyennes annuelles en °C Application :

P = 340.99 mm T = 15.3°C

Ce qui donne : I = 13.48

Suivant les valeurs de (I), De Martonne a établi la classification suivante :

I < 5 : climat hyperaride

5 < I < 7,5 : climat désertique

7,5 < I < 10 : climat steppique

10 < I < 20 : climat semi-aride

20 < I < 30 : climat tempéré.

La station de Meskiana bénéficie d'un climat semi-aride Figure II.4.

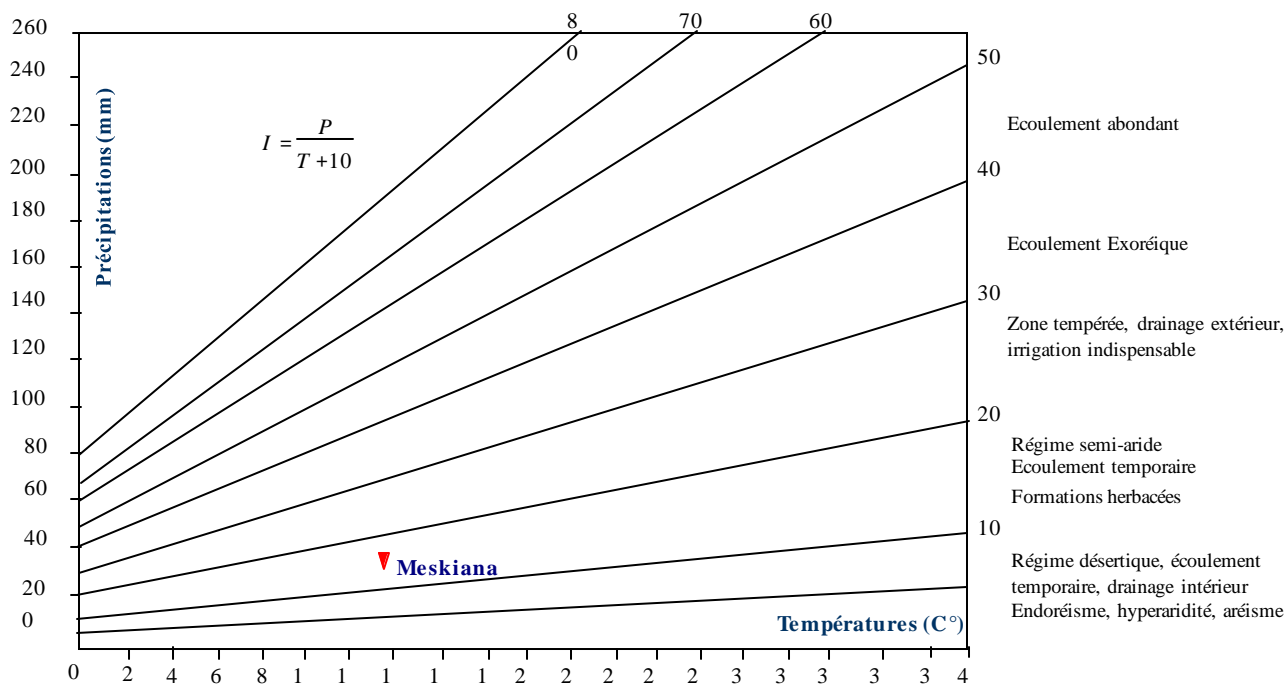


Figure II.4 : Abaque de l'indice d'aridité annuel de De Martonne.

➤ **Indice d'aridité mensuel :**

L'indice d'aridité mensuel est défini par la relation suivante :

$$I = 12P / (T + 10) \dots\dots\dots(II.2)$$

où

I : Indice d'aridité mensuel

P : Précipitations moyennes mensuelles en mm

T° : Température moyenne mensuelle en °C.

L'application de la formule a permis de dresser le tableau.

Tableau II.13 : Indices d'aridité mensuels (I) à la station de Meskiana.

Mois	I	Étage bioclimatique
Septembre	14.81	semi-aride
Octobre	12.70	semi-aride
Novembre	18.28	semi-aride
Décembre	17.68	semi-aride
Janvier	19.2	semi-aride
Février	17.07	semi-aride
Mars	23.53	tempéré
Avril	14.91	semi-aride
Mai	15.1	semi-aride
Juin	9.10	steppique
Juillet	3.22	hyperaride
Août	9.01	steppique

Selon la classification précédente par De Martonne, les mois de Septembre, Octobre, Novembre, Décembre, Janvier, Février et Avril, Mai présentent un climat semi-aride. Le mois de Mars a un climat tempéré. Les mois de Juin, et Août sont caractérisés par un climat steppique, alors que le mois de juillet devient hyperaride Figure II. 5.

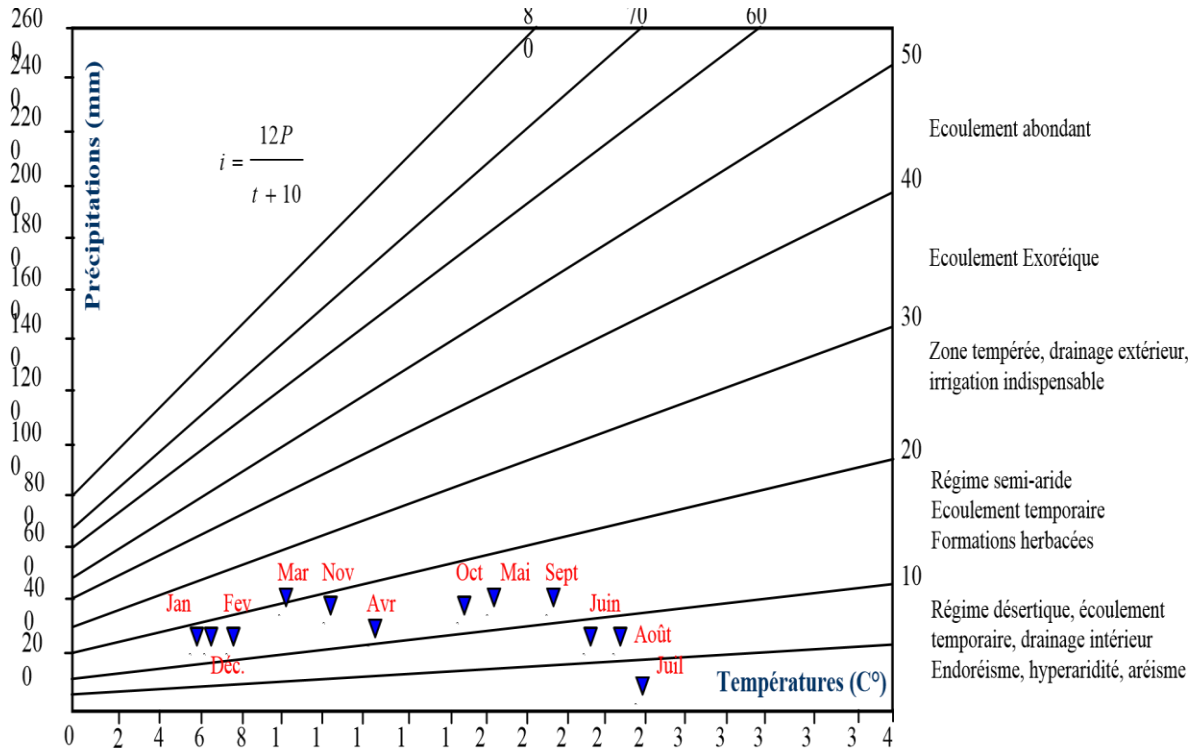


Figure II.5 : Abaque de l'Indice d'aridité mensuel de De Martonne (1923).

II.10.2) Quotient pluviométrique d'Emberger :

Pour déterminer les climats de la zone méditerranéenne, L. Emberger a proposé la détermination d'un quotient pluviométrique Q<sub>2</sub>, qui dépend des précipitations moyennes annuelles et des moyennes de températures minima et maxima, respectivement des mois le plus froid et le plus chaud. Il propose donc la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \dots\dots\dots (II.3)$$

Où :

- P : précipitation moyenne annuelle (mm)
- M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (degrés/Kelvin)
- m : moyenne des minima du mois le plus froid (degrés/Kelvin)

L'application numérique donne les résultats suivants :

P = 340.99 mm ; M= 306.51 °K ; m = 273,94 °K

Ce qui donne : Q<sub>2</sub> = 36,07



Le rapport de notre station sur la permet de dire que le climat de la plaine de Meskiana est de type semi-aride. Figure II.6

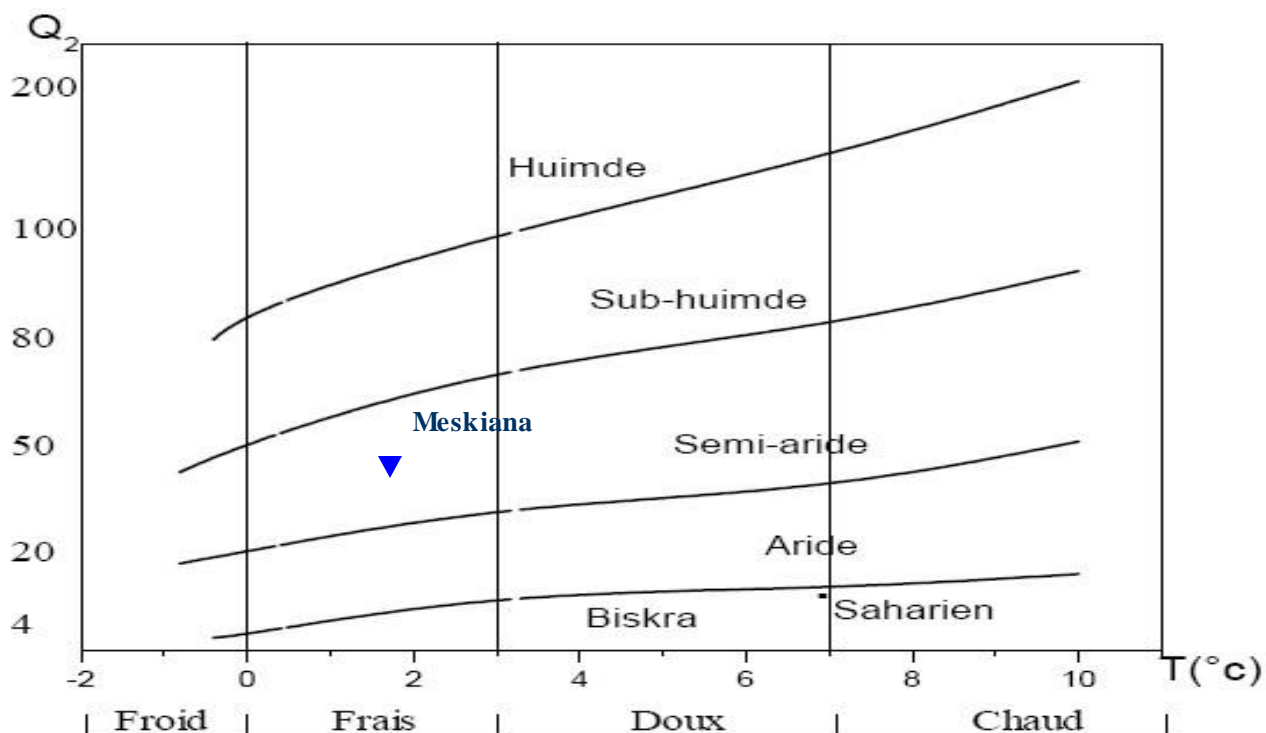


Figure II.6 : Climagramme d'Emberger de la station de Meskiana.

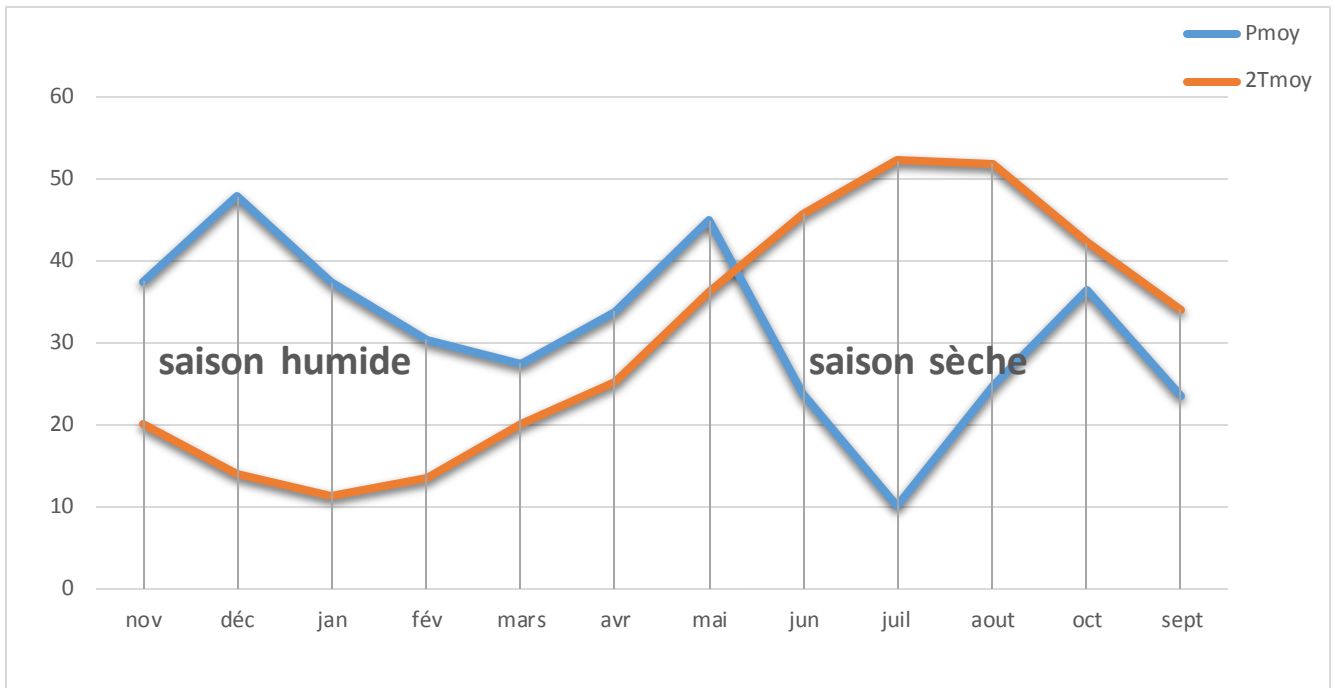
### II.10.3) Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :

Un mois sec se définit, selon (Bagnouls et Gaussen, 1953, 1957) comme celui ayant un total pluviométrique (moyenne en millimètres) égal ou inférieur au double de la température ( $P \leq 2T^\circ$ ).

Ainsi, on constate que la saison sèche est formée par plusieurs mois secs consécutifs. Le diagramme de Gaussen (Figure II.7) permet de mettre en évidence une saison humide débutant au mois de novembre qui se termine au mois de mai, et une saison sèche qui s'étale du mois de juin jusqu'au mois d'octobre.

Tableau II.14 : Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.

	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Annual
$P_{\text{MOY les 10 ans}}$ (mm)	37,3	30,4	27,5	33,8	44,9	23,7	10,1	24,8	36,5	23,6	37,5	47,8	37,3
$T_{\text{MOY}}$	5,6	6,7	10,1	12,6	18,1	22,9	26,1	25,9	21,1	17	10,1	7	5,6
$2T_{\text{MOY}} (^\circ\text{C})$	11,2	13,4	20,2	25,2	36,2	45,8	52,2	51,8	42,2	34	20,2	14	11,2



**FigureII.7** : Courbe ombrothermique de la station de Meskiana.

D’après le diagramme bioclimatique d’Emberger, on peut dire que le climat de notre région est de type semi-aride.

**Conclusion :**

On peut conclure que les caractéristiques de notre région est comme suit : -La pluviométrie moyenne annuelle est de 340.99 mm/an et une température moyenne annuelle est de 15,3°.

- la saison humide débutant au mois de Novembre qui se termine au mois de Mai, et la saison sèche qui s’étale du mois de Juin jusqu’au mois d’Octobre.

-Finalement on peut dire que le climat de **REHIA** est semi-aride et l’irrigation est souvent indispensable.



# **Chapitre III :**

## **Ressources en sol**

## Chapitre III : Ressources en sol

### Introduction :

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

-La profondeur du sol qui commande l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.

-La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui jouent sur les possibilités de rétention en eau.

-La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et, globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.

-Les caractéristiques chimiques (PH, CE...) qui influent sur l'éventail des possibilités culturales de la zone à irriguer.

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

### III.1) classification des sols :

#### III.1.1) types des sols :

L'étude pédologique du périmètre de AHMED BEN MOHAMED et l'établissement de la carte des sols ont permis de distinguer quatre unités pédologiques. Elles appartiennent à une même classe taxonomique (classe des sols calcimagnésiques).

Il s'agit des sols bruns calcaires modaux à encroutement peu profond, des sols bruns calcaires modaux à encroutement assez profond, des sols bruns modaux limono argileux et des sols calcaires modaux à amas gypseux. (Voir la carte des sols au 1/2000)

#### III.1.1.1) sols bruns calcaires modaux à encroutement peu profond :

Ils occupent la partie haute située au Nord du périmètre d'étude et s'étale sur une superficie de 26.94ha soit 19.52%. Ils sont représentés par les profils : 4, 11, 14, 15,16 et 17 (voir la carte d'implantation des profils au 1/2000)

Ce sont des sols a profil calcaire peu profond, l'horizon de surface présente une texture moyenne a grossière. Ils présentent un profil de couleur très claire à tendance blanchâtre de faible profondeur : l'encroutement calcaire est observé à moins de 30cm de profondeur. L'aspect de surface est caillouteux.

**II.1.1.2) sols bruns calcaires modaux à encroutement assez profond :**

Ils occupent la partie centre du périmètre d'étude immédiatement au Sud de l'unité décrite ci-dessus. Ils s'étalent sur une superficie de 38.50ha soit 27.90% de la surface du périmètre. Ils sont représentés par les profils 3, 5, 9, 10 et 12. (Voir la carte d'implantation des profils au 1/2000).

Les sols de cette unité sont caractérisés par la présence d'un encroutement calcaire variable (au-delà de 50cm) selon la position topographique du profil.

Ce sont des sols assez profonds à profonds, formés sur des marnes calcaires gypsifères présentant un profil totalement calcaire de couleur claire à blanchâtre. La texture est fine (argileuse à limon argileuse).

Les sols sont sains du point de vue salinité et présentent un pH franchement alcalin. Ils sont pauvres en matière organique et en phosphore, ils sont bien pourvus en potassium. Le taux de la forme échangeable de ce dernier varie entre 4.56 méq /100g dans l'horizon de surface et 0.81 méq / 100g en profondeur.

**II.1.1.3) sols bruns calcaires modaux limono argileux :**

Cette unité présentée par les profils 1, 18,22 et 23.ils occupant la partie Nord-Est du périmètre et s'étendent sur une superficie de 15.51 ha soit 11.24 % .cette unité pédologique est caractérisée par un profil calcaire, profond, à texture limono argileuse.

Le profil est calcaire, moyennement pourvu en matière organique (1 à 0.8% dans l'horizon de surface), pauvre en phosphore assimilable et riche en potassium (entre 29 et 41 ppm pour le premier et entre 2.5 et 5.5 méq / 100g pour le seconde), du point de vue salure les sols sont faiblement affectés en profondeur où on observe un CE légèrement supérieure à 2mS/cm, le pH est franchement alcalin.

**II.1.1.4) sols bruns calcaires modaux à amas gypseux :**

C'est l'unité la plus dominante. Elle s'étale sur une superficie de 57.05 ha soit 41.34% de l'aire de l'irrigation dont elle en occupe la partie Sud et Sud-Est. Elle est traversée par l'oued AHMED BEN MOHAMED. Les sols de cette unité sont formés en majorité dans les parties basses du périmètre. Cette unité pédologique représentée par les profils 2, 4, 6, 7, 8, 13, 19,20 et 21.

Ce sont des sols bruns calcaires, présentant, en profondeur des accumulations de gypse sous forme diffuse et en amas bien cristallisés. Ils sont assez profonds à profonds, calcaires, caractérisés par une couleur brune sur une partie du profil. La structure est généralement polyédrique fine peu nette. La texture est fine (limono argileuse).

Les sols sont calcaires, pauvres en matière organique ; cette dernière présente un taux variant entre 0.4 à 0.6 % dans l'horizon supérieur.

Les sols sont considérés comme pauvres en phosphore assimilable (relativement au taux élevé du calcaire dans le sol). Le taux de phosphore varie entre 29 et 45 ppm.

Ils sont revanche riche en  $K_2O$  ; le taux de potassium échangeable oscille entre 2.5 et 5.2 méq/100g. Le pH est franchement alcalin. Les sols sont affectés par une faible salinité, surtout en profondeur.

**Remarque :**

D'après les profils 11, 14, 15, 16, 17,24 on a trouvé une grande partie non irrigable de superficie 62ha voir la carte des profils et les profils (ANNEXES).

**III.2) Caractéristiques physico-chimiques des sols :**

Les analyses physico-chimiques du sol de notre périmètre, recueillies au niveau de la DHW d'Oum El Bouaghi ainsi que des études faites par le BNEDER.

Les analyses ont porté sur :

- La granulométrie.
- La matière organique.
- Le Calcaire total et actif.
- Le phosphore assimilable.
- Les bases échangeables.
- La Capacité d'Echange Cationique (C.E.C).
- Le pH.
- La conductivité électrique (C.E).

**FICHE ANALYTIQUE Profil : P09**

1		2		3		4		5		N° horizon
00	20	20	40							Profondeur en cm

**GRANULOMETRIE**

17.30	28.70				Argiles en %
38.70	34.50				Limons en %
44.00	36.80				Sables en %

**MATIERES ORGANIQUES**

1.12	0.81				M.O en %
0.65	0.47				C en ‰
					N en ‰
					C/N

**RESERVES MINERALES**

16.88	26.25				CaCO <sub>3</sub> Total en %
6.70	15.77				CaCO <sub>3</sub> Actif en %
59.54	36.64				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

**COMPLEXE ABSORBANT**

1.97	3.87				Ca <sup>++</sup> en méq/100g
0.12	2.35				Mg <sup>++</sup> en méq/100g
4.56	3.46				K <sup>+</sup> en méq/100g
2.58	4.31				Na <sup>+</sup> en méq/100g
9.37	13.81				T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

**SOLUTION DU SOL**

8.67	8.64				pH
0.25	0.31				C.E en mmho/cm

**FICHE ANALYTIQUE Profil : P01**

1		2		3		4		5		N° horizon
00	32	32	75							Profondeur en cm

**GRANULOMETRIE**

32.70	36.60				Argiles en %
34.70	40.40				Limons en %
32.60	23.00				Sables en %

**MATIERES ORGANIQUES**

1.00	0.67				M.O en %
0.58	0.39				C en ‰
					N en ‰
					C/N

**RESERVES MINERALES**

38.25	45.00				CaCO <sub>3</sub> Total en %
15.03	16.82				CaCO <sub>3</sub> Actif en %
41.22	25.19				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

**COMPLEXE ABSORBANT**

3.42	5.67				Ca <sup>++</sup> en méq/100g
1.57	3.82				Mg <sup>++</sup> en méq/100g
5.38	2.44				K <sup>+</sup> en méq/100g
4.78	5.26				Na <sup>+</sup> en méq/100g
15.31	17.33				T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

**SOLUTION DU SOL**

8.37	8.03				pH
0.23	2.93				C.E en mmho/cm



**FICHE ANALYTIQUE Profil : P23**

1		2		3		4		5		N° horizon
00	40	40	80	80	150					Profondeur en cm

**GRANULOMETRIE**

29.20	26.50	37.60			Argiles en %
37.00	35.30	41.40			Limons en %
33.80	38.20	21.00			Sables en %

**MATIERES ORGANIQUES**

0.81	0.60	0.43			M.O en %
0.47	0.35	0.25			C en ‰
					N en ‰
					C/N

**RESERVES MINERALES**

23.63	27.00	46.88			CaCO <sub>3</sub> Total en %
8.93	14.58	18.30			CaCO <sub>3</sub> Actif en %
36.64	29.77	32.06			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

**COMPLEXE ABSORBANT**

3.32	3.99	5.67			Ca <sup>++</sup> en méq/100g
1.47	2.14	3.54			Mg <sup>++</sup> en méq/100g
3.46	2.56	2.56			K <sup>+</sup> en méq/100g
5.68	4.00	5.53			Na <sup>+</sup> en méq/100g
14.08	12.84	17.73			T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

**SOLUTION DU SOL**

8.66	8.43	8.30			pH
0.64	2.37	2.50			C.E en mmho/cm

## FICHE ANALYTIQUE Profil : P6

1		2		3		4		5		N° horizon
00	20	20	55	55	85	85	150			Profondeur en cm

## GRANULOMETRIE

33.40	36.40	36.40	38.70		Argiles en %
37.40	39.80	40.40	41.30		Limons en %
29.20	23.80	23.20	19.40		Sables en %

## MATIERES ORGANIQUES

0.65	0.55	0.40	0.46		M.O en %
0.38	0.32	0.23	0.27		C en ‰
					N en ‰
					C/N

## RESERVES MINERALES

18.00	39.75	19.13	16.50		CaCO <sub>3</sub> Total en %
11.61	15.33	11.70	8.63		CaCO <sub>3</sub> Actif en %
45.80	32.06	22.90	25.19		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

## COMPLEXE ABSORBANT

3.90	3.69	5.19	4.12		Ca <sup>++</sup> en méq/100g
2.05	1.84	3.34	2.27		Mg <sup>++</sup> en méq/100g
5.51	3.97	3.21	6.03		K <sup>+</sup> en méq/100g
4.25	7.64	5.39	5.69		Na <sup>+</sup> en méq/100g
15.86	17.3	17.27	18.25		T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

## SOLUTION DU SOL

7.89	8.58	8.04	8.35		pH
2.32	0.43	3.16	4.41		C.E en mmho/cm

## FICHE ANALYTIQUE Profil : P13

1		2		3		4		5		N° horizon
00	30	30	65							Profondeur en cm

## GRANULOMETRIE

30.50	38.20				Argiles en %
34.70	41.40				Limons en %
34.80	20.40				Sables en %

## MATIERES ORGANIQUES

0.84	0.53				M.O en %
0.49	0.31				C en ‰
					N en ‰
					C/N

## RESERVES MINERALES

25.50	35.63				CaCO <sub>3</sub> Total en %
13.24	16.07				CaCO <sub>3</sub> Actif en %
41.22	41.22				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

## COMPLEXE ABSORBANT

3.66	5.59				Ca <sup>++</sup> en méq/100g
1.81	3.33				Mg <sup>++</sup> en méq/100g
3.72	2.95				K <sup>+</sup> en méq/100g
5.22	5.63				Na <sup>+</sup> en méq/100g
14.56	18.05				T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

## SOLUTION DU SOL

8.80	8.84				pH
0.18	0.21				C.E en mmho/cm

## FICHE ANALYTIQUE Profil : P19

1		2		3		4		5		N° horizon
00	20	20	45	45	75	75	150			Profondeur en cm

## GRANULOMETRIE

33.60	28.50	32.40	37.60		Argiles en %
36.80	35.50	39.40	41.20		Limons en %
29.60	36.00	28.20	21.20		Sables en %

## MATIERES ORGANIQUES

0.60	0.36	0.40	0.34		M.O en %
0.35	0.21	0.23	0.20		C en ‰
					N en ‰
					C/N

## RESERVES MINERALES

24.75	20.25	24.38	33.75		CaCO <sub>3</sub> Total en %
13.10	13.76	13.84	13.39		CaCO <sub>3</sub> Actif en %
36.64	32.06	27.48	27.48		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

## COMPLEXE ABSORBANT

4.08	4.30	4.82	4.78		Ca <sup>++</sup> en méq/100g
2.23	2.45	2.97	2.93		Mg <sup>++</sup> en méq/100g
5.26	2.56	2.69	4.36		K <sup>+</sup> en méq/100g
4.18	4.29	4.82	5.53		Na <sup>+</sup> en méq/100g
15.90	13.76	15.46	17.74		T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

## SOLUTION DU SOL

7.98	8.01	7.98	8.39		pH
2.50	2.67	2.51	0.66		C.E en mmho/cm

## FICHE ANALYTIQUE Profil : P21

1		2		3		4		5		N° horizon
00	38	38	75							Profondeur en cm

## GRANULOMETRIE

28.50	18.90				Argiles en %
36.50	39.10				Limons en %
35.00	42.00				Sables en %

## MATIERES ORGANIQUES

0.45	0.43				M.O en %
0.26	0.25				C en ‰
					N en ‰
					C/N

## RESERVES MINERALES

30.00	21.75				CaCO <sub>3</sub> Total en %
13.69	7.74				CaCO <sub>3</sub> Actif en %
36.64	29.77				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim en ppm

## COMPLEXE ABSORBANT

3.05	2.95				Ca <sup>++</sup> en méq/100g
1.20	1.10				Mg <sup>++</sup> en méq/100g
3.72	2.69				K <sup>+</sup> en méq/100g
5.58	3.12				Na <sup>+</sup> en méq/100g
13.69	10.01				T en méq/100g
					Na <sup>+</sup> /T en %

## SOLUTION DU SOL

8.59	7.89				pH
0.30	2.56				C.E en mmho/cm

### III.2.1) l'interprétation des résultats :

- **Le taux de calcaire :**

Les fiches analytiques ont montré que tous les sols du périmètre renferment un taux élevé de calcaire élevé. Ce qui constitue une contrainte majeure pour les cultures arboricoles surtout pour les espèces à pépins qui sont réputées calcifuges. La gamme des cultures maraichères se trouve également réduite. Les cultures céréalières et fourragères supportent mieux les terres calcaires. La forme de distribution et d'individualisation du calcaire en concentration continue sous forme d'encroustement massif et/ou nodulaire formant ainsi un niveau limitant pour les cultures. L'aptitude des sols à l'irrigation dépendra alors de la profondeur et de sa forme d'individualisation.

- **La salinité :**

Bien que localement détectée au niveau du périmètre, la salure demeure une contrainte sérieuse si la conductivité électrique dépasse 4 mS/cm.

Les sols du périmètre sont localement atteints par la salure où on a enregistré en bas de certains profils des valeurs supérieures à 2 mS/cm. Ce qui représente une alerte et une mise en garde afin de prendre au sérieux ce paramètre et de surveiller son évolution sous irrigation.

- **La réaction du sol :**

Les valeurs du pH des profils analysés virent en totalité vers l'alcalinité (pH dépassant souvent la barre de 8) ce qui décline l'aptitude des sols à l'irrigation.

### III.3) Etude des aptitudes culturales :

Les aptitudes culturales des différentes unités pédologiques définies ont été établies en tenant compte des paramètres édaphiques suivants :

- La profondeur du sol.
- La texture du sol (selon la profondeur des racines de la culture).
- La structure des horizons en fonction de l'enracinement de la culture.
- Présence d'éléments grossiers dans le profil.
- L'hydromorphie.
- La salinité du sol.
- Le calcaire.
- La réaction du sol (pH).

(Voir la carte des aptitudes culturales en irrigué au 1/2000).

**III.3.1) Les cultures céréalières et fourragères : C**

Actuellement ce sont les principales spéculations pratiquées. Les conditions du milieu sont relativement favorables pour les cultures céréalières et fourragères ; une seule aptitude est définie :

**C11** : Aptitude bonne pour toutes les cultures céréalières et fourragères,  
Aptitude moyenne pour la luzerne.

**III.3.2) Les cultures maraichères : M**

**M15** : Aptitude bonne pour artichaut, oignon, navet, choux, épinard et laitue  
Aptitude moyenne pour : tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment,  
Poivron, haricot, concombre et pois.

**III.3.3) Les cultures arboricoles : B**

**B21** : Aptitude bonne pour abricotier sur franc, olivier, et figuier  
Aptitude moyenne pour agrumes, pêcher sur amandier, abricotier sur amandier,  
Amandier sur franc, pêcher sur prunier, prunier, abricotier sur myrobolan, prunier sur myrobolan, cerisier sur merisier, pommier et poirier.

**B25** : bonne pour pêcher sur prunier, prunier, pommier sur doucin et figuier  
Aptitude moyenne pour agrumes, abricotier sur myrobolan, prunier sur myrobolan,  
Cerisier sur merisier, olivier, pommier sur franc, poirier sur franc, poirier sur cognassier.

Tableau III.1 : Les espèces culturales.

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



Tableau III.2 : Degré d'aptitude culturale.

Types de sol	cultures	Degré d'aptitude culturale.	
		Bonne pour	Moyen pour
Sol Calcimagnésiques	cultures céréalières et fourragères (C11)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10	
	cultures maraichères (M15)	1, 3, 6,7, 8, 9,10	2, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18
	cultures arboricoles (B25)	4, 11,15	1, 7,8, 9, 10,14
	cultures arboricoles (B21)	5, 9, 15,16	4, 7, 8, 12,13

#### III.4) Les travaux et aménagements recommandés :

Afin d'éliminer ou, du moins, réduire les effets de certaines contraintes énoncées, certaines opérations sont à recommander.

Les sols du périmètre, destinés à être conduits en intensif sous irrigation, sont peu pourvus en matière organique ; riches en calcaires et présentent un pH alcalin ; il est recommandé par conséquent d'envisager des amendements organiques soit par la pratique des engrais verts en tête d'assolement et /ou par des apports directs de fumier de ferme en quantité importante de l'ordre de 80 à 100 tonnes par Ha.

#### Conclusion :

L'étude pédologique du périmètre et l'établissement de la carte des sols ont permis de distinguer quatre unités pédologiques. Elles appartiennent à une même classe taxonomique (classe des sols calcimagnésiques).

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que L'aptitude des sols reste bonne pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que les cultures maraichères mais moyenne pour les cultures arboricoles.

Les travaux recommandés consistent, principalement à apporter des amendements organiques en plus de la fertilisation minérale.

**Chapitre IV :**  
**Ressources en eau-Hydrologie**

## Chapitre IV : Ressources en eau-Hydrologie

### Ressources en eau

#### Introduction :

Il faut nécessairement combler le déficit hydrique durant la période sèche mai septembre, par une irrigation. Pour cela, on doit faire l'inventaire des ressources en eau et étudier les possibilités de leur utilisation en agriculture.

Les eaux d'irrigation sont des eaux superficielles (retenue collinaire AHMED BEN MOHAMED), Elles doivent être en outre de bonne qualité, surtout peu chargées en sels.

#### IV.1) Retenue collinaire de « AHMED BEN MOHAMED » :

Les ressources en eau destinées à l'irrigation du périmètre de REHIA est la retenue collinaire AHMED BEN MOHAMED, cet ouvrage de mobilisation constitué d'une digue de 19 m de hauteur, qui a une capacité de 1.8 Hm<sup>3</sup> et comprend un déversoir dont le radier est réalisé avec du gros béton sur 30 cm et les murs avec du béton armé permettant d'évacuer une crue cinquantaine et un débit max 167.97 m<sup>3</sup> / s et se termine par un bassin de dissipation

- Une vidange de fond dimensionnée pour un débit de 0.1 m<sup>3</sup> / s
- Volume régularisé de 1.107 hm<sup>3</sup>
- Prise d'eau et vidange de fond

Cet ouvrage comprend :

- un canal d'amène ; c'est une conduite de diamètre de 300 mm en acier enrobe avec béton armé.
  - une chambre de vanne.
- le volume actuel de la retenue de AHMED BEN MOHAMED est de = 1.23 Hm<sup>3</sup>.

#### IV.2) Destination de la retenue :

La destination de cet ouvrage est la retenue des eaux de l'oued Ahmed Ben Mohamed et les utiliser pour l'irrigation pendant la période sèche de l'année.

##### IV.2.1) Données générales :

Cours d'eau : Oued Ahmed Ben Mohamed.  
 Wilaya : Oum El Bouaghi.  
 Coordonnées Lambert : X= 953.250.  
 Y= 281.050.  
 Destination : irrigation de 138 Ha.

##### IV.2.2) Caractéristique climatique – hydrologique :

- Superficie du bassin versant : 120 km<sup>2</sup>
- Précipitation annuelle moyenne : 345 mm
- Apport moyenne inter annuelle : 4.8 hm<sup>3</sup>.
- Débit spécifique : 2,892 l/s.
- Débit de crues : 440 m<sup>3</sup>/s.

**IV.2.3) Géologie de la retenue :**

Pour le terrain de fond (substratum) la cuvette de la retenue est représentée par des marnes renfermant des fibres de calcites des argiles.

Les matériaux de couverture (colluvion) proviennent de la décomposition physique (désagrégation) et chimique (altération) des roches mères.

Le remblai de corps de la retenue c'est un remblai argileux.

**IV.3) Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :**

C'est un élément essentiel dans tout projet agricole. En effet, la qualité de l'eau d'irrigation obéit à une réglementation stricte, ce qui permet de préserver la santé du consommateur et l'environnement de la zone d'exploitation.

**IV.4) Effet sur le fonctionnement du réseau :****➤ Risque d'obstruction :**

Les éléments susceptible d'obstruer les goutteurs peuvent se trouver en suspension ou en solution dans l'eau .Ils peuvent être de nature physique (sable, limon, argile, débris de végétaux etc.) chimique (calcaire, fer etc.) ou biologique (algues, bactéries, spore etc.).Une analyse préalable est indispensable pour apprécier les risques et de définir les moyens de prévention à mettre en œuvre pour éviter le colmatage.

**➤ Risque de salinisation du sol :**

La teneur en sel des eaux d'irrigation joue un rôle important vis à vis des effets directe sur des végétaux et des risques de salinisations de sol, certains ions sont utiles, même à des concentrations relativement élevées.

**IV.5) Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation :**

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

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

Les analyses des eaux, d'irrigation de notre périmètre sont faites au laboratoire de l'ANRH Constantine sur un échantillon prélevé au niveau de notre retenue (Ahmed Ben Mohamed). Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** : Caractéristiques de l'eau d'irrigation.

Date de prélèvement	09/04/2015		
Elément	Résultat N°1	Résultat N°2	Moyenne
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	245.95	245.71	245.83
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	102.25	102.27	102.26
Na <sup>+</sup> (mg/l)	69.00	69.00	69.00
K <sup>+</sup> (mg/l)	5.00	5.00	5.00
CE à 28°C (mmohs/cm)	0.227	0.228	0.2275
PH	7.80	7.88	7.84
SAR	5.23		

Source : ANRH Constantine

**IV.5.1) Les limites admissibles :**

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

**a. conductivité électrique :**

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

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

**Tableau IV.2** : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

<i>Classe</i>	<i>Conductivité électrique 25°C CE (mmohs/cm) à 25°C</i>	<i>Qualité des eaux</i>
<i>C1</i>	<i><math>CE \leq 0,25</math></i>	<i>Eau de risque faible</i>
<i>C2</i>	<i><math>0,25 &lt; CE \leq 0,75</math></i>	<i>Eau de risque moyen</i>
<i>C3</i>	<i><math>0,75 &lt; CE \leq 2,25</math></i>	<i>Eau de risque élevé</i>
<i>C4</i>	<i><math>CE &gt; 2,25</math></i>	<i>Eau de risque très élevé</i>

**Remarque :**

C1 : convient pour toutes les cultures.

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

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

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

L'eau de la retenue Ahmed Ben Mohamed prévue pour l'irrigation du périmètre étudié à une conductivité électrique moyenne  $CE = 0.2275 \text{ mmhos/cm}$ .

**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  $\text{Na}^+$  et celle en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ .

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \dots\dots\dots (IV.1)$$

D'où :

$$SAR = \frac{69}{\sqrt{\frac{245.83 + 102.26}{2}}} = 5.23$$

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

**Tableau IV.3 :** Classification des eaux en fonction du S.A.R

<i>Classe</i>	<i>S.A.R.</i>	<i>Danger d'alcalinisation</i>
<i>S1</i>	<i><math>SAR \leq 10</math></i>	<i>Risque faible</i>
<i>S2</i>	<i><math>10 &lt; SAR \leq 18</math></i>	<i>Risque moyen</i>
<i>S3</i>	<i><math>18 &lt; SAR \leq 26</math></i>	<i>Risque élevé</i>
<i>S4</i>	<i><math>SAR &gt; 26</math></i>	<i>Risque très élevé</i>

On 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). voir la Figure IV.1.

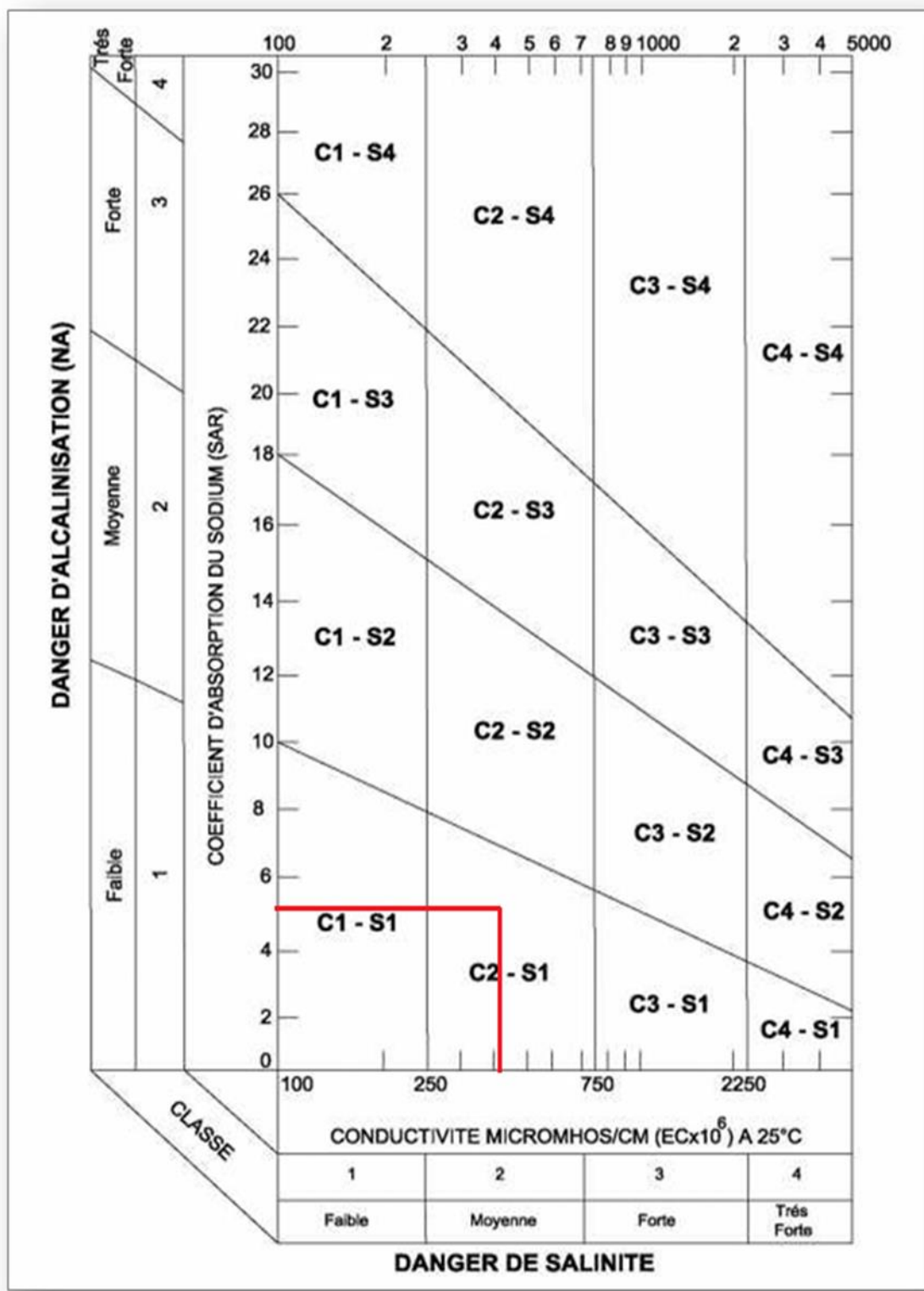


Figure IV.1 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

**IV.5.2) Température de l'eau :**

Elle dépend de la période de prélèvements. Pour l'ensemble des prélèvements, la température moyenne avoisine 19.2 (°C).

**IV.5.3) 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 8.00 à 8.20, mais qui peuvent légèrement diminuer pour atteindre 7.84 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.

**Conclusion :**

On a constaté l'insuffisance de la ressource en eau actuelle pour cela dans le cadre de ce projet la principale ressource en eau sera celle de la retenue collinaire d'Ahmed Ben Mohamed qu'elle a une capacité de 1.51 Hm<sup>3</sup> et un volume régularisé de 1,107 Hm<sup>3</sup>.

D'après les résultats d'analyse chimique, le calcul de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR de l'eau d'irrigation de la retenue, on a constaté que la salinité  $0,25 < CE \leq 0,75$  d'après la classification des eaux en Algérie et un degré d'alcalinité S.A.R.<10 donc on n'a pas un risque de toxicité sur le sol.

**Etude Hydrologique****Introduction :**

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.

**IV.6) Choix de l'échantillon à analyser :**

La station de Meskiana a été prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le Tableau IV.3 :

:

**Tableau IV.4 :** Les caractéristiques de La station de Meskiana.

Stations	Coordonnées Lambert		Altitude (m)	Année de la mise en service
	X	Y		
Meskiana	950.050	270.750	850	1904

Nous disposons d'un échantillon de pluies annuelles qui va de 1980 à 2005, soit donc une durée d'observations de 25 ans. Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :



Tableau IV.5 : Précipitations moyennes mensuelles (1970-2005).

Année	Sept	Oct	Nov	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Annuel
80/81	49.8	14	16.8	26.5	14.2	22.2	15.3	41.7	33.6	49.4	6.7	4.5	294.7
81/82	42.7	44.2	43.8	15.6	18.4	35.6	22.4	36.2	59.21	14.8	4.8	26.7	364.41
82/83	7	33.2	46.3	12.8	42.2	48.6	22.7	17.6	13.6	17.9	7.8	28.3	298
83/84	11.4	32.7	4.3	32.9	13.7	41.4	41.3	19	21	6.8	0	15.4	239.9
84/85	23.7	21.2	16.8	43	25.7	15.9	64.5	15.4	57.4	22.2	15.9	6	327.7
85/86	66.55	12.6	16.75	36.4	10.5	19	60.9	25	26.8	13.2	36.5	23	347.2
86/87	15.83	25.4	36.6	16.7	10.2	17.4	42.6	19.2	33.3	34.2	13.7	5	270.13
87/88	14.44	22.6	30.2	27.5	12.7	2	23.8	27.6	56.1	41.4	11.5	36.5	306.34
88/89	18	13.5	23.9	25.4	43.3	10.4	34.7	26.3	19	45.3	8.7	101.3	369.8
89/90	38.6	7.8	31.6	18.7	43	19.5	40.6	50.8	48.35	17.1	13.2	115.6	444.85
90/91	37.5	29.4	60.1	34.5	32.4	31.3	44.3	25	54.9	14.4	8.5	35.6	407.9
91/92	58.9	52.4	39.6	14.2	20.3	24.9	22.3	25.6	71.7	23.2	13.4	24.5	391
92/93	44.08	28.4	61.05	48.4	5.3	27.9	19.4	14.5	22.36	12.8	7.1	2.3	293.59
93/94	16.05	26.2	9.9	19.5	44.2	20.9	9.4	13.3	31.7	50.6	14.5	6.7	262.95
94/95	82	36.8	7.4	5.7	88	23.5	52.4	30.2	12.7	15.8	7.6	3.5	365.6
95/96	94.9	33.7	28	8.2	10.5	60.9	39.3	30.5	13.83	27.6	7.5	15.5	370.43
96/97	56	5	42.6	22.9	27.6	4	27.8	50.7	12.06	12	0	19.4	280.06
97/98	32.1	40.5	26.7	13.5	51.5	2	15.7	9.9	18.51	36.3	13	13.3	273.01
98/99	42.1	51.7	36.3	27.9	23.7	11.7	31.8	15.4	80	22	5	13.6	361.2
99/00	20.3	48.7	39.5	23.2	20	14.8	6.1	12	50.96	36.5	10	8.5	290.56
00/01	41.2	32.7	13.5	13.9	22.8	16	5.5	11.1	31.6	28	6	46.7	269
2001/2002	35.84	6	56	6.8	12.3	16	33.5	26	11.44	5	15	85	308.88
2002/2003	32.6	77.9	59.3	36.5	53.5	25.5	31	64.5	83.7	30.9	16.2	36.8	548.4
2003/2004	48.8	35.4	80.77	122.5	12.5	13.4	41.8	13.7	20.8	4.5	6.3	13.5	413.97
2004/2005	46.54	18.3	4.24	31.8	32.1	15	35.5	55.5	23.9	21	9.5	46.6	339.98
MOY	39.0772	30.012	33.2804	27.4	27.624	21.592	31.384	27.068	36.3408	24.116	10.336	29.352	337.5824

D'après le tableau précédent, on remarque que la répartition des précipitations est irrégulière et variable suivant les mois et les années. Les années 1983/1984 sont les plus sèches avec une moyenne de pluie de 239.9mm.

**IV.7) Etude de l’homogénéité de la série pluviométrique :**

L’homogénéité est une analyse statistique de l’information aidant à une prise de décision conséquence.

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 :

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

N<sub>1</sub> et N<sub>2</sub> représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N<sub>1</sub>>N<sub>2</sub>.

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 à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle. Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée :

Avec (Touaibia, 2004) :

$$W_{\min} < W_y < W_{\max} \dots \dots \dots (IV.2)$$

$$W_y = \sum_{i=1}^n Rang \dots \dots \dots (IV.3)$$

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

$$W_{\min} = \frac{(N_1+N_2+1) \times N_1 - 1}{2} - 1.96 \times \sqrt{\frac{N_1 \times N_2 (N_1+N_2+1)}{12}} \dots \dots \dots (IV.4)$$

$$W_{\max} = (N_1+N_2+1) \times N_1 - W_{\min} \dots \dots \dots (IV.5)$$

Les résultats de l’homogénéité sont détaillés dans le tableau IV.5 comme suit :

Tableau IV.6 : Les résultats de l'homogénéité.

Rang	série d'origine	série -X	série- Y	TRRI	Y U X
1	294.7	294.7	370.43	239.9	X
2	364.41	364.41	280.06	262.95	X
3	298	298	273.01	269	Y
4	239.9	239.9	361.2	270.13	X
5	327.7	327.7	290.56	273.01	Y
6	347.2	347.2	269	280.06	Y
7	270.13	270.13	308.88	290.56	Y
8	306.34	306.34	548.4	293.59	X
9	369.8	369.8	413.97	294.7	X
10	444.85	444.85		298	X
11	407.9	407.9		306.34	X
12	391	391		308.88	Y
13	293.59	293.59		327.7	X
14	262.95	262.95		339.98	X
15	365.6	365.6		347.2	X
16	370.43			361.2	Y
17	280.06			364.41	X
18	273.01			365.6	X
19	361.2			369.8	X
20	290.56			370.43	Y
21	269			391	X
22	308.88			407.9	X
23	548.4			413.97	Y
24	413.97			444.85	X
25	339.98			548.4	Y

$$W_y = 115$$

$$W_{\min} = 94.17$$

$$W_{\max} = 165.83$$

$$W_{\min} = 94.17 < W_y < W_{\max} = 165.83$$

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

**IV.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.

**IV.8.1) Ajustement 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.
- Variable réduite de gauss :

$$U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots\dots\dots(IV.6)$$

- Le coefficient de variation :

$$Cv = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots\dots\dots(IV.7)$$

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

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta \cdot U_{p\%} \dots\dots\dots(IV.8)$$

Avec:

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

$U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss.

$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type.

Pour la mise en œuvre des calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

Tableau IV.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	502	22.4	458	546
50	0.98	483	20.5	443	523
20	0.95	455	17.8	420	490
10	0.9	430	15.7	400	461
5	0.8	400	13.5	374	427
2	0.5	343	11.5	320	366
1.25	0.2	286	13.5	259	312

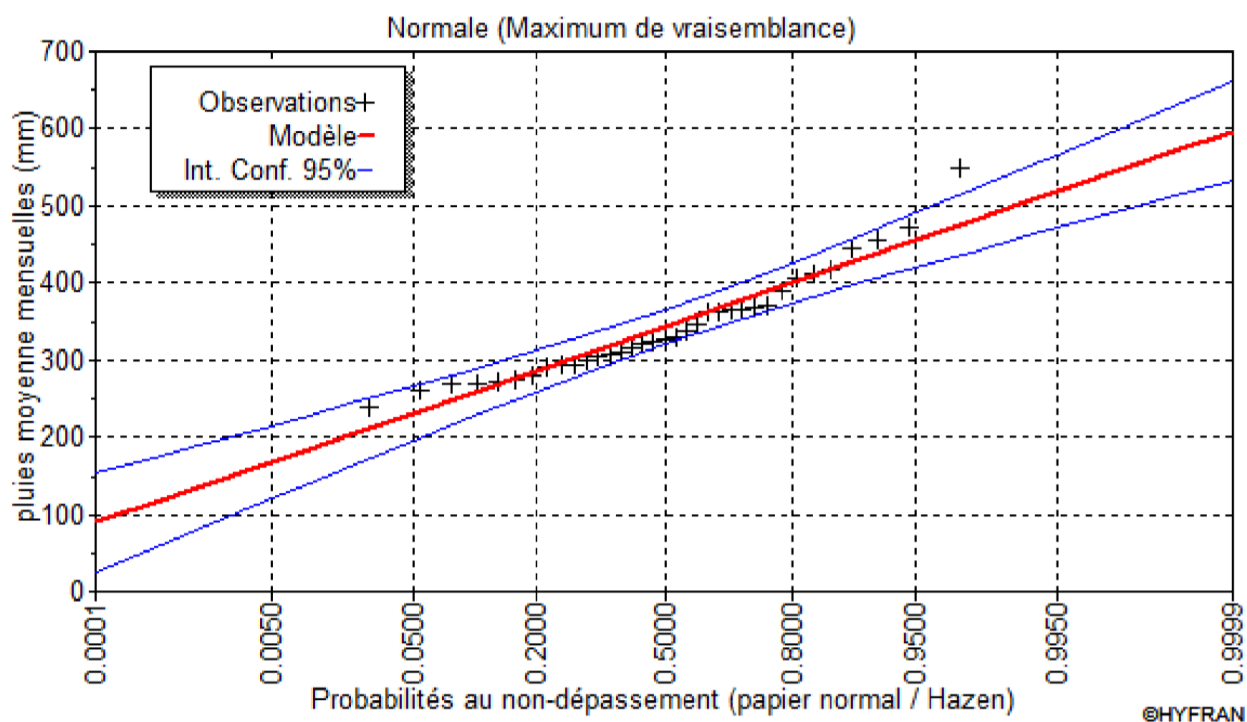


Figure IV.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi Normale.

**IV.8.2) 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 lequel une loi de répartition F(X) a été déterminée :

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune ni valeurs expérimentales. Le nombre Vi 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 :

$$V_i = N \int_{x_{i+1}}^{x_i} f(x) dx = N [F(x_i) - F(x_{i+1})] \dots\dots\dots(IV.9)$$

F(x) : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire, dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots(IV.10)$$

$$\lambda = K - P - 1 \dots\dots\dots(IV.11)$$

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  $\chi^2_{calculé}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$ .
- On détermine  $\chi^2_{théorique}$  Sur la table de Pearson (voir Tableau IV.6)

Avec :  $\chi^2_{théorique} = g(\alpha, \gamma) \dots\dots\dots(IV.12)$

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha=0.05$  (5%) si et seulement si :  $\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$ .

**Tableau IV.8 : Table de  $\chi^2$ .**

$\alpha$ $\gamma$	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 ont obtenu les résultats suivant :

$$\chi^2_{calculé} = 5.46 \text{ et } \gamma = 5.$$

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

$$\chi^2_{théorique} = 11.070.$$

$$\text{Alors : } \chi^2_{calculé} = 5.46 < \chi^2_{théorique} = 11.070.$$

L'ajustement est considéré.

**IV.8.3) 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 :

$$\ln(X_{p\%}) = \overline{\ln(X)} + \delta \ln \times U_{p\%} \dots \dots \dots (IV.13)$$

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

X<sub>p%</sub> : précipitation probable à P%.

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

δ ln: La variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

Pour n < 30 :

$$\delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \dots\dots\dots(\text{IV.14})$$

Pour n > 30 :

$$\ln = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \dots\dots\dots(\text{IV.15})$$

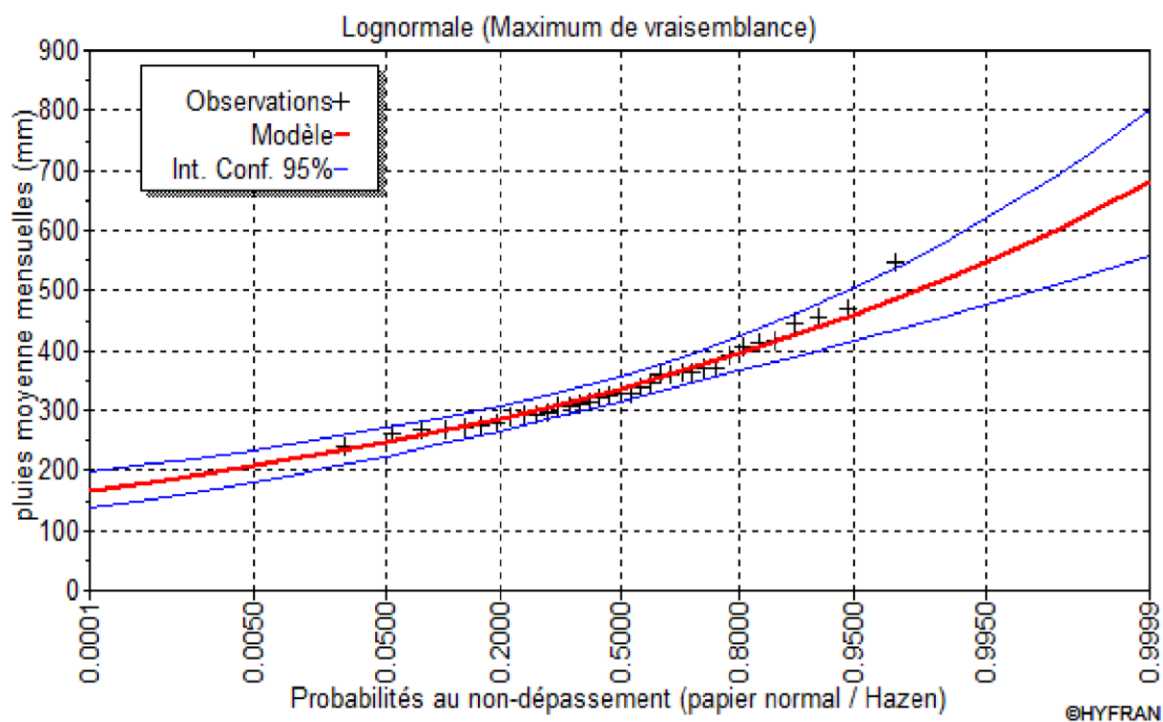
U<sub>p%</sub>: variable réduite de Gauss.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent au tableau IV.7 et au Figure IV.3.

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

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
100	0.99	523	32.5	459	586
50	0.98	497	28.2	441	552
20	0.95	460	22.7	415	504
10	0.9	429	18.6	393	466
5	0.8	395	14.7	366	424
2	0.5	337	10.8	316	358
1.25	0.2	287	10.7	266	308





**Figure IV.3 :** Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale.

#### IV.8.4) Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton) :

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

- On calcule  $\chi^2_{calculé}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$ .
- On détermine  $\chi^2_{théorique}$  Sur la table de Pearson III (voir Tableau IV.6)

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

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha=0.05$  (5%) si et seulement si :  $\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$ .

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

$\chi^2_{calculé} = 2.71$  et  $\gamma = 5$ .

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

$$\chi^2_{théorique} = 11.070$$

Alors :  $\chi^2_{calculé} = 2.71 < \chi^2_{théorique} = 11.070$ .

**N.B :**

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

**IV.9) 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 :

$$P_i(80\%) = P_{moy} \times \frac{P_{théorique(80\%)Annuelle}}{P_{théorique(50\%)Annuelle}} \dots\dots\dots(IV.16)$$

Avec :

i : Mois.

On déduire les résultats suivantes :

$$P_{théorique(80\%)Annuelle} = 291\text{mm.}$$

$$P_{théorique(50\%)Annuelle} = 332\text{mm.}$$

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

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

Mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
P <sub>i,moy</sub> (mm)	39.70	30.22	31.88	25.86	26.02	25.03	39.35	29.24	35.48	25.15	9.81	26.81
P <sub>i, 80%</sub> (mm)	34.8	26.49	27.94	22.67	22.81	21.94	34.49	25.63	31.1	22.04	8.60	23.50

**Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, nous avons pu dégager les principales caractéristiques hydrologiques et statistiques de la zone du projet.

En premier lieu, le périmètre d'étude sera alimenté par la retenue collinaire Ahmed Ben Mohamed, ce qui constitue une opportunité de développement hydro-agricole pour la région puis que les ressources en eau sont très limitées dans la wilaya d'Oum El Bouaghi.

Pour ce qui est de l'analyse statistique des pluies annuelles, on doit noter que le test de Khi carré a montré un ajustement acceptable avec les deux lois (loi de Galton et la loi de Gauss).

Vu la variabilité des pluies annuelles de la station de Meskiana, la comparaison entre les deux lois a montré une meilleure adéquation de la loi log-normale par rapport à la loi normale.

Ce qui nous a conduits à prendre en considération cette loi pour l'estimation des pluies servant au dimensionnement du réseau d'irrigation de Rehia.

**Chapitre V :**  
**Etude des besoins en eau des cultures**

## Chapitre IX : Calcul technico-économique.

### Introduction :

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain. Pour notre projet on a les travaux suivants :

- Le réseau de distribution.
- Le réseau d'irrigation.
- La conduite d'adduction.

L'objectif de ce chapitre est donc l'évaluation du coût estimatif de notre projet, il sera fait exclusivement pour l'irrigation goutte à goutte.

### IX.1) Devis du réseau de distribution :

Le quantitatif total des pièces est présenté dans le tableau suivant :

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

Diamètre	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
90	m/l	429.24	225.93	96978.1932
110	m/l	265.3	328.63	87185.539
125	m/l	0	424.49	0
160	m/l	800	694.47	555576
200	m/l	837.37	1 081.77	905841.745
250	m/l	281.85	1 688.85	476002.373
315	m/l	608	2 605.21	1583967.68
400	m/l	301.75	4 651.29	1403526.76
Vanne Ø110	U	12	12000	144000
Vanne Ø150	U	5	14000	70000
Vanne Ø90	U	20	4500	90000
Goutteur réglable	U	2700	6.13	16551
Filtre métallique	U	1	13500	13500
Manomètre 10bars	U	1	832.92	832.92
			<b>Totale :</b>	<b>5443962.21</b>

**IX.2) Factures Pro-forma de station de pompage conduite principale et réservoir :**

**IX.2.1) Calcul du volume de terrassement :**

**a) Largeur du fond de la tranchée :**

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

$$B = d + (0.5 \div 1.2) \dots\dots\dots (IX.1)$$

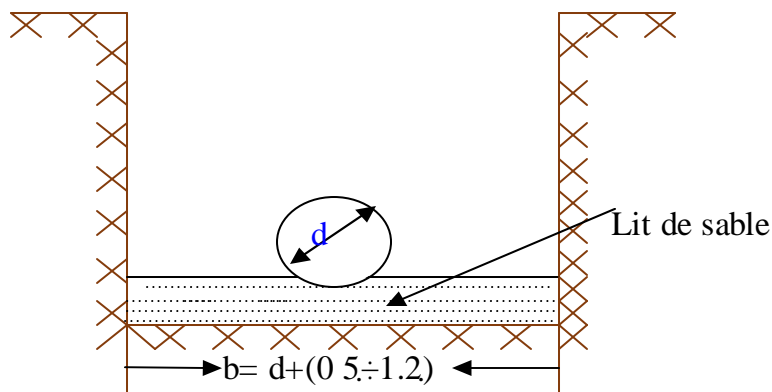
Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

**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.



**Figure IX.1 : Schéma d'une tranchée.**

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

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.

**IX.2.2) la conduite principale :**

**a) Calcul du volume de déblai :**

La surface à calculer est la surface rectangulaire

$$S=B \times H \dots\dots\dots(IX.3)$$

$$H= 1+ \varnothing \text{ m} \dots\dots\dots(IX.4)$$

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau IX.2 :

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

Diamètre (mm)	Longueur de la conduite (m)	Largueur d'une tranchée (b) : (m)	Hauteur de La tranchée (m)	Volume de déblai (m3)
400	3285.3	1	1.4	4599.42

**b) Calcul du volume de lit de sable :**

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

$$V= e \times b \times l$$

**Tableau IX.3 :** calcul du volume de sable

Hauteur (m)	Longueur(m)	Largeur(m)	Volume (m 3)
0.12	3285.3	1	394.236

**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<sub>r</sub> : Volume du remblai compacté (m3)

V<sub>d</sub> : Volume du déblai (m3)

V<sub>s</sub> : Volume du sable

V : Volume occupé par la conduite (m3) ;

$$V = L \times \left( \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \dots\dots\dots(IX.5)$$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Dont les volumes des travaux pour la conduite sont représentés dans le tableau IX.4 :

**Tableau IX.4 :** Calcul du volume de remblai.

Diamètre (mm)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Sable (m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )
400	4599.42	394.236	4201.1

**IX.2.3) Devis estimation pour le terrassement, la station et le réservoir :**

**Tableau IX.5 :**Factures pro-forma terrassement, conduite principale, réseau distribution et système d'addiction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m <sup>3</sup>	4599.42	300	1379826
2) lit de sable	m <sup>3</sup>	394.236	800	315388.8
3) remblaiement de la tranchée	m <sup>3</sup>	4201.1	200	840220
TOTAL 02				2535434.8

**IX.2.4) Devis estimatif total :**

$$D_T = \text{Total (tableau IX.1)} + \text{Total (tableau IX.5)} \dots\dots\dots(\text{IX.5})$$

$$D_T = 7979397.01\text{DA}$$

**N.B :**

La référence des prix pour la projection du réseau d'irrigation a été fournie par le Représentant commercial de S.T.P.M CHIALI (PEHD PN06).

**Conclusion :**

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localisée est élevé, comme c'était déjà cité cette élévation de coût est due aux équipements qui sont relativement onéreux (système de fertilisation et filtration).

Cependant, on doit noter que le réseau goutte à goutte est rentable à moyen terme.



**Chapitre VI :**  
**Etude du système d'adduction**

## Chapitre V : Etude des besoins en eau des cultures.

### 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.

### V.1) 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 ( $P_{eff}$ ).

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique.

#### V.1.1) L'évapotranspiration potentielle de référence (ETo) :

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).

#### V.1.2) L'évapotranspiration maximale :

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

$$ETM = ETo * Kc \dots \dots \dots (V.1)$$

ETo : représente l'évapotranspiration standard (de référence)

Kc : le coefficient cultural.

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

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

$$ETo = C \times [ w \times Rn + ( 1-w ) \times F ( u ) \times ( ea - ed ) ] \dots\dots\dots(V.2)$$

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 V.1 : calculs de l'ETo.**

Mois	Tempé 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
Février	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
Décembre	7.0	79	206	4.9	2.8	0.98	30.38
TOTAL	15.3	65	163	7.7	8.9	38,03	1161

**V.1.3) Les Coefficients culturaux (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 V .2 : Coefficients culturaux.**

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Maïs -grain				0.5	1.15	1.15	0.6					
Orge / Blé	1	1.05	1.15	1.15	0.2						0.7	0.85
Sorgho					0.8	1	1.15	0.75				
Olivier	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.7	0.65	0.65	0,65
Pomme de terre			0.75	1.1	1.2	0.75						
Tomates			0.40	0.70	1.05	1.05	0.60					
luzerne		0.7	0.7	0.85	1.2	1.2	0.7					

**V.2) 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 :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) \times Z \times Y \times da. \dots\dots\dots(V.3)$$

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.

### V.2.1) Les profondeurs d'enracinement :

**Tableau V. 3 :** Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.

culture	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Mais				0.10	0.20	0.30	0.40	0.50				
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				
Pomme de terre			0.1	0.25	0.35	0.40						
tomate			0.2	0.7	1.0	1.0						
olivier	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Luzerne		0.45	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5					

### V.3) 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 V.4 : cycle végétatif.

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	←											→

**V.3.1) Assolement et rotation proposés :**

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

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

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

**Tableau V.5 :** Assolement et rotation des cultures proposé.

Sol I	Sol II
sorgho/vesce avoine	bersim/maïs grain
bersim/maïs grain	sorgho/vesce avoine
choux-oignon vert/ail	carotte-navet/melon
maïs grain/bersim	choux-oignon vert/ail
pomme de terre/piment-	laitue/petit pois
oignon sec/choux	melon/navet
haricot vert/laitue	petit pois/laitue
navet/melon	oignon sec/choux
Blé	vesce avoine/ail

**V.3.2) Les pourcentages proposés aux différentes cultures :**

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

**Tableau V.6 :** Répartition culturelle du périmètre de Rehia.

N° de la parcelle	La culture	Superficie en (m <sup>2</sup> )	Superficie en (ha)	Superficie des parcelles des sols	Pourcentage (%)
1	Olivier	380000	38.00	38	27.54
2	Blé	300000	30.00	30	21.74
3	Luzerne	120000	12.00	12	8.70
4	Sorgho	220000	22.00	22	15.94
5	P. Terre	165000	16.50	16.50	11.96
6	Mais	35000	3.50	3.50	2.54
7	Tomate	160000	16.00	16.00	11.58
Totale :				138	100



**V.4) Calcul des besoins en eau- bilan hydrique :**

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

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

$$B = Kc \cdot ETP - (P_{eff} + RFU) \dots\dots\dots(V.4)$$

ETP : évapotranspiration potentielle de référence en mm

Kc : 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.

**V.4.1) Calcul de la pluie efficace :**

Pour tenir compte des pertes, on introduit la notion de pluie efficace, qui est la pluie réellement utilisée par les plantes. Il est difficile d’évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits. Dans notre étude, nous avons estimé les pluies efficaces par la formule suivante :

$$P_{eff} = P_{i, 80\%} \times P_{P\%} \dots\dots\dots(V.5)$$

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

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

Les valeurs la pluie efficace (**P<sub>eff</sub>**) sont regroupées dans le tableau ci-après :

**Tableau V.7 :** Les précipitations efficaces dans les zones d’étude.

Mois	Janv.	Févr.	Mar	Avril	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
P <sub>i, 80%</sub> (mm)	34.8	26.49	27.94	22.67	22.81	21.94	34.49	25.63	31.1	22.04	8.60	23.50
P <sub>eff</sub> (mm)	27.84	21.19	22.35	18.14	18.25	17.55	27.59	20.50	24.88	17.63	6.88	18.8

**V.4.2) 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 :

$$Q_s = \frac{B_m}{T \times t \times 3.6 \times K} \text{ (l/s/ha) .....(V.6)}$$

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

T : Temps d’irrigation par jour égale à 24h.

t : Nombre de jours du mois d’irrigation, exprimée en jour égale à 30 jours.

K : Coefficient d’efficience globale du système d’irrigation ≈ 0.75.

Les besoins en eau des différentes cultures sont aux tableaux ci-dessous :

**Tableau V.8 :** Besoins en eau d’irrigation de l’olivier.

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	K <sub>c</sub>	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Q <sub>s</sub> (l/s/ha)
<b>Janvier</b>	27.84	27,9	88	88	0.65	18.135	0	0
<b>Février</b>	21.19	39,2	88	88	0.65	27.3	0	0
<b>Mars</b>	22.35	71,92	88	29.33	0.65	45.24	0	0
<b>Avril</b>	18.14	93,3	88	29.33	0.65	60.645	0	0
<b>M</b>	18.25	132,68	88	29.33	0.75	96.3	48.72	0.320
<b>Juin</b>	17.55	163,2	88	0	0.75	122.4	104.85	0.689
<b>Juillet</b>	27.59	192,2	88	0	0.75	139.5	111.91	0.736
<b>Août</b>	20.50	170,5	88	0	0.75	123.75	103.25	0.679
<b>Septembre</b>	24.88	115,8	88	29.33	0.75	81.06	26.85	0.177
<b>Octobre</b>	17.63	80,6	88	29.33	0.65	50.7	0	0
<b>Novembre</b>	6.88	43,2	88	29.33	0.65	28.08	0	0
<b>Décembre</b>	18.8	30,38	88	88	0.65	19.11	0	0

**Tableau V.9 :** Besoins en eau d'irrigation du Blé.

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
Janvier	27.84	27,9	29.99	22.00	1	27.90	0.06	0
Février	21.19	39,2	36.37	0.00	1.05	40.60	43.44	0.330
Mars	22.35	71,92	44.00	0.00	1.15	71.92	60.36	0.450
Avril	18.14	93,3	44.00	0.00	1.115	93.30	89.16	0.670
Ma	18.25	132,68	51.33	22.00	0.2	132.68	8.29	0.060
Juin	17.55	163,2	0	51.33	0	163.20	4.45	0.030
Juillet	27.59	192,2	0	0.00	0	192.20	23.74	0.180
Août	20.50	170,5	0	0.00	0	165.00	0	0
Septembre	24.88	115,8	0	0.00	0	115.80	0.00	0
Octobre	17.63	80,6	0	0.00	0	80.60	0.00	0
Novembre	6.88	43,2	22.00	0.00	0.70	43.20	23.36	0.210
Décembre	18.8	30,38	22.00	0.00	0.85	29.40	0.00	0

**Tableau V.10 :** Besoins en eau d'irrigation du Luzerne.

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
Janvier	27.84	27,9	0	27.84	0	0	0	0
Février	21.19	39,2	33.00	0	0.70	29.4	0	0
Mars	22.35	71,92	36.67	0	0.70	48.72	26.37	0.173
Avril	18.14	93,3	73.33	0	0.85	79.31	61.17	0.402
Ma	18.25	132,68	110	0	1.20	154.08	135.83	0.893
Juin	17.55	163,2	110	0	1.20	195.84	178.29	1.172
Juillet	27.59	192,2	110	0	0.70	130.20	102.61	0.675
Août	20.50	170,5	0	20.504	0	0	0	0
Septembre	24.88	115,8	0	24.88	0	0	0	0
Octobre	17.63	80,6	0	17.63	0	0	0	0
Novembre	6.88	43,2	0	6.88	0	0	0	0
Décembre	18.8	30,38		18.8	0	0	0	0

**Tableau V.11 : Besoins en eau d'irrigation du Sorgho.**

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
Janvier	27.84	27,9	0	27.84	0	0	0	0
Février	21.19	39,2	0	21.92	0	0	0	0
Mars	22.35	71,92	0	22.35	0	0	0	0
Avril	18.14	93,3	0	18.14	0	0	0	0
Mai	18.25	132,68	18.67	0	0.8	102.72	0	0
Juin	17.55	163,2	37.33	0	1.0	163.20	0	0
Juillet	27.59	192,2	46.67	0	1.15	213.90	186.31	1.225
Août	20.50	170,5	56.00	0	0.75	123.75	10.25	0.679
Septembre	24.88	115,8	40.33	0	0	0	0	0
Octobre	17.63	80,6	0	0	0	0	0	0
Novembre	6.88	43,2	0	0	0	0	0	0
Décembre	18.8	30,38	0	18.8	0	0	0	0

**Tableau V.12 : Besoins en eau d'irrigation de la Pomme de terre.**

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
Janvier	27.84	27,9	0	27.84	0	0	0	0
Février	21.19	39,2	0	21.19	0	0	0	0
Mars	22.35	71,92	7.33	0	0.75	52.20	0	0
Avril	18.14	93,3	18.33	0	1.1	102.63	0	0
Mai	18.25	132,68	25.67	0	1.2	154.08	135.83	0.893
Juin	17.55	163,2	29.33	0	0.75	122.4	104.85	0.689
Juillet	27.59	192,2	0	0	0	0	0	0
Août	20.50	170,5	0	20.51	0	0	0	0
Septembr	24.88	115,8	0	24.88	0	0	0	0
Octobre	17.63	80,6	0	17.63	0	0	0	0
Novembre	6.88	43,2	0	6.88	0	0	0	0
Décembre	18.8	30,38	0	18.8	0	0	0	0

**Tableau V.13 :** Besoins en eau d'irrigation du Maïs.

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
<b>0Janvier</b>	27.84	27,9	0	27.84	0	0	0	0
<b>Février</b>	21.19	39,2	0	21.19	0	0	0	0
<b>Mars</b>	22.35	71,92	0	0	0	0	0	0.147
<b>Avril</b>	18.14	93,3	7.33	0	0.5	46.65	28.54	0.189
<b>M</b>	18.25	132,68	14.67	0	1.15	147.66	129.41	0.851
<b>Juin</b>	17.55	163,2	22	0	1.15	187.68	170.13	1.119
<b>Juillet</b>	27.59	192,2	29.33	0	0.6	111.60	0	0
<b>Août</b>	20.50	170,5	0	20.50	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	24.88	115,8	0	24.88	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	17.63	80,6	0	17.63	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	6.88	43,2	0	6.88	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	18.8	30,38	0	18.8	0	0	0	0

**Tableau V.14 :** Besoins en eau d'irrigation du Tomate.

Mois	P <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm)	RFU <sub>theo</sub> (mm)	RFU (mm)	Kc	ETM (mm)	B <sub>net</sub> (mm)	Qs (l/s/ha)
<b>Janvier</b>	27.84	27,9	0	0	0	0	0	0
<b>Février</b>	21.19	39,2	0	0	0	0	0	0
<b>Mars</b>	22.35	71,92	14.67	4.89	0.4	27.84	5.49	0.036
<b>Avril</b>	18.14	93,3	51.33	17.11	0.7	65.31	47.17	0.031
<b>M</b>	18.25	132,68	73.33	24.44	1.05	134.82	116.57	0.77
<b>Juin</b>	17.55	163,2	73.33	0	1.05	171.36	153.81	1.011
<b>Juillet</b>	27.59	192,2	73.33	0	0.6	111.6	84.01	0.55
<b>Août</b>	20.50	170,5	0	0	0	0	0	0
<b>Septembre</b>	24.88	115,8	0	0	0	0	0	0
<b>Octobre</b>	17.63	80,6	0	0	0	0	0	0
<b>Novembre</b>	6.88	43,2	0	0	0	0	0	0
<b>Décembre</b>	18.8	30,38	0	0	0	0	0	0

**Tableau V.15 :** Calcul des besoins en eau des cultures.

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jun	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	annuel
Olivier	0	0	0	0	48.72	104.85	111.91	103.25	26.85	0	0	0	395.58
Blé	0.06	43.44	60.36	89.16	8.29	4.45	23.74	0	0	0	23.36	0	244.86
Luzerne	0	0	26.37	61.77	135.83	178.29	102.61	0	0	0	0	0	504.87
Sorgho	0	0	0	0	0	0	186.31	10.25	0	0	0	0	196.56
P. Terre	0	0	0	0	135.83	104.85	0	0	0	0	0	0	240.68
Mais	0	0	0	28.54	129.41	170.13	0	0	0	0	0	0	328.08
Tomate	0	0	5.49	47.17	116.57	153.81	84.01	0	0	0	0	0	407.05
Totale	0.06	43.44	92.22	226.64	574.65	716.31	508.58	113.5	26.85	0	23.36	0	2317.68

D'après le tableau V.14, les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient donc **716.31 mm/mois**.

Le débit spécifique calculé est très important, il est de 3.68 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement. Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

- Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures.
- Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

Dans notre cas, la culture la plus exigeante est la luzerne (mois de juin), avec des besoins estimés à 178.29 mm/mois, le débit spécifique est donc :

$$Q_s = \frac{178.29 \times 10\ 000}{24 \times 30 \times 3600 \times 0.75} = 0.92 \text{ l/s/ha.}$$

Le débit spécifique pour le périmètre de Rehia est de 0.92 l/s/ha.

Pour notre périmètre ayant une superficie de 138 hectares, le débit du réseau sera :

$$Q = 0.92 \times 138$$

$$Q = \mathbf{126.96 \text{ l/s}}$$

**V.5) Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :**

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement triennal, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant, en plus des besoins de l'arboriculture (hors assolement).

**Tableau V.16 :** Besoins en eau totaux des cultures du périmètre de Rehia.

Cultures	Superficies (ha)	Besoins net (mm)	Efficience	Besoins brutes (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins totaux (m <sup>3</sup> )
Olivier	38.00	395.58	0.75	4944.591667	187894.4833
Blé	30.00	244.86	0.75	3319.19	99575.7
Luzerne	12.00	504.87	0.75	6303.3125	75639.75
Sorgho	22.00	196.56	0.75	3002.025	66044.55
P. Terre	16.50	240.68	0.75	2663.6	43949.4
Mais	3.50	328.08	0.75	3821.275	13374.4625
Tomate	16.00	407.05	0.75	4300.425	68806.8
				Totale :	555285.1458

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé en détail les besoins eau des cultures qui représentent la base de tout projet d'irrigation.

Après estimation des volumes nécessaires pour chaque culture, et en fonction des surfaces allouées à chaque culture, nous avons estimé les besoins en eau totaux pour le périmètre qui sont de l'ordre de 560 000 m<sup>3</sup>.

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

**Chapitre VII :**  
**Etude des techniques d'irrigation**



## **Chapitre VI : Etude du système d'adduction.**

### **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.1) Schéma d'aménagement :**

#### **V.1.1) présentation de la variante :**

Pour l'élaboration d'un plan d'irrigation du périmètre Rehia, nous avons établi une seule variante d'adduction à cause des conditions topographiques, cette variante consiste à alimenter le périmètre avec pompage.

#### **La variante : Irrigation par pompage (à partir d'un réservoir de mise en charge)**

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

- Une station de pompage à côté de la sortie de tuyau ; 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.

**VI.2) Ilot d'irrigation :**

L'îlot d'irrigation est la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation. Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Chaque îlot est desservi par d'une borne à une ou plusieurs prises. Elle est placée généralement sur la partie ayant la plus haute cote afin de surplomber l'îlot et d'assurer une irrigation de surface des différentes parcelles de l'îlot.

Une borne d'irrigation comprend :

- Une vanne collective sur le corps
- Un compteur pour chaque prise
- Un limiteur de débit adapté à la surface souscrite à l'irrigation

Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Laisser passer ou arrêter le débit.
- Régler ce débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.

**VI.2.1) Découpage du périmètre en ilots d'irrigation :**

Le réseau d'irrigation du périmètre **Rehia** de type ramifié. Le périmètre est partagé en ilots d'irrigation, chaque ilots est desservi par une borne d'irrigation, les bornes sont alimentées par des conduites secondaire, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principale de l'addiction.

La taille des ilots d'irrigation a été établie en fonction des contraintes foncières et topographiques. Environ 15 ilots ont été établis et tracés dans le périmètre. La taille des ilots varie entre 3.5 et 16.5 hectares en formant deux modèles d'exploitation, les ilots dont la superficie est inférieure à 15 hectares, et les ilots supérieurs à 15 hectares.

### VI.2.2) Tracé du réseau de distribution :

Pour l'établissement du tracé du réseau, plusieurs méthodes :

#### 2.1) Tracé par proximité :

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

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

L'algorithme proposé est le suivant :

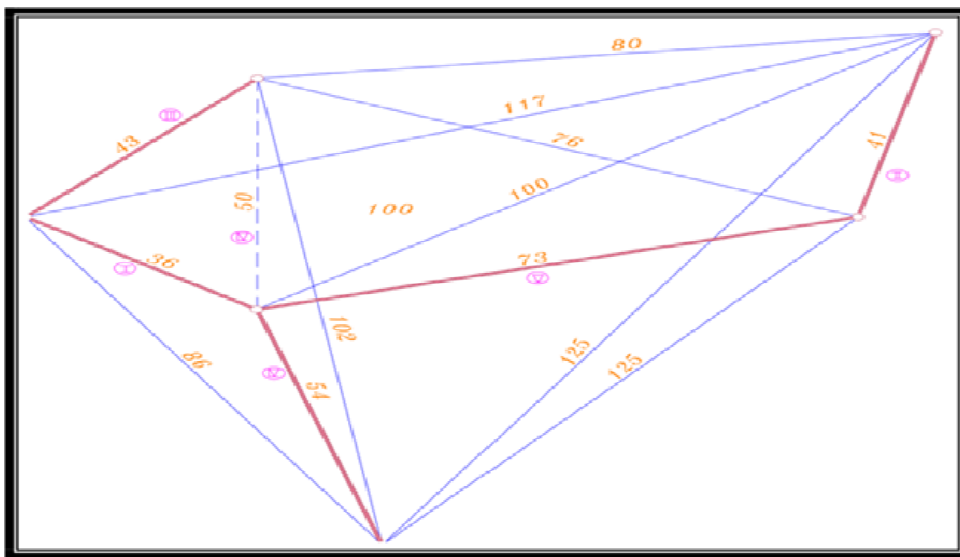


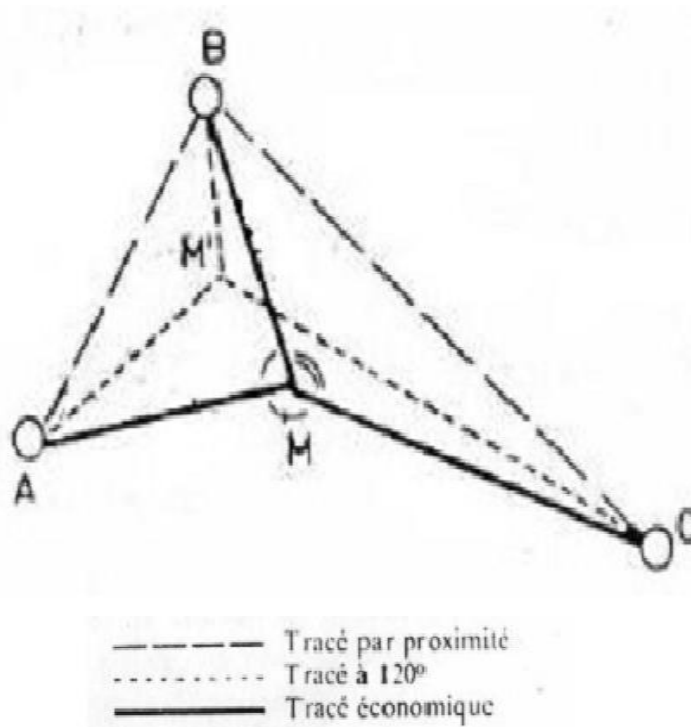
Figure VI.1 : application de l'algorithme de Kruskal.

#### 2.2) Tracé à $120^{\circ}$ :

Dans ce tracé, les bornes d'irrigation sont reliées par deux segments, formant entre eux un angle de  $120^{\circ}$ .

#### 2.3) Le tracé économique :

Il s'agit d'un tracé semblable au précédent, mais la longueur des conduites des diamètres importants est réduite au dépend des conduites ayant un petit diamètre.



**Figure VI.2:** les différents tracés

### VI.2.3) Modalités de fourniture de l'eau :

Il est indispensable de maîtriser les débits sur l'ensemble du périmètre d'irrigation entre la source d'eau et les parcelles.

Trois schémas de distribution d'eau peuvent être présentés :

#### 3.1) Distribution continue :

L'eau est fournie aux exploitants de manière continue correspond à la capacité maximum, mais il faut avoir recours stockage de l'eau.

#### 3.2) Distribution par rotation ou par tout d'arrosage :

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module d'irrigation et cela successivement pour tous les îlots dépendant de ce tertiaire.

**Rotation par tour fixe :** l'eau est disponible aux exploitants pendant une période fixe.

**Rotation programmée :** ce mode d'irrigation est utilisé lorsque le périmètre est divisé en plusieurs parcelles. L'horaire et la quantité d'eau dépendent de la superficie de l'exploitation et de l'assolement.

**3.3) Distribution à la demande :**

Avec ce système, l'exploitant dispose en permanence d'un débit supérieur auquel il aurait droit dans le cas par rotation, sans contraintes horaires ou de durée.

**VI.3) 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 5) à :  $Q_s=0.92$  l/s/ha. Le débit de chaque borne pouvant desservir un ilot est formulé comme suit :

$$Q_b=Q_s \times S \dots\dots\dots(VI.1)$$

$Q_b$  : Débit caractéristique de chaque ilot (l/s).

$Q_s$  : Débit spécifique moyen (l/s/ha).

$S$  : Superficie de l'ilot (ha).

Les résultats du calcul du débit de chaque ilot d'irrigation sont présentés dans le (tableau VI.1).

**Tableau VI.1 : Les débits au niveau de chaque ilot.**

N° de l'ilot d'irrigation	Superficie m <sup>2</sup>	N° de la parcelle	Superficie (ha)	débit des prises (l/s)	débit des ilots (l/s)
1	16000	1-a	4.67	4.30	14.72
		1-b	11.33	10.42	
2	120000	2	12	11.04	11.04
3	165000	3	16.5	15.18	15.18
4	35000	4	3.5	3.22	3.22
5	380000	5-a	12	11.04	34.96
		5-b	12	11.04	
		5-d	14	12.88	
6	300000	6-a	10	9.2	27.6
		6-b	10	9.2	
		6-c	10	9.2	
7	220000	09-a	8	7.36	22,53
		09-b	8	7,36	
		09-c	6	5.52	

**VI.4) Choix du type de borne :**

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

**VI.4.1) Choix de diamètre de la borne :**

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

**Tableau VI.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

**VI.4.2) 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.

$$P_b = P_a + r \dots \dots \dots (VI.2)$$

Dans la quelle :

$P_b$  : Pression à la borne.

$P_a$  : Pression pour le fonctionnement de l'asperseur simple.

$r$  : Marge de sécurité.

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.

**VI.5) Calcul hydraulique des canalisations :****VI.5.1) Caractéristiques de la conduite principale (CP) et le réseau de distribution :****VI.5.1.1) 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.

**b) 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

**VI.5.2) Dimensionnement des canalisations**

Le dimensionnement optimal des canalisations est une des problématiques auxquelles doit résoudre l'ingénieur. Dans un souci technico-économique, les dimensions des conduites doit répondre aux normes hydrauliques.

**Vitesse admissible :**

La fixation d'un seuil de vitesse permet de lutter

- Contre l'érosion des matériaux en cas de vitesses importantes
- Contre les dépôts solides dans le cas de vitesse faibles.
- La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.0 m/s comme vitesse maximale.

Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s.

➤ **Calcul du diamètre :**

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses.

La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots \dots \dots (VI.3)$$

D : diamètre en mm

Q : débit exprimé en m<sup>3</sup>/s.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.25 m/s.

**VI.5.3) Calcul des pertes de charge :**

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

$$H_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots \dots \dots (VI.4)$$

H<sub>pu</sub> : perte de charge unitaire en mm/ml

Q : débit en m<sup>3</sup>/s

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

$$J = L \times Q^M / D^N \dots \dots \dots (VI.5)$$

**Tableau VI.3 :** Paramètres des pertes de charge.

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

Pour une conduite en PEHD la rugosité équivalente K=0,1mm.

Donc : L=1.2

M=1.89

N=5.01



Pour des raisons économiques on a choisis le constructeur CHIALI TUBES afin d'avoir des diamètres normalisés des conduites (voir l'annexe).

**Tableau VI.4 :** diamètres des conduites de distribution du périmètre.

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Le débit Q (l/s)	Diamètre de la conduite D (mm)	Diamètre normalisée D (mm)
R-B1	189.83	126.96	359.70	400
B1-B2	111.86	122.6	353.47	400
B2-B3	451.97	29.44	173.21	200
B3-B4	196.79	18.40	136.94	125
B2-B5	163.22	93.22	308.22	315
B5-B6	201.38	82.8	290.49	315
B6-B7	243.39	71.76	270.43	315
B7-B8	281.85	60.72	248.76	250
B8-B9	385.40	27.6	167.71	200
B9-B10	265.53	9.2	96.83	110
B8-B11	800.08	20.24	143.62	160
B8-B12	232.45	7.36	86.61	90

**VI.5.4) Réservoir REHIA :**

Les eaux d'irrigation seront pompées 20h par jour vers un réservoir principal-à Rehia à partir de ce réservoir, les eaux sont véhiculées gravitaire vers des réservoirs de stockage pour alimenter le réseau de distribution.

**Tableau VI.5 :** Caractéristiques du réservoir Rehia.

Destination	CTN Fond mNGA	H <sub>totale</sub> (m)	Rayon (m)	Volume totale (m <sup>3</sup> )
Rehia	822	5	23	2000

**VI.5.5) Simulation du réseau de distribution par logiciel Epanet :**

Les calculs hydrauliques du réseau sont établis pour un réseau de type ramifié. Après détermination du diamètre, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau des conduites de distribution.

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 la variante. Le calcul des pertes de charge a été effectué selon la formule de Hazan Williams :

$$H_f = 10.675 \times L \times \left(\frac{Q}{chw}\right)^{1.852} \times \frac{1}{D^{4.87}} \dots\dots\dots (VI.6)$$

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.

Le Schéma des tronçons du réseau de distribution est présenté comme suit :

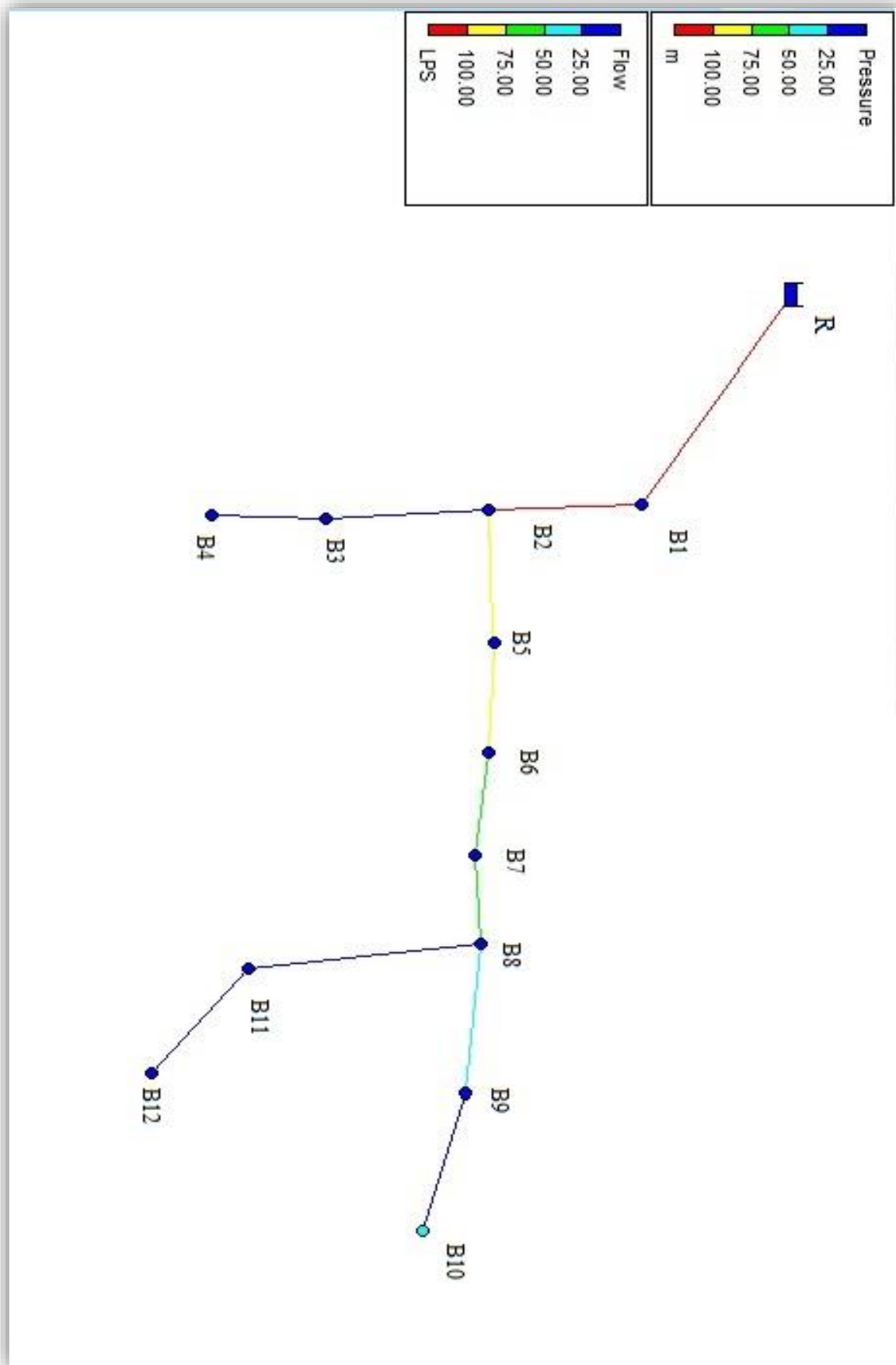


Figure VI.3 : Schéma des traçons de réseau de distribution.

Les résultats des calculs sont présentés dans la figure et les tableaux ci-dessous :

**Tableau VI.6 :** Tableau des pressions au niveau des bornes.

Nœud	Altitude (m)	Débit (l/s)	Débit (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
B1	813	4.3	4.3	826.26	13.26
B2	810.8	11.04	11.04	825.84	15.04
B3	807.2	15.18	15.18	824.36	17.16
B4	809	3.22	3.22	823.12	14.12
B5	808.2	10.42	10.42	824.66	16.46
B6	806	11.04	11.04	823.49	17.49
B7	802.8	11.04	11.04	822.41	19.61
B8	798.4	12.88	12.88	819.57	21.17
B9	792.3	18.4	18.4	816.9	24.6
B10	785.5	9.2	9.2	812.46	26.96
B11	799.9	12.88	12.88	810.3	12.4
B12	792	7.36	7.36	803.48	11.48
Réservoir	827	126.96	126.96	827	0

D'après le tableau précédent, on remarque que les pressions varient entre 1.3 et 2.7 bars donc on utilise TUBE PEHD PN06.

Les pressions varient entre 1.3 et 2.7 alors on peut utiliser que l'irrigation gravitaire et gout à gout.

**Tableau VI.17 :** Tableau des vitesses dans les conduites de distribution.

Link ID	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/S)	Vitesse (m/s)
B1-B2	111.86	400	122.66	0.98
B2-B3	451.97	200	18.4	0.59
B3-B4	196.79	90	3.22	0.51
B2-B5	163.22	315	93.22	1.2
B5-B6	201.38	315	82.8	1.06
B6-B7	243.39	315	71.76	0.92
B7-B8	281.85	250	60.72	1.24
B8-B9	385.4	200	27.6	0.88
B9-B10	265.53	110	9.2	0.97
B8-B11	800	160	20.24	1.01
B8-B12	232.45	90	7.36	1.16
R-B1	183.83	400	126.96	1.01

D'après le tableau précédant on remarque que les vitesses d'écoulement sont acceptables.

Le tableau suivant donne les longueurs des conduites par diamètres :

**Tableau VI.7 :** Etat quantitatif des conduites.

Diamètre (mm)	400	315	250	200	160	110	90
Longueur (m)	301.75	608	281.85	837.37	800	265.3	429.24

**Conclusion :**

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

La simulation par Epanet de variante d'aménagement, donne des pressions aux bornes satisfaisantes pour l'élaboration d'un aménagement avec différents systèmes d'irrigation (Gout à gout et gravitaire).

**Chapitre VIII :**  
**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation**

## **Chapitre VII : Etude des techniques d'irrigation.**

### **Introduction :**

Le choix de la méthode d'irrigation dans un périmètre est toujours problématique du fait de plusieurs contraintes : topographiques, hydrauliques, édaphiques et socio-économiques.

Dans ce chapitre, on détaille les principales techniques d'irrigation, leurs avantages et inconvénients, en essayant d'en tirer les meilleures conclusions quant à l'utilisation d'une technique d'irrigation.

### **VII.1) Les différents technique d'arrosages :**

Les techniques d'arrosages peuvent être regroupées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface.
- L'irrigation par aspersion.
- L'irrigation localisée ou micro irrigation.

#### **VII.1.1) L'irrigation de surface :**

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité). On distingue :

##### **a)-Irrigation par ruissellement ou par planche :**

Dans cette technique, on divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %. Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants.

La préparation des planches est minutieuse et coûteuse, et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants. Les pertes par percolation profonde et en colature est importante. L'efficacité d'irrigation ne dépasse pas 50%.

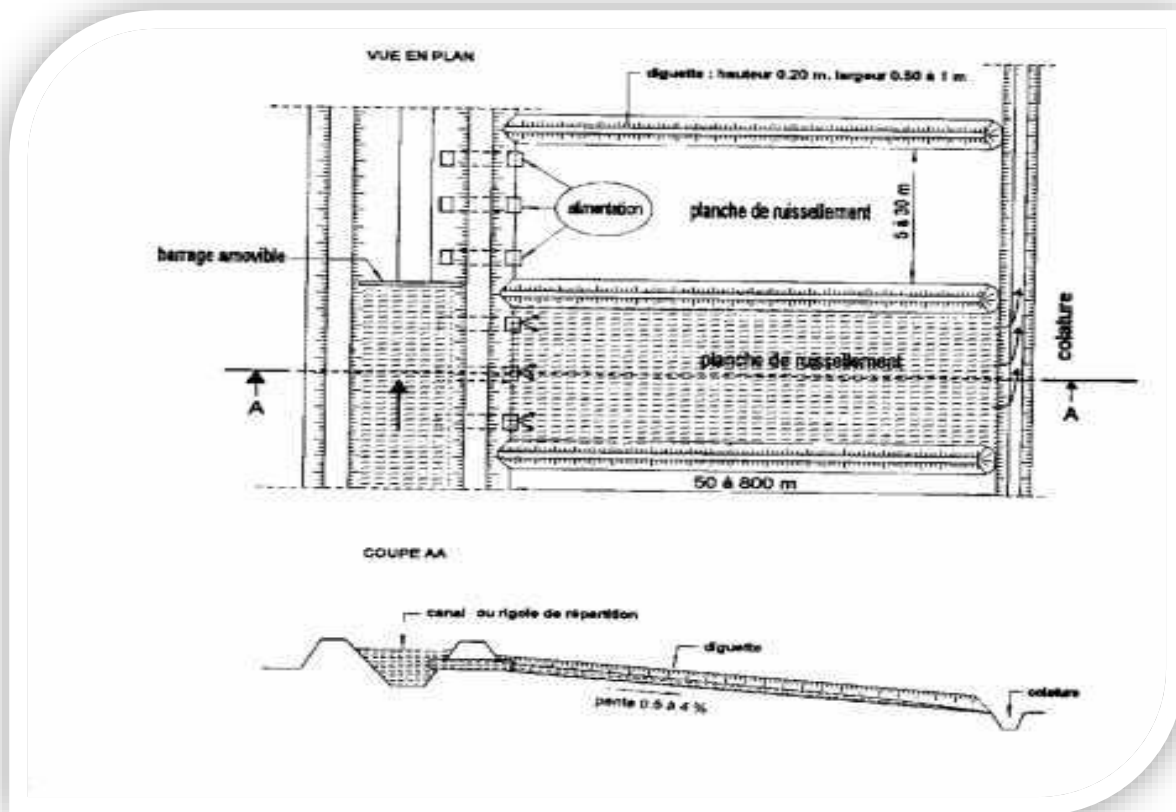


Figure VII.1 : Irrigation par planche de ruissellement.

### b)-L'arrosage à la raie :

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes  $< 0,2\%$ . Pour des pentes  $> 0,2\%$  les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente.

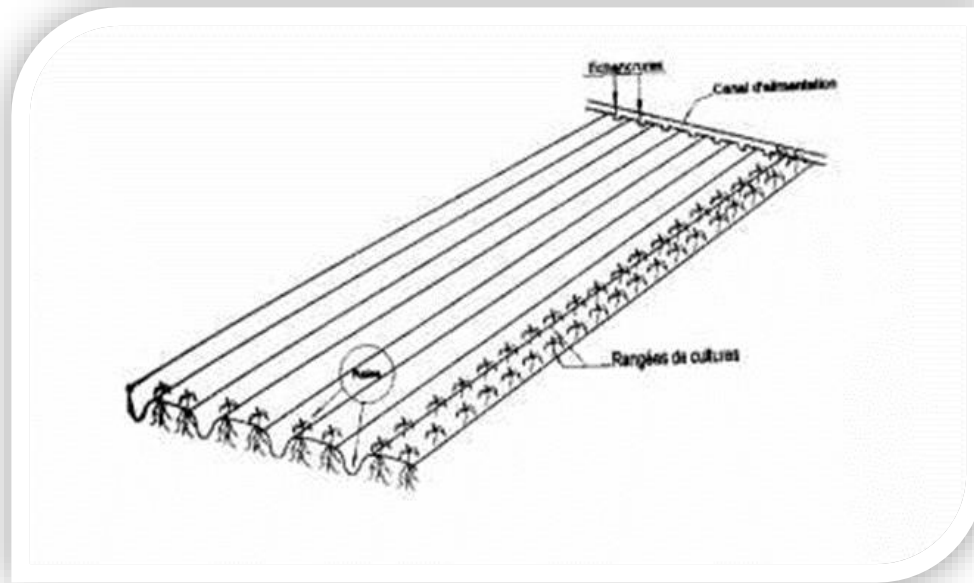
La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale avec :

- Largeur : 25 à 40 cm.
- Profondeur : 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc. ....).

Cette technique exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages. L'efficience des arrosages telle qu'elle est constatée peut se situer entre 40 % et 50 %.





**Figure VII.2 :** Irrigation à la raie.

**c)-Irrigation par submersion :**

Dans cette technique l'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Dans la pratique de la submersion, l'eau est apportée et répandue aussi vite que possible sur l'ensemble de la parcelle à irriguer avant la phase d'infiltration proprement dite. La pratique de la submersion, nécessite l'aménagement du terrain en bassins de submersion, avec des petites digues de 30 à 40 cm. de hauteur et une revanche minimum de 10 cm.

L'irrigation par submersion est une technique d'arrosage appliquée de préférence en terrain presque plat (moins de 0,1 % de pente).

L'uniformité de l'arrosage est directement liée à trois (03) facteurs :

- 1). Faible perméabilité (terrain très peu ou moyennement perméable)
- 2). Qualité du nivellement.
- 3). Fort débit d'apport.

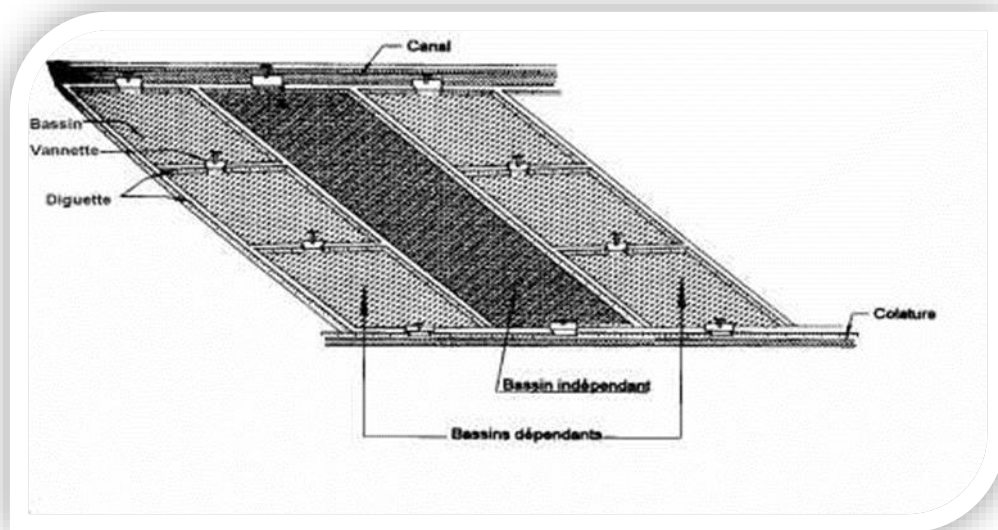
La nécessité du nivellement implique généralement des travaux de terrassement importants et coûteux. Ce système d'irrigation s'emploie généralement dans les rizicultures. L'efficacité de la technique d'irrigation en submersion se situe entre 45 et 60%.

**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.

**Les inconvénients :**

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



**Figure VII.3 :** Irrigation par submersion.

**d)- L'irrigation mixte (par intermittence) :**

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion. Les dispositions générales de ce mode d'irrigation sont identiques à celles que nous avons vu, mais lorsque l'eau atteint le niveau voulu dans le bassin, on continue à les alimenter en prenant soin d'évacuer les surplus.

L'avantage de ce système est que l'eau est plus aérée apporte plus de matières nutritives et présente une température plus régulière ce qui peut être intéressant pour les cultures.

**VII.1.2. L'irrigation par aspersion :**

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures sous forme de gouttes de pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection, alimentés sous pression.

Pour cette technique d'irrigation aucun nivellement de la surface n'est nécessaire. Cependant, la pente générale du sol ne doit pas en principe dépasser 10% pour les machines à irriguer.

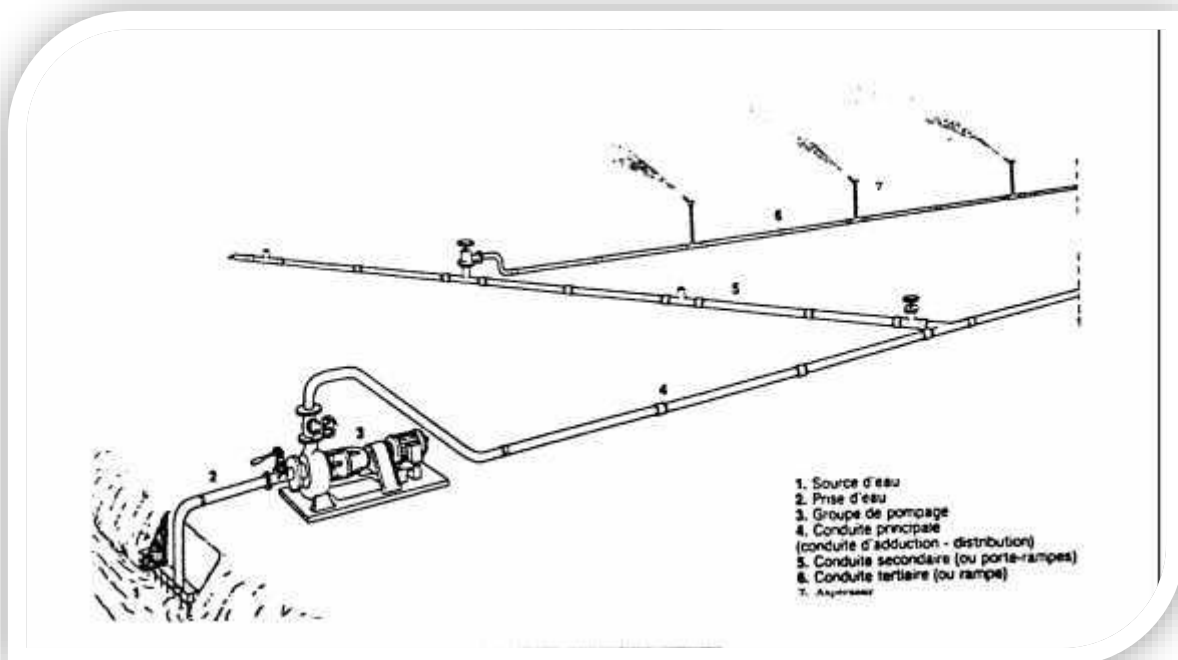
Pour ce qui est de type de sol, l'irrigation par aspersion s'adapte à tous les types de sols ayant une bonne capacité d'infiltration ( $I > 4$  mm /h pour sols peu perméables, jusqu'à  $I < 50$  mm /h pour sols perméables). Dans le cas de sols très argileux et très peu perméables, l'irrigation par aspersion est déconseillée.

L'irrigation par aspersion présente une bonne efficacité située entre 65% à 85 %, essentiellement en fonction de la maîtrise technique des irrigants.

L'irrigation par aspersion est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses : Fourragères, maraîchères, céréales, vergers, vigne, etc.

Les techniques d'arrosage appliquées en irrigation par aspersion dépendent du matériel utilisé. Elles se divisent en deux grandes catégories :

- ✚ L'aspersion simple (rampes perforées, asperseurs, canons)
- ✚ Les machines à irriguer (rampes frontales, pivots, enrouleurs, etc.....)



**Figure VII.4 :** Exemple d'une installation en aspersion.

**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.

**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.

**VII.1.3.1) L'irrigation localisée :**

L'irrigation localisée ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- La mise en place sur la parcelle d'un réseau de canalisation.
- Une discontinuité des points d'apport permettant de n'irriguer que les zones utiles à la plante.
- Des débits faibles généralement inférieurs à 100 l/h.
- Une distribution fréquente pour maintenir un certain volume d'eau à un niveau voisin de la capacité au champ.

Selon le type de distribution utilisé, l'eau se localise par points (goûteurs, gaines) , par lignes (tubes poreux) ou par surface plus au moins grandes (muni diffuseurs, micro - asperseurs).

L'efficacité de l'irrigation localisée est excellente. Elle est située entre 80% à 95%.

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures maraîchères ou fruitières.

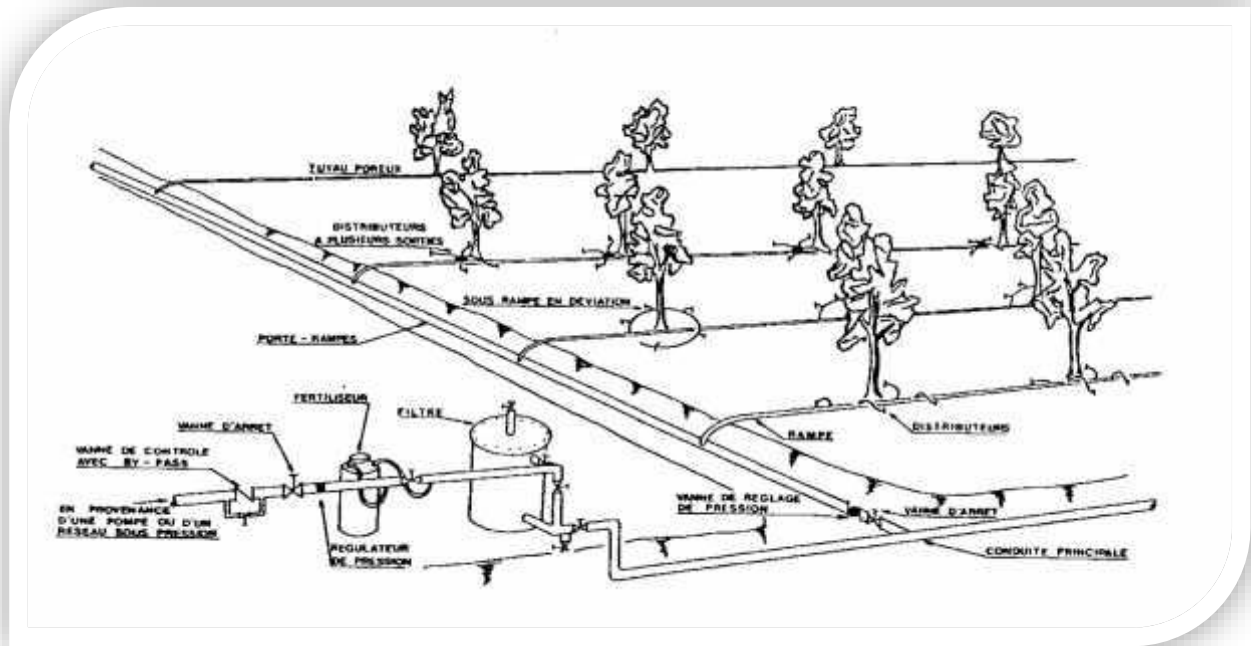


Figure VII.5 : Partie essentielle d'une installation localisée.

### VII.1.3.2) Composition D'une installation du système goutte à goutte :

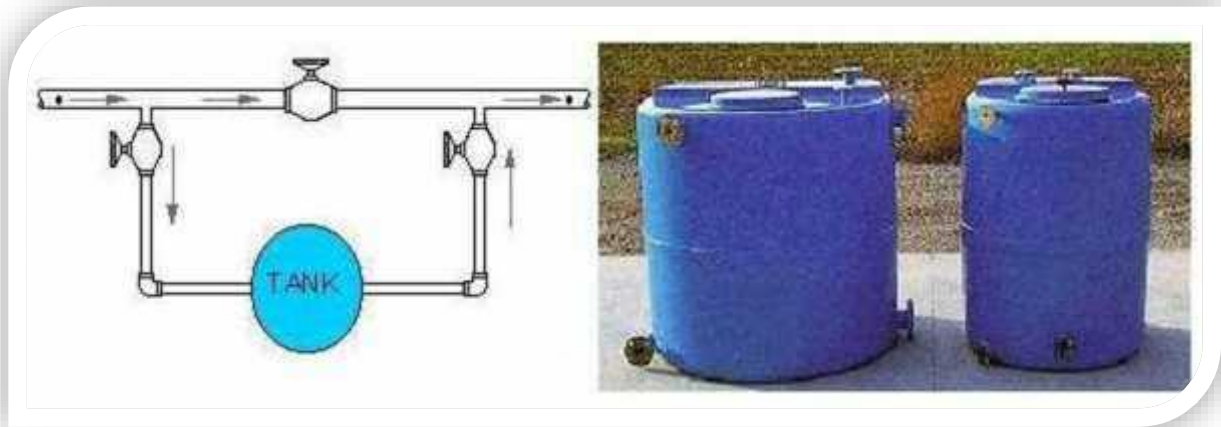
#### 1. point de fourniture d'eau :

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.

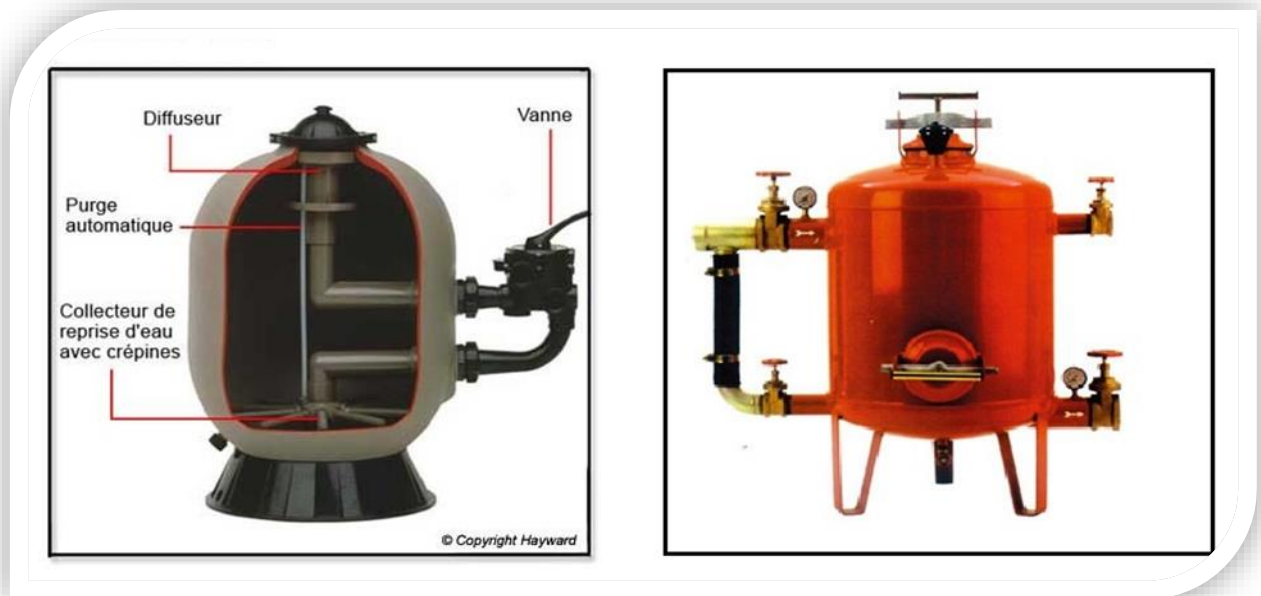
#### 2. L'unité de tête :

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

Pour introduire des éléments fertilisants, on utilise le plus souvent un réservoir que l'on remplit d'engrais solubles (généralement l'azote) : c'est un petit récipient sous pression avec une entrée et une sortie. Une fraction du débit est dérivée de la conduite principale, envoyée dans le réservoir, s'y enrichit en engrais puis est réinjectée dans la conduite principale. Le filtre à sable (ou à gravier), avec vannes permet un nettoyage par contre-courant. Quand l'eau contient beaucoup de sable, on doit installer des filtres spéciaux, appelés dessaleurs, qui fonctionnent suivant le principe au vortex.



FigureVII.6 : Dilueur d'engrais.



FigureVII.7 : filtres à gravier.

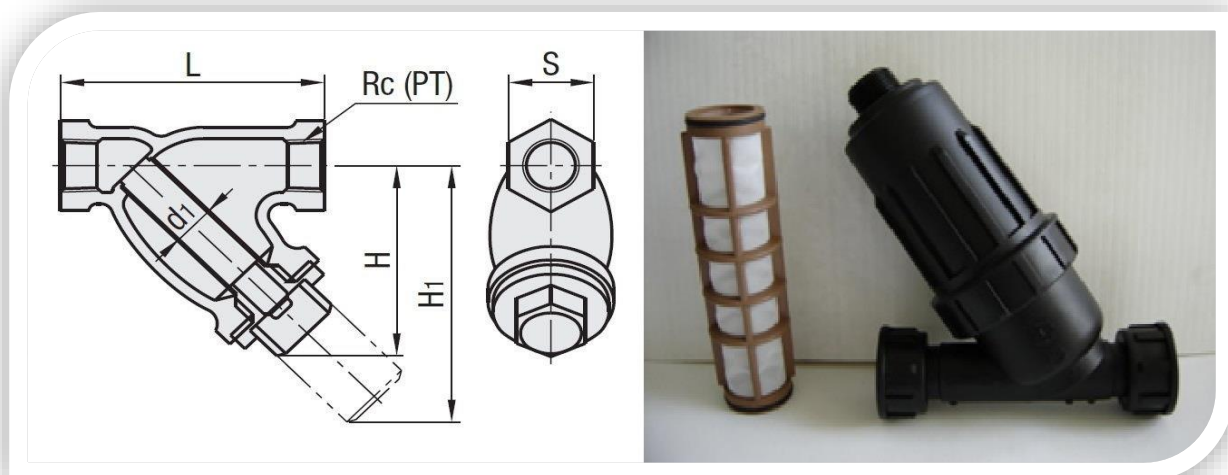


Figure VII.8 : filtre à tamis.

### 3. Description des conduites et rampes :

Le système d'irrigation est composé de canalisations suivantes :

➤ **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 peu plus important (quelques dizaines de l/h).



**Figure VII.9 :** Exemple d'un goutteur.

**4. Différents types de distributeurs d'un goutteur :****❖ Goutteurs :**

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

**❖ Gaine :**

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.

**5. Qualité de l'eau :**

Elle représente un élément essentiel en micro-irrigation, car le colmatage des distributeurs est le premier risque que doit affronter l'ingénieur.

Les eaux de mauvaise qualité sont généralement issues 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.

**Les Avantages de la technique de la goutte à goutte :**

- Meilleur développement des cultures dû à l'humidification permanent 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.



**Les inconvénients de la 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).

**VII.2) Choix de la technique d'arrosage :**

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour le zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

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

<b>Contraintes</b>	<b>Irrigation de surface Par Rigole</b>	<b>Irrigation par Aspersion</b>	<b>Irrigation localisée</b>
▪ Evaporation	+	++	++
▪ Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
▪ Texture (argileux-limoneuse)	++	++	+++
▪ Perméabilité (bonne)	+++	+++	+++
▪ Pente	+++	+++	+++
▪ Qualité d'eau (bonne)	+++	++ +++	+++
• Cultures			+++
▪ Maraîchage	+++	+++	x
▪ céréales	x	+++	+++
▪ arbres	+++	x	
• Contraintes économique			+++
▪ économie d'eau	x	++	

**Remarque :**

x : inadéquat ou déconseillé.

+ : Adapté avec réserve.

++ : Adapté.

+++ : Très Adapté.

**Conclusion :**

Il existe une multitude de système d'irrigation que l'ingénieur doit analyser et choisir ; dans notre projet, compte tenu des critères détaillés dans le tableau précédent, on opte pour le système d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux systèmes présentent la meilleure efficacité en eau, indispensable dans une zone semi-aride (wilaya d'Oum El Bouaghi) et permettent de meilleurs rendements des cultures.

**Chapitre IX :**  
**Calcul technico-économique**

## **Chapitre VIII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation.**

### **Introduction :**

Tel qu'énoncé dans le chapitre précédent, l'irrigation localisée représente une technique qui doit être vulgarisées dans la région de Rehia, et cela vu leurs avantages sur les rendements des cultures.

L'irrigation gravitaire reste encore trop consommatrice en volume d'eau, en particulier pour l'arboriculture, et reste inappropriée pour la céréaliculture.

### **VIII.1) Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte :**

#### **VIII.1.1) 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.

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°8 alimenté par la borne N°8 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 2.16 bars, ce qui est largement suffisant.

**Culture :** Tomate.

✚ Espacement entre arbres : 4 m

✚ Espacements entre rangs : 4 m

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

✚ Débit nominal : 4 l/h

✚ Pression nominale : 10 m.c.e

✚ Espacement des goutteurs : 1 m.

✚ Le nombre de goutteur par arbre : 2.

#### **Caractéristiques des conditions climatiques :**

✚ Besoins en eau de pointe= 153.81 mm/mois.

#### **Caractéristiques des conditions de travail :**

✚ Temps maximum journaliers de travail : 20 heures.

**Détermination des données de bases :**

✚ Surface totale à irriguée :  $S = 1.70\text{ha}$ .

**VIII.2) Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :****VIII.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 :

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

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

❖ **KELLER et KARMELI (1974) :**

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

❖ **La formule de Freeman et Garzoli :**

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots \dots \dots \text{(VIII.2)}$$

❖ **La formule de Decroix (CTGREF) :**

$$K_r = 0.1 + C_s \dots \dots \dots \text{(VIII.3)}$$

Pour notre cas, on considère un taux de couverture égale 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  $K_r = 0.80$ .

Irrigation traditionnelle demanderait pour le mois de pointe  $ETM_{\text{pointe}} = 5.15 \text{ mm/jour}$  (tableau des besoins en eau). En irrigation localisée les besoins se réduisent à :

$$ETM_r = ETM_{\text{pointe}} * K_r \dots \dots \dots \text{(VIII.4)}$$

$$ETM_r = 5.15 * 0.8 = 4.12 \text{ mm}$$

**VIII.2.2) Dose pratique (Dose nette) :**

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 (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur (Ollier & Poirée, 1981).

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \dots\dots\dots (VIII.5)$$

Tel que :

H<sub>cc</sub> : humidité a la capacité au champ (H<sub>cc</sub>=26%).

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement (H<sub>pf</sub>=15%).

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

Z : profondeur d'enracinement en (Z= 1200 mm).

D<sub>a</sub> : est la densité apparente du sol (D<sub>a</sub>=1.30).

P : Pourcentage du sol humidifié.

RFU= 114.4 mm

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

P : Volume du sol humidifié.

N : Nombre de point de distribution par arbre (2 par arbre).

S<sub>pd</sub> : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m).

S<sub>h</sub> : Largeur de la bande humidifiée (1m).

S<sub>r</sub> : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

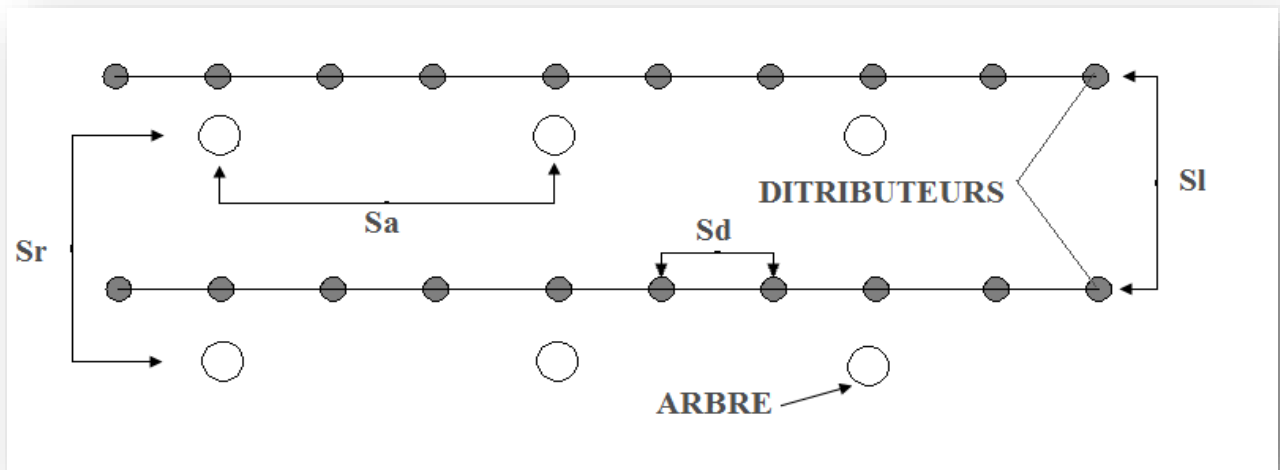
S<sub>a</sub> : espacement des arbres sur les rangs (4m).

On obtient :

$$P = 25\%.$$

La dose nette corrigée :

$$D_p = 28.6 \text{ mm}$$



**Figure** ~~Verreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.~~**I-01** : schéma explicatif d'un réseau de gouteur.

**VIII.2.3) Fréquence des arrosages :**

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots(\text{VIII.7})$$

$$Fr = \frac{28.6}{4.12} = 6.94 \text{ jours}$$

Donc on prend une fréquence d'arrosage de **Fr = 7 jours.**

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

✦ **La dose réelle :**

$$D_r = F_r \times B_{jl} \dots\dots\dots(\text{VIII.8})$$

$$D_r = 7 \times 4.12 = 28.84 \text{ mm}$$

✦ **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_{u*eff}} \dots\dots\dots(\text{VIII.9})$$

$$D_{brute} = \frac{28.84}{0.9 * 0.9} = 35.60 \text{ mm}$$

**VIII.2.4) Durée d'arrosage par mois :**

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_a \times S_r}{n \times Q_g} \dots \dots \dots (VIII.10)$$

$$\theta = \frac{35.6 \times 4 \times 4}{2 \times 4} = 71 \text{ heures/mois}$$

**VIII.2.5) Durée d'arrosage journalier :**

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{F_r} \dots \dots \dots (VIII.11)$$

$$D_j = \frac{71}{7} = 11 \text{ heures/jour}$$

**VIII.2.6) Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N_p = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots \dots \dots (VIII.12)$$

$$N_p = \frac{20}{7} = 3 \text{ postes}$$

**VIII.2.7) Surface du poste (théorique) :**

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots \dots \dots (VIII.13)$$

$$S_p = \frac{1.7}{3} = 0.57 \text{ ha}$$

**VIII.3) Calculs hydrauliques :****VIII.3.1) Conditions hydrauliques de base :**

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

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 10\% \dots \dots \dots (VIII.14)$$

La variation maximale de la pression :

$$Q = K \times H^x \dots \dots \dots (VIII.15)$$



Avec :  $x=0.5$  (caractéristique du goutteur).

$$\frac{\Delta Q}{Q(g)} = \frac{\Delta H}{H(n)} \dots\dots\dots(VIII.16)$$

Avec :

$Q(g)$  : débit nominal du goutteur.

$H(n)$  : pression nominal.

$$0.1 = 0.5 \times \frac{\Delta H(\max.)}{10} \dots\dots\dots(VIII.17)$$

$$\Delta H (\max) = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ m.c.e}$$

La répartition de la perte de charge est :

**✚ Perte de charge singulière :**

On a:

$$\Delta H = \text{p.c.s} + \text{p.c.l} \dots\dots\dots(VIII.18)$$

Avec :  $\text{p.c.s} = 10\% \times \Delta H = 0.2 \text{ m}$

**✚ Perte de charge linéaire :**

$$\text{p.c.l} = \Delta H - \text{p.c.s} \dots\dots\dots(VIII.19)$$

$\text{p.c.l} = 1.8 \text{ m}$

1/3 sur les porte- rampes  $\text{P.d.c} (\text{pr}) = 0,6 \text{ m c e}$ .

2/3 sur les rampes  $\text{P.d.c} (\text{r}) = 1,2 \text{ m c e}$

**VIII.3.2) Le débit :**

$$Q_r = Q_g \times N_r \dots\dots\dots(VIII.20)$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots(VIII.21)$$

Avec :  $Q_r$  : Débit de rampe.

$Q_g$  : Débit du goutteur.

$N_{g/r}$  : Nombre des goutteurs par rampe.

$N_r$  : Nombre des rampes.

$Q_{pr}$  : Débit de porte rampe.

Longueur du terrain = 300 m

Largeur du terrain = 56.7 m, donc la surface est de 1.70 ha.

La porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

La longueur de la rampe : 150 m.

La largeur de la porte rampe : 56.7 m.

### VIII.3.3) Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = L_r / E_r \dots\dots\dots(\text{VIII.22})$$

$N_{\text{arbres}} = 150 / 4 = 38$  arbres par rampe.

### VIII.3.4) Nombre des goutteurs par rampe :

$$N_g = N_{\text{arbres}} \times n \dots\dots\dots(\text{VIII.23})$$

$N_g = 38 \times 2 = 76$  goutteurs.

### VIII.3.5) Le nombre des rampes :

$$N_r = L_{\text{pr}} / E_r \dots\dots\dots(\text{VIII.24})$$

$N_r = 56.7 / 4 = 14$  rampes.

### VIII.3.6) Débit de la rampe :

$$Q_r = N_g \times Q_g \dots\dots\dots(\text{VIII.25})$$

$$Q_r = 4 \times 76 = 304 \text{ l/h.}$$

### VIII.3.7) Débit de la porte rampe :

$$Q_{\text{pr}} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots(\text{VIII.26})$$

$Q_{\text{pr}} = 304 \times 14 = 4256 \text{ l/h.}$

### VIII.3.8) Nombre de porte rampe :

$N_{\text{pr}} = 1$  (1 seule porte rampe)

**VIII.3.9) Débit de la conduite tertiaire :**

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots \dots \dots (VIII.27)$$

$$Q_{ct} = 4256 \times 1 = 4256 \text{ l/h.}$$

**VIII.4) Dimensionnement des canalisations 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 portes rampes est calculé d’après les formules suivantes :

$$\varnothing_r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r) \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots \dots \dots (VIII.28)$$

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr) \times 2.75}{0.478 \times Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots \dots \dots (VIII.29)$$

Avec :

PC(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.

Ør (cal) : le diamètre de rampes.

Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe.

**VIII.4.1) Calcul du diamètre de la rampe et vérification des pertes de charges :**

**A) calcul du diamètre des rampes :**

$$D(mm) = \left( \frac{pdc_r \times 2.75}{0.478 \times Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right)^{-\frac{1}{4.75}} = 15.17 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé de 16 mm

**B) Vérification des pertes de charges :**

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour un D = 16 mm

Perte de charge selon Hazen-williams

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots \dots \dots (VIII.30)$$

Ou :

L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

Avec :  $C_w = 140$  PEBD ;  $L = 150\text{m}$  ;  $D = 0.016\text{m}$ ,  $Q = 0.000084\text{ m}^3/\text{s}$

$\Delta H_{\text{rampe}} = 2.7\text{ m}$

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

On prend un diamètre normalisé de 20 mm, on obtient une perte de charge de  $\Delta H_{\text{rampe}} = 0.9\text{m}$ , on voit que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

#### VIII.4.2) Calcul de diamètre de porte rampe et Vérification des pertes de charges :

##### A) Calcule de diamètre :

On applique le même procédé que les rampes, d'où :

$$D(\text{mm}) = \left( \frac{pdc_{pr} \times 2.75}{0.478 \times Q(\text{pr})^{1.75} \cdot L(\text{pr})} \right)^{\frac{-1}{4.75}} = 49.6\text{ mm}$$

On arrondit à 63 mm

##### B) Vérification des pertes de charges :

On recalcule les pertes de charges pour un  $D = 63\text{ mm}$

##### ➤ Perte de charge selon hazen-williams :

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

Ou :

L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation ;

Avec :  $C_w = 140$  PEBD ;  $L = 56.7\text{m}$  ;  $D = 0.063\text{m}$ ,  $Q = 0.0011\text{ m}^3/\text{s}$ .

$$\Delta H_{\text{rampe}} = 0.175\text{m}$$

Les pertes de charges totales dans le réseau sont de 1.10 m, sont inférieures à 1.8 m, on voit que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposée par la règle de Christiansen.

**Tableau VIII.1 :** Calculs des diamètres et pertes de charges des rampes.

	<b>Surface (Ha)</b>	<b>L<sub>r</sub> (m)</b>	<b>Q<sub>r</sub> (l/h)</b>	<b>D<sub>cal</sub> (mm)</b>	<b>D<sub>n</sub> (mm)</b>	<b>h<sub>r</sub> (m)</b>
Rampe	1.70	150	304	15.17	20	0.9
p.rompe	1.70	56.7	4256	49.6	63	0.175

**VIII.5) Calcul de diamètre de la conduite d’approche (C. tertiaire)**

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d’écoulement (valeur optimale) d’environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \dots \dots \dots (VIII.31)$$

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s) ;

V : vitesse d’écoulement (m/s).

**Tableau VIII.2 :** Calcul de diamètre de la conduite tertiaire.

<b>Surface (ha)</b>	<b>L(m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>V<sub>supposée</sub> (m/s)</b>	<b>D<sub>cal</sub> (mm)</b>	<b>D<sub>n</sub> (mm)</b>	<b>V<sub>cal</sub> (m/s)</b>	<b>h<sub>cal</sub> (m)</b>
1.70	30	0.0018	1.05	37.86	63	0.36	0.085

**VIII.6) 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 m.c.e) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d’irrigation jusqu’au gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé).

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

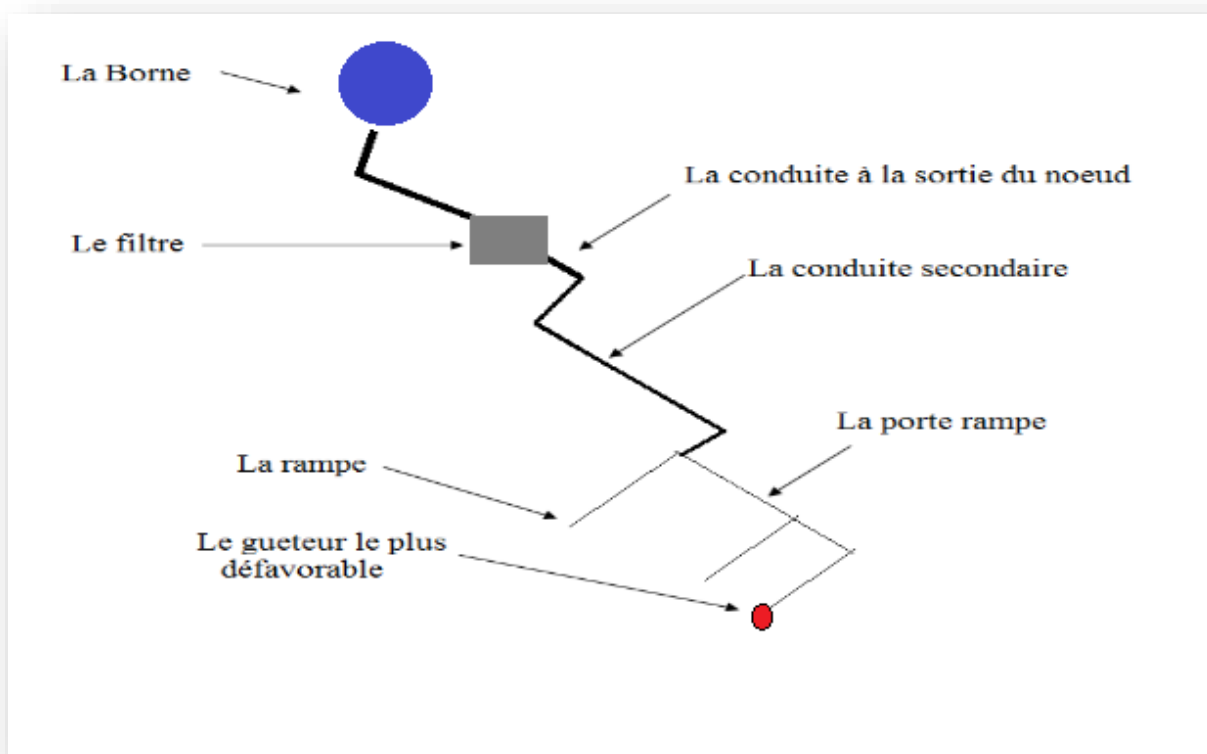
**Tableau VIII.3 :** Récapitulatif des calculs des diamètres et pertes de charges

	La rampe	Porte rampe	Conduite tertiaire
Longueur(m)	150	58	30
Diamètre(m)	20	63	63
Débit (m <sup>3</sup> /s)	8.44 10 <sup>-5</sup>	0.00118	0.00118
Pertes de charge(m)	0.90	0.175	0.085

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 à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 11.16 = 1.2 \text{ bars.}$$



**Figure VIII.2 :** schéma explicatif d'un réseau d'irrigation localisée.

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte, pour de l'olivier.

En irrigation gravitaire, cette culture consommerait un volume d'eau important, 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.

## **Conclusion générale**

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est l'étude du périmètre d'irrigation de Rehia 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 Rehia, sont favorables à la mise en irrigué du périmètre. L'irrigation du périmètre sera assurée principalement par la retenue collinaire Ahmed Ben Mohamed. La desserte du périmètre de Rehia sera assurée par un réseau de distribution affectant une superficie de 138 ha et avec une pression minimale supérieure à 1.3 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 céréales 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 le goutte à goutte permet 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 3<sup>ème</sup> Année et Régularisation des débits  
4<sup>ème</sup> année). [3] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures.
- [3] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F)
- [4] 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
- [5] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition  
O.P.U. Alger ;
- [6] 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.
- [7] Ollier, Ch., Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie de  
l'arrosage, Paris. 500P.
- [8] 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>

# ANNEXE1 :

## Fiches descriptives et analytiques des profils par unité pédologique

### Profil P4

Date de description : 01/04/2015  
Temps : ensoleillé  
Pente : 1% exposition SUD  
Aspect de surface : charge caillouteuse (10%)  
Etat actuel : labouré

#### 1-/Description :

00 - 30 cm : Frais, brun blanchâtre, limono sableux, poreux, friable, graviers peu abondants (10%), Quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL tares vive généralisée, très peu organique, activité biologique très faible, quelques racines fines, transition diffuse.

30 - 85 cm : tuf caillouteux,

#### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique  
SOUS CLASSE : Carbonaté  
GROUPE : Brun calcaire  
SOUS GROUPE : modal  
FAMILLE : à encroustement peu profond

#### 3-/Aptitudes Culturelles :

NON IRRIGABLE

### Profil P11

Date de description : 01/04/2015  
Temps : ensoleillé  
Pente : 5%, exposition SUD EST  
Aspect de surface : glacé  
Végétation naturelle: Armoise  
Etat actuel : céréale non réussie (sécheresse)

### 1-/Description :

00 - 30 cm : Sec, brun très clair, sablo limoneux, poreux, très friable, quelques graviers anguleux, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, transition nette régulière.

30 - 60 cm : encroutement calcaire

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement peu profond

### 3-/Aptitudes Culturales :

NON IRRIGABLE

### **Profil P14**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 3% exposition SUD EST

Aspect de surface : charge caillouteuse (10%)

Etat actuel : céréale non réussie

### 1-/Description :

00 - 25 cm : Frais, brun blanchâtre, limono sableux, poreux, friable, graviers abondants (10%), effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique très faible, quelques racines fines, transition diffuse.

25 - 65 cm : tuf caillouteux,

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement peu profond

3-/Aptitudes Culturelles :

NON IRRIGABLE

### **Profil P15**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 3% exposition SUD EST

Aspect de surface : charge caillouteuse (10%)

Etat actuel : inculte

1-/Description :

00 - 20 cm : Frais, brun blanchâtre, limono sableux, poreux, friable, graviers et cailloux calcaires abondants (15%), effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique très faible, quelques racines fines, transition diffuse.

20 - 60 cm : tuf caillouteux,

2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement peu profond

3-/Aptitudes Culturelles :

NON IRRIGABLE

### **Profil P16**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 4% exposition SUD EST

Aspect de surface : charge caillouteuse

Etat actuel : inculte

### 1-/Description :

00 - 25 cm : Frais, brun blanchâtre, limono sableux, poreux, friable, graviers abondants (10%), effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique très faible, quelques racines fines, transition diffuse.

25 - 60 cm : tuf caillouteux,

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement peu profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

NON IRRIGABLE

### **Profil P17**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 4% exposition SUD EST

Aspect de surface : cailloux et graviers

Etat actuel : inculte

### 1-/Description :

00 - 25 cm : Frais, brun blanchâtre, limono sableux, poreux, friable, graviers abondants (15%), effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique très faible, quelques racines fines, transition diffuse.

25 - 65 cm : tuf caillouteux,

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté  
GROUPE : Brun calcaire  
SOUS GROUPE : modal  
FAMILLE : à encroutement peu profond

3-/Aptitudes Culturelles :

NON IRRIGABLE

**Profil P3**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : replat de pente

Pente : 1-2% exposition SUD

Aspect de surface : labouré

1-/Description :

00 - 35 cm : frais, brun clair, sablo- limono-argileux, très poreux, assez cohérent, quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, quelques racines moyennes et fines, transition diffuse.

35 - 85 cm : Frais, brun, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique, peu nette, fine à moyenne, compact, très cohérent, quelques graviers anguleux et émoussés, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

85 - 150 cm : Frais, brun, limono argileux, structure polyédrique fine peu nette, cohérent, compact, graviers et cailloux calcaires blanchâtres multiformes abondants (25%), concrétions gypso calcaires abondantes (15%), effervescence à l'HCL moyenne généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique  
SOUS CLASSE : Carbonaté  
GROUPE : Brun calcaire  
SOUS GROUPE : modal  
FAMILLE : à encroutement assez profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B25

## **Profil P5**

Date de description : 01/0/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 5% exposition SUD EST

Aspect de surface : Glacé

Etat actuel : en jachère

### 1-/Description :

00 - 30 cm : Sec, brun beige clair, sablo argilo limoneux, poreux, très friable, Quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, quelques racines fines et très fines verticales entre les agrégats, transition graduelle.

30 - 55 cm : Frais, brun beige, limono argileux, structure fragmentaire polyédrique, nette, fine à moyenne, compact, friable, quelques graviers anguleux blanchâtres, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

50 - 140 cm : encroustement calcaire tufeux à nodules.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroustement assez profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B25

## Profil P9

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : glacis

Pente : 4-5% exposition SUD

Végétation naturelle : armoise

Etat actuel : jachère

### 1-/Description :

00 - 20 cm : frais, brun blanchâtre, sablo-limoneux, poreux, très friable, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, racines fines et très fines abondantes, quelques racines grossières, transition diffuse.

20 - 40 cm : Frais, brun beige clair, sablo-limoneux, structure peu différenciée, compact, cohérent, quelques graviers arrondis blanchâtres, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

40 - 80 cm : encroutement calcaire à nodules

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement assez profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B25



## **Profil P10**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 5%, exposition SUD

Aspect de surface : glacé, graviers

Etat actuel : jachère

### 1-/Description :

00 - 25 cm : frais, brun clair, sablo- limono-argileux, poreux, friable, graviers peu abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, quelques racines fines, transition diffuse.

25 - 45 cm : Frais, brun ocre clair, limono-argileux, structure fragmentaire polyédrique, peu nette, fine à moyenne, assez poreux, friable, quelques graviers arrondis blanchâtres, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition nette.

45 - 60 cm : encroutement calcaire à nodules

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement assez profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B25

## **Profil P12**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 2% exposition SUD

Végétation naturelle: Armoise

Etat actuel : en jachère

### 1-/Description :

00 - 25 cm : Sec, brun clair, sablo limoneux, poreux, très friable, graviers  
Anguleux peu abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, quelques racines fines, activité biologique faible, transition nette régulière.

25 - 50 cm : sec, brun clair, limono argileux, structure fragmentaire polyédrique, fine à moyenne, assez nette, assez poreux, friable, pas de graviers, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique faible, transition graduelle.

50 - 80 cm : encroutement calcaire à nodules

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à encroutement assez profond

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B25

## **Profil P1**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : à 10 m de la piste

Aspect de surface : charge caillouteuse (5%)

Culture : céréale

### 1-/Description :

00 - 32 cm : sec, brun clair, argilo-limono-sableux, poreux, assez cohérent, quelques Gravieres, débris de coquille d'escargot peu abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, racines fines très abondantes, transition diffuse.

32 - 75 cm : Frais, brun clair, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique, peu nette, fine à moyenne, assez compact, cohérent, quelques gravieres anguleux et émoussés, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

75 - 150 cm : Frais, brun jaunâtre pâle, limono argileux, structure polyédrique fine nette, très friable, poreux, gravieres et cailloux multiformes abondants, effervescence à l'HCL très vive, sans racines, activité biologique très faible.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : limono argileux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P18**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : pente 6%

Aspect de surface : cailloux et graviers anguleux (4%)

Végétation naturelle : chiendent

Etat actuel : culture d'olivier

### 1-/Description :

00 - 38 cm : frais, brun, sablo limono argileux, friable, poreux, rares graviers et cailloux anguleux, effervescence à l'HCL vive généralisée, moyennement organique, activité biologique forte, racines fines très abondantes, transition nette régulière.

38 - 60 cm : humide, brun, argilo limoneux, structure polyédrique grossière peu nette, poreux, cohérent, quelques graviers, effervescence à l'HCL vive généralisée, rares racines fines entre les agrégats, activité biologique faible, transition diffuse.

60 - 150cm : humide, brun clair, limono argileux, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, friable, assez compact, concrétions gypso calcaires abondantes, taches d'oxydoréduction ocres et rouilles, effervescence à l'HCL vive généralisée, quelques racines, activité biologique très faible.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

FAMILLE : limono argileux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P22**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : pente 2 %

Aspect de surface : glacé, cailloux et graviers anguleux blanchâtres

Etat actuel : jachère, labouré

### 1-/Description :

00 - 30 cm : frais, brun, sablo limono argileux, meuble, très friable, poreux, quelques graviers et cailloux anguleux, quelques fragments de coquilles d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, peu enraciné, transition nette régulière.

30 - 70 cm : frais, rosâtre, limono sableux, massif, compact, cohérent, texture peu différenciée, graviers anguleux abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, rares racines fines entre les agrégats, activité biologique faible, transition diffuse.

70 - 130 cm : frais, brun clair, limono argileux, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, friable, assez compact, concrétions gypso calcaires abondantes, poches de graviers et de sables, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition très nette

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : limono argileux

## 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P23**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : monticule

Aspect de surface : blanchâtre ; glacé

Etat actuel : labouré

## 1-/Description :

00 - 40 cm : Frais, brun clair, argilo limono sableux, meuble, très friable, poreux,

effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique

faible, peu enraciné, transition nette régulière.

40 - 80 cm : frais, brun clair, sablo argileux, massif, structure peu différenciée, compact, cohérent, graviers peu abondants, quelques concrétions gypseuses, effervescence à l'HCL vive généralisée, quelques racines, activité biologique très faible à nulle, transition nette régulière.

80 - 150cm : Frais, brun, limono argileux, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, cohérent, assez compact, taches ocres et rouilles, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible à nulle.

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : limono argileux

## 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

### Profil P2

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : à 40 m à l'est de oued el Hassi.

Pente : 3-5% exposition SUD

Culture : labouré

## 1-/Description :

00 - 42 cm : frais, brun clair, argilo-limono-sableux, poreux, assez cohérent, quelques Graviers, débris de coquille d'escargot peu abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, racines fines très abondantes, transition diffuse.

42 - 85 cm : Frais, brun ocre, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique,

Peu nette, fine à moyenne, compact, cohérent, quelques graviers anguleux et émoussés, taches d'oxydoréduction, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

85 - 145 cm : Frais, brun jaunâtre, limono argileux, structure polyédrique grossière nette, cohérent, compact, graviers calcaires multiformes abondants (15%), concrétions gypso calcaires abondantes (20%), effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Brun calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à amas gypseux

## 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P6**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : bourrelet

Pente : 6% exposition SUD

Aspect de surface : glacé blanchâtre

Etat actuel : en jachère

## 1-/Description :

00 - 20 cm : frais, brun clair, sablo limoneux, poreux, friable, Quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, racines fines et très fines, transition graduelle.

20 - 55 cm : encroustement gypso calcaire à nodules très abondants

55 - 85 cm : frais, brun jaunâtre, argilo limoneux, structure polyédrique moyenne à grossière peu nette, compact, assez friable, concrétion gypso calcaires abondantes (marne gypseuse), effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, marnes gypsifères rouge brique

85 – 150 cm : Frais, brun foncé, argilo limoneux, structure polyédrique fine à moyenne nette, compact, friable, graviers peu abondants, taches blanchâtres très peu abondantes, Quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition nette régulière.

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : Noirci

FAMILLE : à amas gypseux

## 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P7**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 3% exposition SUD

Aspect de surface : glacé

Végétation naturelle: moutarde des champs

Etat actuel : jachère (labouré)

## 1-/Description :

00 - 42 cm : Frais, brun beige clair, sablo argilo limoneux, poreux, friable, graviers anguleux peu abondants (2%), Quelques débris de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, très peu organique, activité biologique faible, racines fines et très fines verticales entre les agrégats, transition graduelle.

42 - 84 cm : Frais, brun beige, limono argileux, structure fragmentaire polyédrique, peu nette, fine à moyenne, compact, friable, quelques graviers anguleux blanchâtres, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

84 – 140 cm : frais, brun beige, limoneux, structure polyédrique moyenne à grossière



peu nette, compact, assez friable, concrétions gypso calcaires abondantes (marne gypseuse vari colore), effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : Noirci

FAMILLE : à amas gypseux

## 3-/Aptitudes Culturelles :

C13M15B21

## **Profil P8**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : colline pente 6-8 %

Végétation naturelle : galactite et chardon

Etat actuel : jachère

## 1-/Description :

00 - 35 cm : frais, brun, sablo limono argileux, meuble, très friable, poreux effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, bien enraciné, transition nette régulière.

35 - 80 cm : Frais, blanchâtre, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique fine à moyenne, nette, poreux, très friable, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, taches d'oxydoréduction rouilles, transition diffuse.

80 - 145 cm : Frais, brun rougeâtre, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique, peu nette, fine à moyenne, poreux, très friable, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible, concrétions gypso calcaires abondantes.

## 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté  
GROUPE : Bruns calcaire  
SOUS GROUPE : modal  
FAMILLE : à amas gypseux

3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

**Profil P13**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Pente : 4% exposition SUD

Etat actuel : céréale

1-/Description :

00 - 30 cm : frais, brun rougeâtre, sablo argilo limoneux, poreux, très friable, graviers Anguleux très peu abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, quelques racines fines, activité biologique faible, transition diffuse

30 - 65 cm : Frais, brun , argilo sableux, structure fragmentaire polyédrique, fine à moyenne, assez nette, assez poreux, friable, pas de graviers, présence de coquille d'escargot, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique faible, transition graduelle.

65 - 140 cm : Frais, marne vari colore avec filons gypseux, limoneux, structure peu différenciée à tendance polyédrique moyenne, présence de taches d'oxydoréduction rouilles et ocres, poreux, friable, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE :

FAMILLE : à amas gypseux

3-/Aptitudes Culturelles :

C13M15B21

## **Profil P19**

Date de description : 01/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : rive d'oued, pente 2-3%

Aspect de surface : cailloux et graviers blanchâtres

Etat actuel : céréale en irrigué

### 1-/Description :

00 - 20 cm : frais, brun, sablo limono argileux, meuble, très friable, poreux, quelques graviers, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, bien enraciné, transition nette régulière.

20 - 45 cm : Frais, brun, limono argileux, structure peu différenciée tendance cubique polyédrique, poreux, très friable, quelques débris de coquille d'escargots, cailloux arrondi et aplatis abondants, effervescence à l'HCL vive généralisée, quelques racines, activité biologique très faible, transition diffuse.

45 - 75 cm : Frais, brun grisâtre, limono argileux, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, friable, assez compact, concrétions gypso calcaires gris blanchâtres, abondantes, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible à nulle.

75 - 150 cm : Frais, brun, limono argilo sableux, structure peu différenciée, friable, assez compact, concrétions gypso calcaires gris blanchâtres, abondantes, taches d'oxydoréduction, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible à nulle.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol peu évolué

SOUS CLASSE : d'origine non climatique

GROUPE : d'apport alluvial-colluvial

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à amas gypseux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## **Profil P20**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé, calme

Situation : pente 4 %

Etat actuel : céréale

### 1-/Description :

00 - 45cm : frais, jaune ocre, sablo argileux, meuble, très friable, poreux, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, bien enraciné à la partie supérieure, transition très nette régulière.

45 - 85 cm : frais, brun clair, limono argileux, friable, compact, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, graviers calcaires blanchâtres abondants, cailloux peu abondants, effervescence à l'HCL très vive généralisée, quelques racines, activité biologique très faible, transition nette régulière.

85 - 150 cm : Frais, brun grisâtre, limono argileux, assez compact, cailloux et graviers abondants, concrétions gypso calcaires abondantes, taches d'oxydoréduction ocres, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible à nulle

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à amas gypseux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

### **Profil P21**

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé, calme

Situation : colline pente 6%

Aspect de surface : sombre

Etat actuel : céréale

### 1-/Description :

00 - 35 cm : frais, brun clair, sablo argilo limoneux, meuble, très friable, poreux  
effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique  
faible, bien enraciné, transition nette régulière.

35 - 80 cm : Frais, brun clair, argilo limoneux, structure fragmentaire polyédrique  
fine à moyenne, nette, poreux, très friable, effervescence à l'HCL vive  
généralisée, concrétions gypseuses, concrétions rouges brique, peu de  
racines, activité biologique très faible, transition nette.

80 - 140 cm : Frais, dépôt colluvial, brun grisâtre, limono argileux, friable, poreux,  
taches d'oxydoréduction rouilles, effervescence à l'HCL vive  
généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à amas gypseux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## Profil P24

Date de description : 02/04/2015

Temps : ensoleillé

Situation : colline, pente 4 %

Etat actuel : jachère, labouré

### 1-/Description :

00 - 20 cm : frais, brun clair, sablo limono, meuble, très friable, poreux, quelques graviers et cailloux multiformes, effervescence à l'HCL vive généralisée, peu organique, activité biologique faible, racines fines verticales, transition nette régulière.

20 - 65 cm : frais, brun rougeâtre, limono sableux, massif, assez compact, structure peu différenciée à tendance polyédrique, cohérent, graviers anguleux peu abondants, effervescence l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique faible, transition nette

65 - 140cm : humide, brun, argilo limoneux, structure polyédrique fine à moyenne peu nette, friable, assez compact, concrétions gypseuses abondantes, effervescence à l'HCL vive généralisée, sans racines, activité biologique très faible.

### 2-/Classification :

CLASSE : Sol Calcimagnésique

SOUS CLASSE : Carbonaté

GROUPE : Bruns calcaire

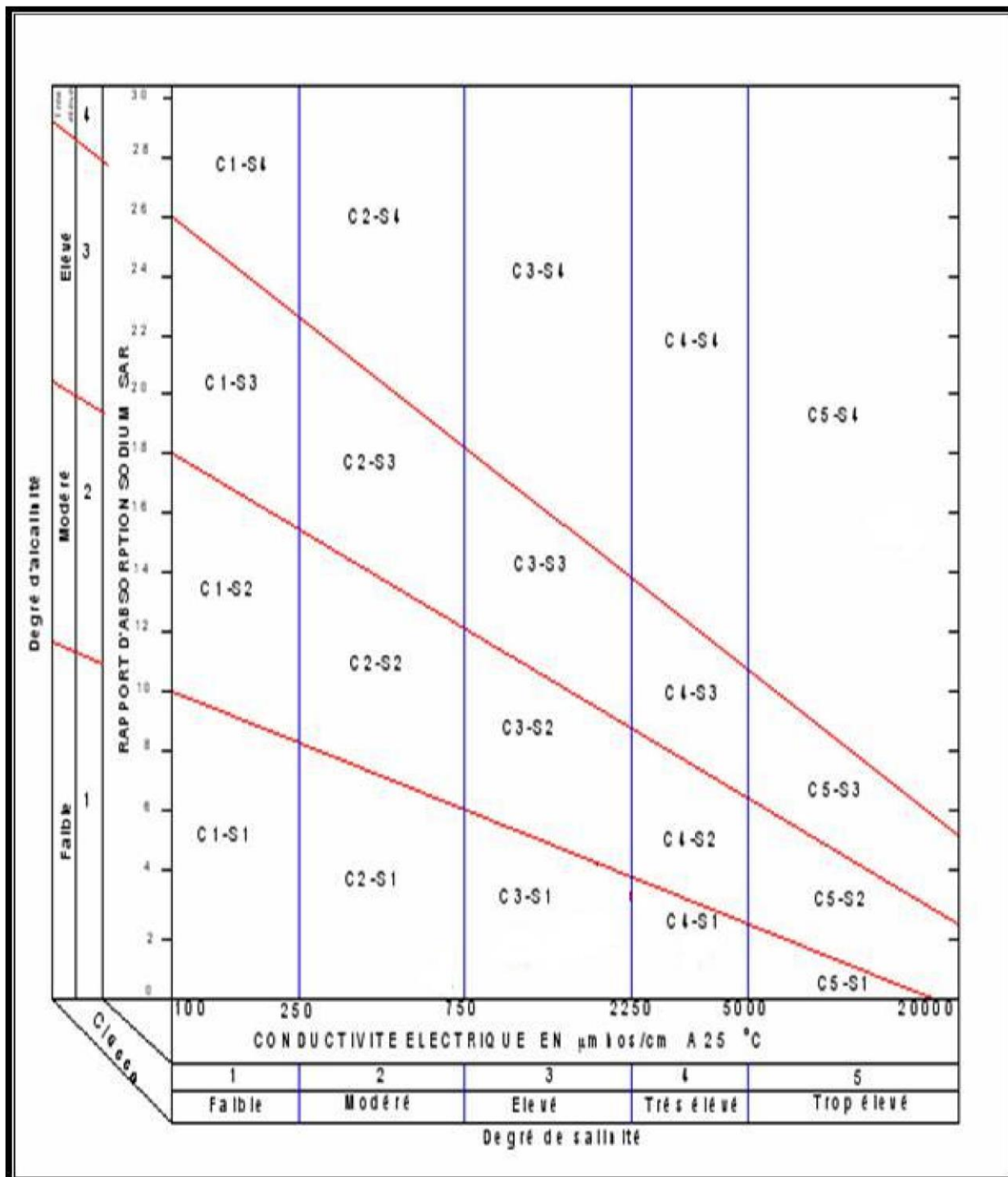
SOUS GROUPE : modal

FAMILLE : à amas gypseux

### 3-/Aptitudes Culturelles :

C11M15B21

## ANNEXE2 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER



## ANNEXE 3 :

Tableau des 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					



# ANNEXE 4 :



## TUBE PEHD EAU POTABLE PN06

Référence	Désignation	Diamètre Ext en MM	Epaisseur en MM	Qualité Produit	Pression Service	Prix HT le M/L	Prix TTC le M/L
11 002 0201	Tube PEHD	20	2.0	PE80	6 Bars	26.60	31.12
11 002 0251	Tube PEHD	25	2.0	PE80	6 Bars	33.94	39.71
11 002 0321	Tube PEHD	32	2.0	PE80	6 Bars	44.25	51.77
11 002 0401	Tube PEHD	40	2.0	PE80	6 Bars	57.33	67.08
11 002 0501	Tube PEHD	50	2.4	PE80	6 Bars	83.34	97.51
11 002 0631	Tube PEHD	63	3.0	PE80	6 Bars	130.64	152.85
11 002 0751	Tube PEHD	75	3.6	PE80	6 Bars	184.71	216.11
11 006 0901	Tube PEHD	90	3.5	PE100	6 Bars	225.93	264.34
11 006 1101	Tube PEHD	110	4.2	PE100	6 Bars	328.63	384.50
11 006 1251	Tube PEHD	125	4.8	PE100	6 Bars	424.49	496.65
11 006 1601	Tube PEHD	160	6.2	PE100	6 Bars	694.47	812.53
11 006 2001	Tube PEHD	200	7.7	PE100	6 Bars	1 081.77	1 265.67
11 006 2501	Tube PEHD	250	9.6	PE100	6 Bars	1 688.85	1 975.95
11 006 3151	Tube PEHD	315	12.1	PE100	6 Bars	2 605.21	3 048.10
11 006 4001	Tube PEHD	400	15.3	PE100	6 Bars	4 651.29	5 442.01
11 006 5001	Tube PEHD	500	19.1	PE100	6 Bars	6 541.57	7 653.64
11 006 6301	Tube PEHD	630	33.10	PE100	6 Bars	11 409.81	13 349.48