

**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'ETUDE**

**Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en hydraulique**

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par  
aspersion du périmètre " les ARRIBS" (Secteur 02)  
à partir du barrage lakhel.**

**PRESENTE PAR :**

**BELAZOUGUI Walid**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> AZIB Makhoulf</b>	<b>MCA</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> BENKACI Ali Tarek</b>	<b>MCB</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> MAZOUZI Sabra</b>	<b>MCB</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> BOUZIANE Omar</b>	<b>MCB</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> SAADOUNE Samra</b>	<b>MCB</b>	<b>Promotrice</b>

**Septembre -2017-**

# DEDICACES

Je tien à remercier

- D'abord ALLAH de m'avoir donné courage et santé
- Ma chère mère qui m'a toujours soutenu
- Mon père que dieu m'aide à vous honorer
- Toute la famille BELAZOUGUI et KAIDI
- Tous les enseignants de l'E . N . S . H
- Mes collègues d'étude sans exception
- Mes amis abdou zeghidi , sofiane mazit
- Tous ceux qui m'ont aidé et encouragé

# REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu , de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration , ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer

➤ Je tiens à remercier du fond du cœur :

Ma promotrice **M.S.SAADOUNE** qui m'a énormément aidé à achever ce travail , que ce soit par ses conseils , ses orientations , sa disponibilité et son sourire éternel qui nous redonnent à chaque fois la volonté et la force de travailler

➤ Je teins à remercier :

Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire

➤ J'adresse mes remerciements à :

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

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

ملخص:

تعاني الجزائر بصفة عامة وولاية البويرة والمناطق المجاورة لها خصوصا، من التناقص المستمر فيما يتعلق بوفرة الموارد المائية، وهذا راجع في الأغلب للجفاف، تناقص كمية الأمطار المتساقطة خلال السنة إلى جانب الاستغلال اللاعقلاني للمياه، وهذا ما ينعكس سلبا على قطاع الزراعة. وعليه فإن هذا المشروع يهدف من خلال إنجاز دراسة عامة (المناخ، التربة و الماء) للمنطقة، إلى إيجاد حل لهذه الوضعية المقلقة وذلك بتصميم شبكة سقي قادرة على تغطية العجز المائي على مستوى محيط العريب بولاية البويرة، في سبيل الحصول على محاصيل زراعية وفيرة وبأقل التكاليف.

## Résumé

En Algérie, et spécialement la région de Bouira, a connu une pénurie d'eau à cause de la sécheresse chronique qui sévit dans le pays, suivie d'une exploitation abusive des ressources en eau sans étude préalable.

Ce projet rentre dans un contexte, qui vise à mieux gérer la ressource en eau dans cette region en dimensionnant un réseau d'irrigation qui soit capable de combler le déficit hydrique au niveau du périmètre d'Ain Bessem Wilaya de Bouira. , ce qui permet d'avoir une bonne production agricole avec le moindre cout.

## Abstract

There is no doubt that Algeria as whole and Bouira in particulier suffers from a severe shortage in water resource . This is mainly due to a severe drought as well as of wast ful use of this precious matter .Hence, the need arises to desing irrigation network capable of providing Bouira, the agricultor sector in the province with adequate water resources. The present study aims to acheve this goal .

# SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

## **Chapitre I : présentation de la zone d'étude**

Introduction .....	02
I-1 Situation géographique de la zone d'étude .....	02
I-1-1 Situation de la région d'Ain Bessem .....	02
I-1-2 Situation de périmètre .....	03
I-2 L'étude climatologique .....	04
I-2-1 Pluviométrie : .....	04
I-2-2 La température moyenne de l'air.....	05
I-2-3 La température moyenne de sol.....	06
I-2-4 Humidité relative .....	06
I-2-5 Le vent .....	07
I-2-6 Sirocco : .....	08
I-2-7 L'insolation .....	08
I-3 Les indices climatiques .....	09
I-3-1 L'indice d'aridité de MARTON .....	10
I-3-2 Quotient pluviométrique d'emberger.....	11
I-3-3 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN.....	13
I-4 Ressource en eau d'irrigation : .....	13
I-4-1 Les caractéristiques du barrage lekhel .....	14
I-4-2 Qualité de l'eau à usage agricole .....	14
I-4-2 bassin d'irrigation .....	14
I-4-3 caractéristique du bassin d'irrigation : .....	15
I-5 Conclusion .....	15

## **Chapitre II : Etude hydrologique**

Introduction .....	16
II-1-Présentation de la station pluviométrique .....	16

II-2-Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique .....	18
II-3-Ajustement statique des pluies .....	21
II-3-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi Gauss ou loi normale .....	21
II-3-2-Ajustement à la loi log-normale (Galton) .....	24
II-4-Test de validité d'un ajustement .....	26
II-5-Détermination de l'année de calcul .....	27
II-6-Conclusion .....	29

### **Chapitre III : Etude pédologique**

Introduction .....	30
III-1 Etude des aptitudes culturales .....	30
III-2 Les types de sols du périmètre : .....	32
III-2-1 Classe des vertisols : .....	32
III-2-2 Classe des bruns méditerranées : .....	33
III-3 Conclusion : .....	34

### **Chapitre IV : Besoins en eau des cultures**

Introduction .....	30
IV-1 Les besoins en eau d'une culture .....	30
IV-2 L'évapotranspiration .....	30
IV-2-1 L'évapotranspiration de référence .....	30
IV-2-2 L'évapotranspiration maximale .....	31
IV-3 Les méthodes d'évaluation de L'évapotranspiration .....	31
IV-3-1 Les méthodes directes : .....	31
IV-3-2 Les méthodes indirectes .....	31
➤ Formule Modifiée de Penman_Monteith .....	31
IV-4 Détermination des besoins en eau des cultures.....	33
IV-4-1 La réserve facilement utilisable : .....	33
IV-4-2 Pluies efficaces ( $P_e$ ) .....	34
IV-5 Estimation des coefficients culturaux ( $K_c$ ) .....	34
IV-6 Les profondeurs d'enracinement .....	35
IV-7 Cycle végétatif des cultures.....	35
IV-8 Choix des cultures.....	36

IV-8-1 Les cultures maraichères.....	36
IV-8-2 Les cultures céréales.....	36
IV-8-3 Les cultures fouragées.....	36
IV-9 Assolement – rotation proposés.....	36
IV-10 L’efficience de l’irrigation.....	37
IV-11 Calcul du débit spécifique .....	44
I-12 Débit caractéristique .....	45
IV-13 Estimation des volumes d’eau d’irrigation .....	45
Conclusion .....	46

## **Chapitre V :Technique d’irrigation**

Introduction .....	53
V-1 Techniques d’arrosages : .....	53
V-2 Irrigation de surface (gravitaire) .....	53
Avantage de l’irrigation de surface .....	53
Inconvénients de l’irrigation de surface .....	53
V-2-1 L’irrigation par ruissellement .....	54
V-2-1-1 Les avantages de l’irrigation par ruissellement .....	54
V-2-1-2 Les inconvénients .....	54
V-2-2 L’irrigation par submersion .....	55
V-2-2-1 Les avantages de l’irrigation par submersion .....	55
V-2-2-2 Les inconvénients .....	55
V-3 Irrigation localisée (goutte à goutte) .....	56
V-3-1 Les avantages : .....	56
V-3-2 Les inconvénient .....	56
V-4 Irrigation par aspersion .....	57
V-4-1 Les avantages .....	57
V-4-2 Les inconvénients .....	57
V-5 Choix des techniques d’arrosage : .....	58
V-5-1 Les contraintes naturelles .....	58
✓ L’évaporation .....	58

✓ Le vent .....	58
✓ Le sol .....	58
✓ La pente .....	58
V-5-2 Les contraintes agronomique .....	58
V-5-3 Les contraintes techniques et économiques .....	59
V-5-4 Les contraintes socio-économique .....	59
V-6 Conclusion .....	60

## **Chapitre VI : Adduction**

<b>Introduction .....</b>	<b>61</b>
VI-1 Découpage des îlots d'irrigation .....	61
VI-2 Calcul des débits des ilots .....	61
VI-3 Rôle et fonction de la borne d'irrigation .....	61
VI-4 Choix du type de la borne mise en place .....	62
VI-5 Choix du diamètre de la borne .....	64
VI-6 Choix du trace .....	65
VI-7 La méthodologie de dimensionnement .....	65
VI-8 Calculs hydrauliques du système distribution gravitaire .....	65
VI-8-1 Vitesses admissibles .....	65
VI-8-2 Choix du matériau des conduites .....	66
VI-8-3 Caractéristiques des canalisations .....	66
a) Conduites en fonte .....	67
b) Conduites en acier .....	67
c) Conduite en PEHD .....	67
VI-8-4 Calcul des diamètres .....	67
VI-8-5 Calcul des pertes de charge .....	67
VI-9 Conclusion .....	71

## **Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle**

<b>Introduction .....</b>	<b>72</b>
VII-1 Choix de la culture .....	72
VII-2 Choix des parcelles et de l'ilot .....	72



## **VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'aspersion**

VII-3-1 Dimensionnement théorique .....	73
VII-3-1-1 Calcul du diamètre de l'ajutage .....	73
VII-3-1-2 Calcul de la portée du jet (L) .....	73
VII-3-1-3 Ecartements entre les rampes et arroseurs .....	73
VII-3-1-4 Débit de l'asperseur .....	74
VII-3-1-5 Vérification de la pluviométrie de la buse .....	74
VII-3-1-6 Calcul du tour d'eau .....	75
VII-3-1-7 calcul de la dose réelle .....	75
VII-3-1-8 Calcul de la dose brute .....	75
VII-3-1-9 Temps d'arrosage .....	75
VII-3-1-10 Calcul du débit d'équipement (Qeq) .....	76
VII-3-1-11 Calcul de l'unité d'arrosage (SU) .....	76
VII-3-1-12 Nombre d'asperseur requis(Nasp) .....	76
VII-3-1-13 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois .....	77
VII-4 Dimensionnement hydrauliques des rampes .....	77
VII-4-1 Dimensionnement de la rampe .....	77
VII-4-1-1 Longueur de la rampe .....	77
VII-4-1-2 Nbre asperseur/rampe (N) .....	78
VII-4-1-3 Nombre de rampes(Nr) .....	78
VII-4-1-4 Calcul du débit de la rampe(Qr) .....	78
VII-4-1-5 Calcul du Diamètre de la rampe .....	78
VII-4-2 Dimensionnement du porte-rampe .....	79
VII-4-2-1 La longueur du porte-rampe .....	79
VII-4-2-2 Débit de la porte rampe .....	79
VII-4-2-3 Diamètre de la porte rampe .....	80
VII-5 Calcul des pertes de charge .....	80
VII-5-1 Pour la rampe: .....	80
VII-5-2 Pour la porte rampe: .....	80
VII-5-3 Pour la conduite secondaire : .....	81
VII-6 Calcul de la pression en tête du réseau .....	81
VII-7 Conclusion : .....	82

## **Chapitre VIII : Estimation du projet**

VIII-1 Organisation de Chantier .....	82
VIII-1-1 Introduction .....	82
VIII-1-2 Les actions reçues par les conduites .....	82
VIII-1-3 Exécution des travaux .....	82
VIII-1-4 Choix des engins de terrassement .....	82
VIII-1-4-a Bulldozer .....	83
VIII-1-4-b Pelle équipée en rétro .....	83
VIII-1-4-c Les chargeurs .....	84
VIII-2 Technico-économique .....	84
VIII-2-1 Introduction : .....	84
VIII-2-2 Calcul des volumes de déblais et remblais .....	85
VIII-2-2-a Volume du déblaiement : .....	86
VIII-2-2-b Volume de remblaiement : .....	86
VIII-2-2-c Volume de sable .....	86
VIII-2-3 Calcul des volumes des travaux de l'adduction.....	87
VIII-2-4 Calcul des volumes des travaux de distribution .....	88
VIII-2-5 Cout du projet.....	90
VIII-2-6 Conclusion.....	90

# LISTE DES TABLEAUX

## Chapitre I : présentation de la zone d'étude

Tableau I-1 : situation de périmètre .....	3
Tableau I-2 : Répartition mensuelle des pluies de .....	4
Tableau I-3: les Températures mensuelles (C°).....	5
Tableau I-4 : Températures mensuelles moyennes du sol (°C). .....	6
Tableau I-5 : l'humidité moyenne mensuelle relative (%). .....	6
Tableau I-6 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s) .....	7
Tableau I-7 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco .....	8
Tableau I-8 : durée moyenne mensuelle de l'insolation (h) .....	9
Tableau I-9 : Classification du climat selon MARTON. ....	10

## Chapitre II : Etude hydrologique

Tableau II-1: coordonnées de la station météorologique d'Ain Bessem.....	16
Tableau II-2: répartition mensuelle et annuelle des pluies.....	16
Tableau II-3: Test d'homogénéité de Wilcoxon.....	19
Tableau II-4: Résultats du test de Wilcoxon.....	21
Tableau II-5: Les résultats d'ajustement a loi normale .....	23
Tableau II-6: Les résultats d'ajustement a la loi log normale .....	25
Tableau II-7 : Test de validité des deux ajustements. ....	27
Tableau II-8: Résultats de l'année de calcul.....	28
Tableau II-9: Résultats de l'année de calcul.....	28
Tableau II-10: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq =80%).....	28

## Chapitre III : Etude pédologique

Tableau III-1 Aptitude culturales de sol de la zone d'étude. ....	31
Tableau III-2 les caractéristiques des sols de types vertisols .....	33
Tableau III-3 les caractéristiques des sols bruns méditerranées .....	33
Tableau III-4 Superficies des sols (en ha) par classe d'aptitude à l'irrigation et au Drainage.....	34
Tableau III-5 Les espèces culturales pratiques antérieurement dans la zone d'étude.....	34

<b>Tableau III-6</b> Degré d'aptitude culturale dans la zone d'étude. ....	35
--	----

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

<b>Tableau IV-1</b> : Evapotranspiration de référence (ET <sub>o</sub> )de la zone d'étude avec CROPWAT.....	39
<b>Tableau IV-2</b> : Pluies efficaces .....	40
<b>Tableau IV-3</b> : Coefficient culturaux .....	41
<b>Tableau IV-4</b> : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures .....	41
<b>Tableau IV-5</b> : Cycle végétatif des cultures .....	41
<b>Tableau IV-6</b> : Assolement proposé . ....	43
<b>Tableau IV-7</b> : Besoin en eau du blé.....	44
<b>Tableau IV-8</b> : Besoin en eau du Luzerne.....	44
<b>Tableau IV-9</b> : Besoin en eau de l'Orge .....	45
<b>Tableau IV-10</b> : Besoin en eau du Tomate .....	45
<b>Tableau IV-11</b> : Besoin en eau de l'Haricot .....	46
<b>Tableau IV-12</b> : Besoin en eau du carotte .....	46
<b>Tableau IV-13</b> : Besoin en eau du Mais .....	47
<b>Tableau IV-14</b> : Besoin en eau de la pomme de terre .....	47
<b>Tableau IV-15</b> : Besoin en eau de l'Oignon sec .....	48
<b>Tableau IV-16</b> : Besoin en eau de l'Avoine .....	48
<b>Tableau IV-17</b> : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 01.....	49
<b>Tableau IV-18</b> : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 02 .....	49
<b>Tableau IV-19</b> : Volumes d'eau d'irrigation .....	51

### **Chapitre V : Technique d'irrigation**

<b>Tableau V-1-</b> Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	59
--	----

### **Chapitre VI : Adduction**

<b>Tableau VI-1</b> Choix de type de la borne. ....	62
<b>Tableau VI-2</b> Calcul des débits des bornes. ....	62
<b>Tableau VI-3</b> Choix de diamètre de la borne. ....	64
<b>Tableau VI-4</b> diamètre de la bornes. ....	64

<b>Tableau VI-5</b> les vitesses admissibles .....	66
<b>Tableau VI-6</b> Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon .....	68
<b>Tableau VI-7</b> Résultats du système d'adduction .....	69

### **Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle**

<b>Tableau VII-1</b> Caractéristiques de la parcelle à irriguer .....	72
<b>Tableau VII-2</b> Résultat de calcul pratique d'aspersion .....	81

### **Chapitre VIII : Estimation du projet**

<b>Tableau VIII-1</b> Factures pro forma des équipements hydrauliques .....	84
<b>Tableau VIII-2</b> : Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation.....	84
<b>Tableau VIII-3</b> Calcul du volume de déblai .....	87
<b>Tableau VIII-4</b> Calcul du volume de sable .....	87
<b>Tableau VIII-5</b> Calcul du volume de remblai .....	87
<b>Tableau VIII-6</b> Estimation du cout de pose de conduite d'adduction .....	87
<b>Tableau VIII-7</b> Volume des déblais .....	88
<b>Tableau VIII-8</b> Volume du lit de sable .....	88
<b>Tableau VIII-9</b> Volume du remblai .....	89
<b>Tableau VIII-10</b> Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution .....	89
<b>Tableau VIII-11</b> Devis estimatif total .....	92

# LISTE DES FIGURES

## Chapitre I : présentation de la zone d'étude

<b>Figure I-1</b> carte de situation géographique d'Ain bessem, échelle (1/500000).....	2
<b>Figure I-2</b> Carte situation administrative de périmètres les ARRIBS échelle (1 /5000).....	3
<b>Figure I-3</b> : Graphique des pluies en (mm).....	4
<b>Figure I-4</b> : Graphique de la température moyenne mensuelle.....	5
<b>Figure I.5</b> : Graphique de la température moyenne de sol.....	6
<b>Figure I-6</b> : Graphique de l'humidité moyenne.....	7
<b>Figure I-7</b> : Graphique de vent moyenne.....	9
<b>Figure I-8</b> : Graphique de l'insolation (heur).....	12
<b>Figure I-9</b> Diagramme bioclimatique d'emberger.....	12
<b>Figure I-10</b> Climogramme pluviométrique de GAUSSEN.....	13

## Chapitre II : Etude hydrologique

<b>Figure II-1</b> : L'allure des points sur le papier probabilité a la loi normale.....	22
<b>Figure II-2:</b> L'allure des points sur le papier probabilité a la loi log normal.....	26

## Chapitre V : Technique d'irrigation

<b>Figure V-1-</b> Système d'irrigation par ruissellement .....	54
<b>Figure V-2-</b> Système d'irrigation par submersion.....	55
<b>Figure V-3-</b> Système d'irrigation par goutte à goutte .....	56
<b>Figure V-4-</b> Système d'irrigation par aspersion.....	57

## Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

<b>Figure VII-1</b> Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	77
---	----

## Chapitre VIII : Estimation du projet

<b>Figure VIII-4</b> : Disposition de la conduite dans une tranchée.....	86
--	----

# Liste Des Planche

**Planche N° 1** : plan de situation de périmètre d'Ain Bessem

**Planche N° 2**: plan d'occupation de sol de périmètre d'Ain Bessem

**Planche N° 3**: plan de réseau du distribution de périmètre d'Ain Bessem

**Planche N° 4** : projection du réseau d'aspersion

**Planche N° 5** : profil en long

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, énergétique et industrielle, fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs nous oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine agricole l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socio-économique à moyen et long terme.

Avec l'irrigation, l'agriculteur dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation.

donc pour satisfaire un ensemble d'impératifs, tel que l'utilisation judicieuse des ressources hydrique, l'efficacité économique et la conservation de la fertilité du sol , elle doit cependant être bien maitrisée , et raisonnée .

l'objectif de mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner un réseau d'irrigation par aspersion d'une partie du périmètre des arrbis 210 ha (Ain Bessem wilaya de Bouira) afin d'optimiser la ressource en eau et bien sur assurer les besoins en eau des cultures mise en place .



# **Analyse Climatique**

## 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 le réseau hydrauliques.

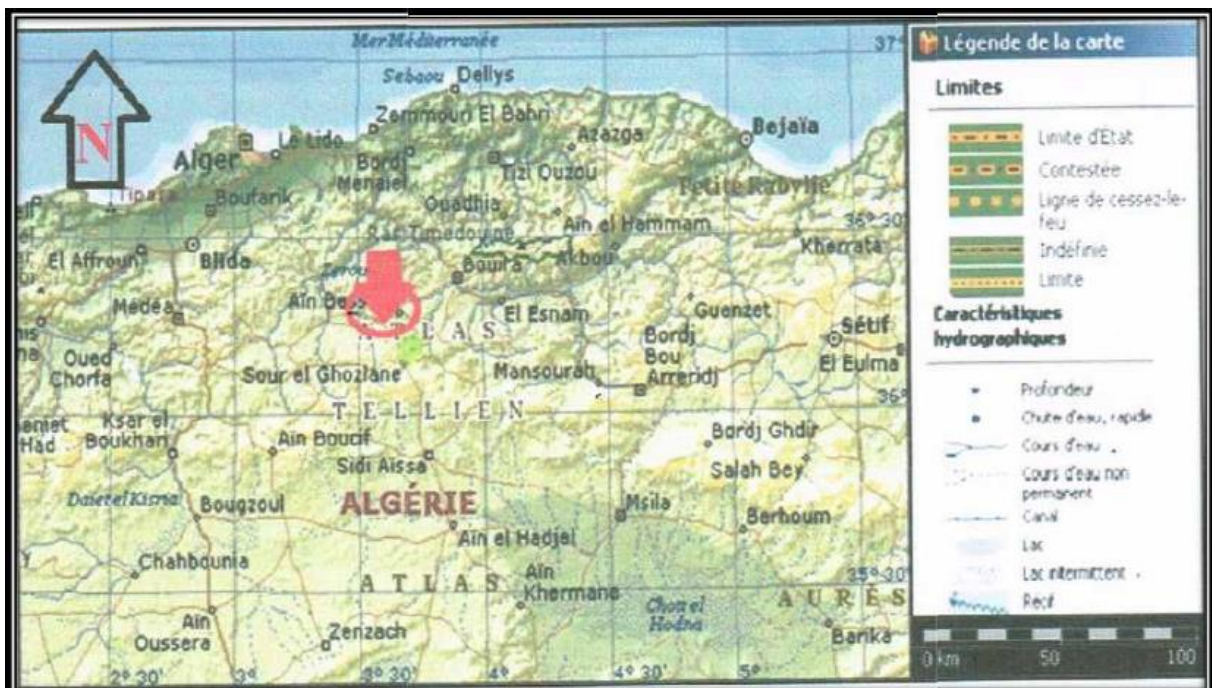
### I-1 Situation géographique de la zone d'étude

#### I-1-1 Situation de la région d'Ain Bessem :

La région d'Ain bessem est située à l'Ouest du chef-lieu de la wilaya Bouira, séparée par une distance d'environ 25 km, reliée par la RN 08, la région d'Ain Bessem a une superficie de 126 km<sup>2</sup>

Elle est limitée par :

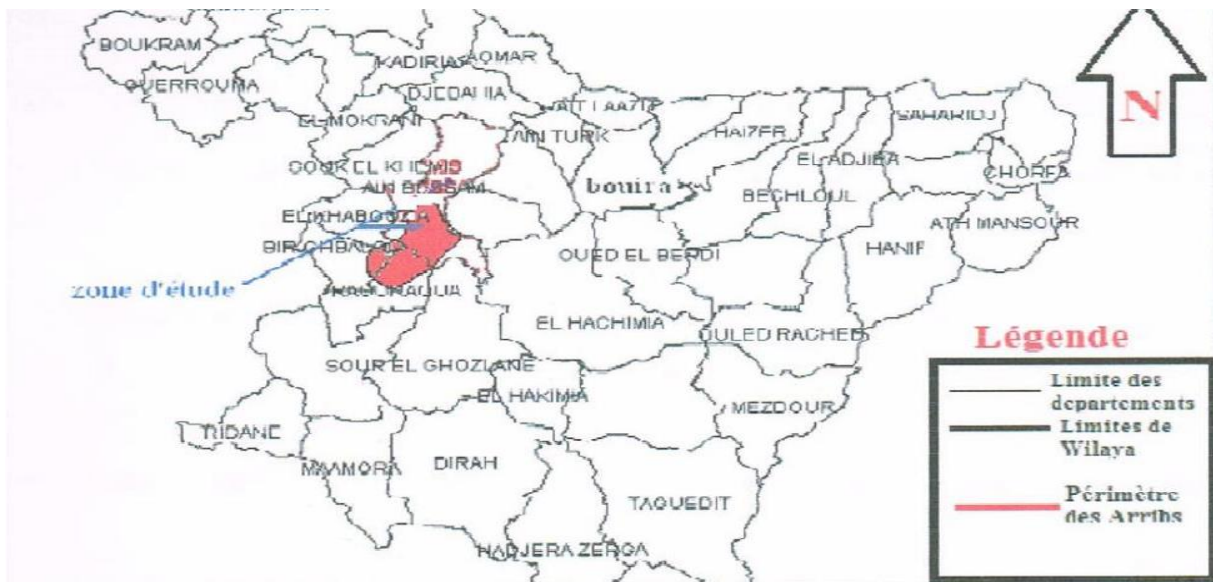
- ✓ Nord : DJEBAHIA
- ✓ Nord-Est : AIN-EL-HADJAR
- ✓ Est : BIR-GHBALOU
- ✓ Sud-Est : RAOUARAOUA
- ✓ Nord-Ouest : KHABOUZIA
- ✓ Ouest : AIN-LALLOUI
- ✓ Sud : Sour-El-Ghozlane
- ✓ Sud-ouest : EL-HACHIMIA



**Figure I-1** carte de situation géographique d’Ain bessem , échelle (1/500000)

Le périmètre des ARRBIS occupe un plateau situé entre l’Atlas tellien et la chaîne montagneuse de Sour El Ghozlane . il est caractérisé par une altitude moyenne de 648 mètres et s’étend sur une plaine trapézoïdale de 10 km de long et 5 m de large traversée sur une longueur de 8 km par la route nationale N18 reliant Bir Ghalou à ain bessem .Le périmètre est rattaché administrativement à la wilaya de Bouira et aux trois communes de Ain bessem (43%) ,Raouraoua(42%) et Bir Ghabou (15%)

Le périmètre d’Ain Bessem est limité au nord, par l’oued Bou Djaafar et au sud par la chaîne montagneuse de Sour-El-Ghozlane, a l’Est par oued Fahem et a l’Ouest par l’oued 5Kararif.



**Figure I-2** Carte situation administrative de périmètres les ARRIBS échelle (1 /5000)

### I-1-2 Situation de périmètre

Le périmètre d’irrigation d’Ain Bessem (CP2) , s’étend sur une superficie de 1500 ha dont 210 ha pour notre étude avec une altitude de 648 m

**Tableau I-1** : Situation de périmètre.

Périmètre d’irrigation d’Ain Bessem(CP2)			
➤ Superficie(ha)	1500	➤ Altitudes(m)	648

## I-2 L'étude climatologique

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour les couverts. Les différents éléments caractérisant le climat sont principalement : les précipitation, la température, le vent , l'humidité relative de l'air.....tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important de connaître chacune des ces composantes , afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production.

### I-2-1 Pluviométrie

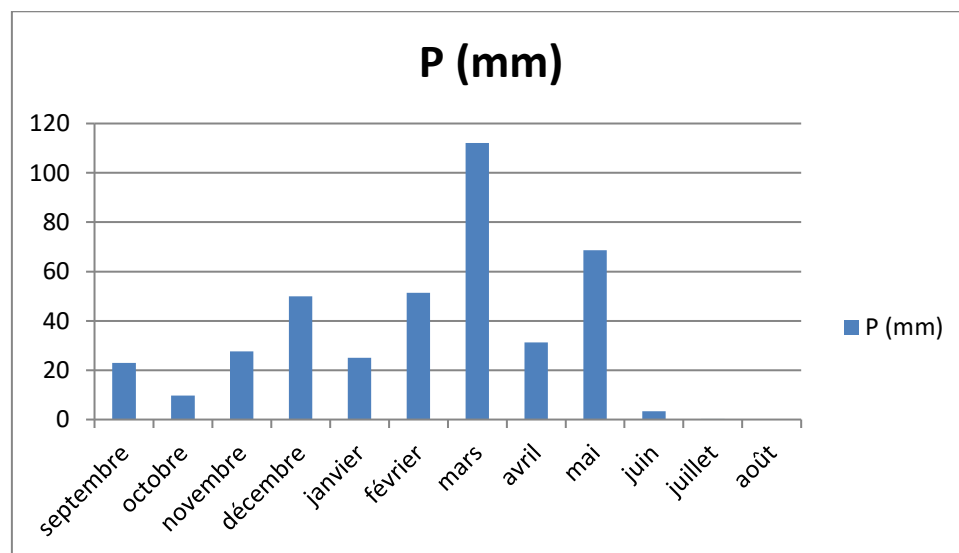
la pluviométrie est un régime variable est irrégulier suivant les mois et les années sachant que les pluies moyenne annuelles sont de l'ordre 402,2 mm dans la région de Ain Bessam .

La répartition mensuelle des pluies de l'année 2016 est représentée sur le tableau suivant:

**Tableau I-2** : Répartition mensuelle des pluies de

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Ann
P(mm)	23	9,7	27.6	49,9	25	51,4	112,1	31,3	68,7	3,4	0,3	0	402,4

Source (O.N.M) Ain Bessam



**Figure I-3** : Graphique des pluies en (mm).

Après l'analyse de ces données on constate que :

- ✓ la majeure partie des précipitations (90%) étant concentrés sur la période de « novembre – mai » .
- ✓ Les pluies en Juin Juillet et Aout sont négligeables.

## I-2-2 La température moyenne de l'air

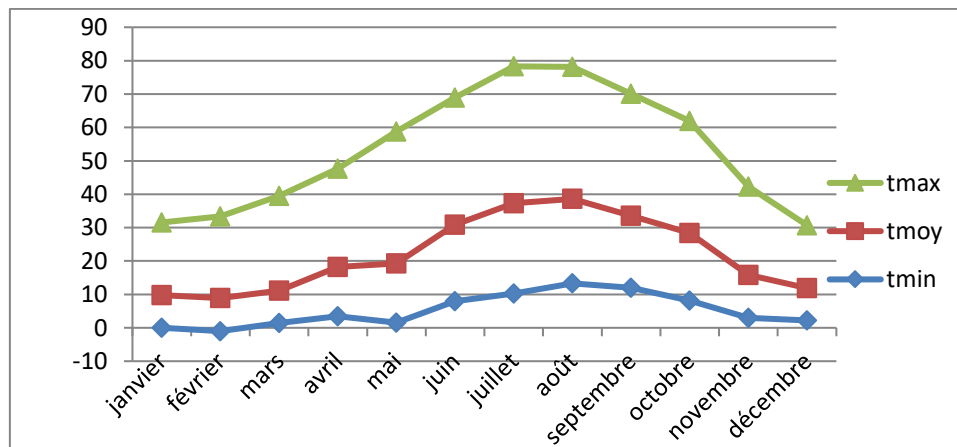
La température est un facteur du climat très important, car elle conditionne l'évapotranspiration.

Les températures dans la zone d'étude sont données par le tableau ci-dessous:

**Tableau I-3:** les Températures mensuelles (C°).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Tmin °C	0	-1	1,4	3,5	1,5	8	10,3	13,3	12	8,2	3	2,2	-1
T max °C	21,7	24,5	28,4	29,5	39,5	38	41	39,5	36,5	33,5	26,5	18,8	41
T moy °C	9,8	9,9	9,7	14,7	17,8	22,9	27	25,3	21,6	20,2	12,8	9,7	16,8

Source : ONM Ain bessem



**Figure I-4 :** Graphique de la température moyenne mensuelle.

Avec :

- Tmin : moyenne de tous les minima observés pour chaque mois.
- Tmax : moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois
- Tmoy : moyenne mensuelle

Analyse et interprétation :

- ✓ L'analyse de ces données met en évidence que les minima correspondent à la période hivernale (Janvier, Février et Mars), tandis que les maxima coïncident avec le début de la saison sèche (estival), qui commence pratiquement au mois de Mai jusqu'à qu'il atteigne leur maximal au mois de septembre.

- ✓ La moyenne mensuelle la plus élevée correspond au mois juillet 41°C , tandis que la plus basse correspond au mois de Décembre et Mars 9,7 °C

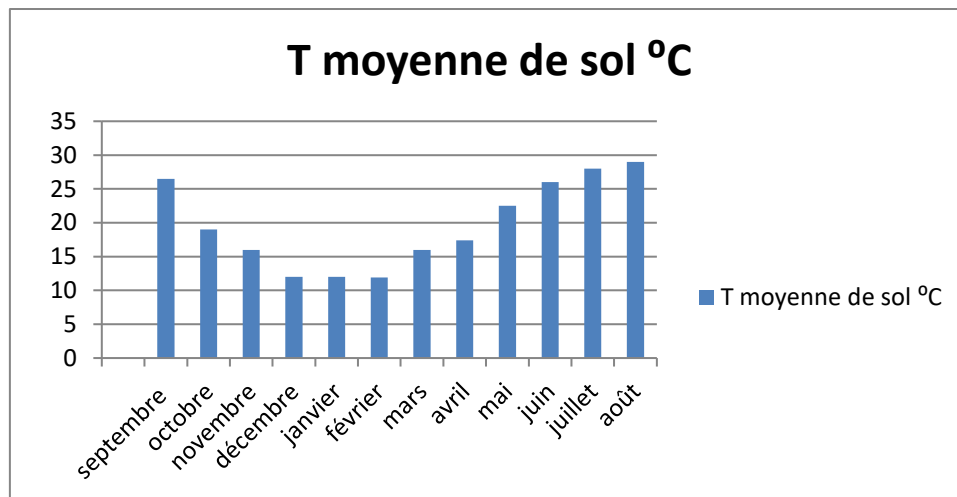
### I-2-3 La température moyenne de sol

La distribution moyenne mensuelle de l'année 2016 de la température de sol est représentée ci-après :

**Tableau I-4** : Températures mensuelles moyennes du sol (°C).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
Tmoy	26,5	19	16	12	12	11,9	16	17,4	22,5	26	28	29	19,7

Source : ONM Ain Bessem.



**Figure I.5** : Graphique de la température moyenne de sol.

### I-2-4 Humidité relative

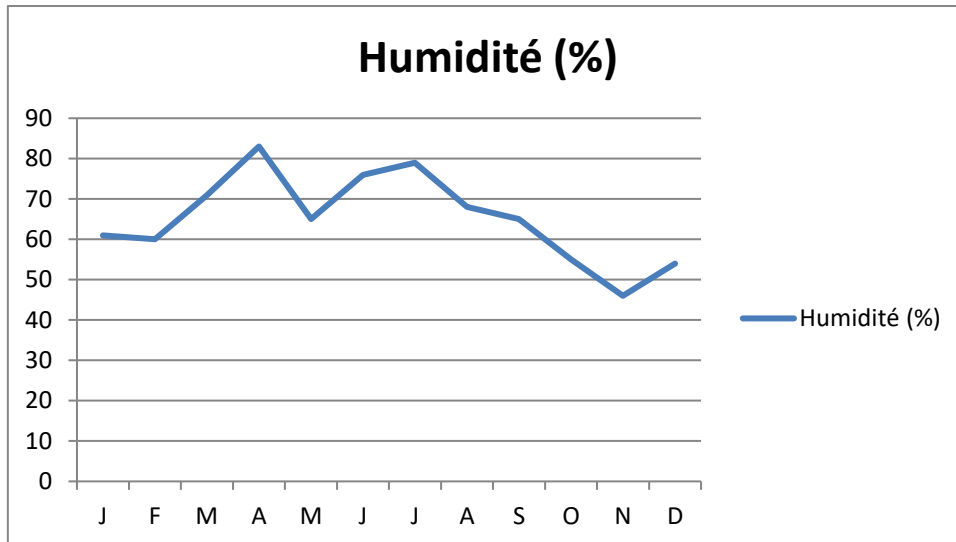
Il s'agit d'un élément important du cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et de couverture végétale.

Les résultats sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau N°1.5** : l'humidité moyenne mensuelle relative (%)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Humidité (%)	61	60	71	83	65	76	79	68	65	55	46	54	65

Source : ONM Ain Bessem.



**Figure I-6 :** Graphique de l'humidité moyenne.

D'après le tableau ci-dessus , le maximum d'humidité relative moyen est observé en Avril , Juin et Juillet , tandis que le minimum se produit en Novembre .

### I-2-5 Le vent

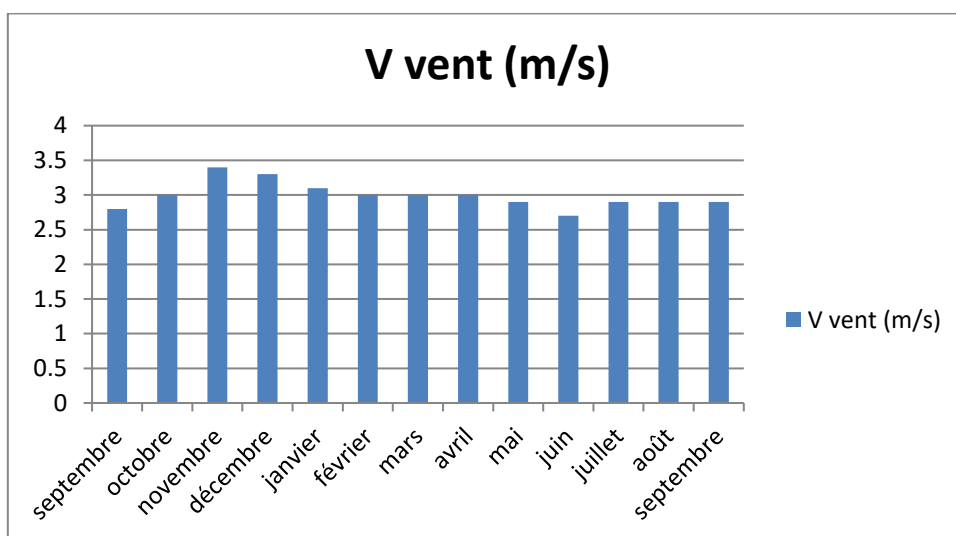
Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat , c'est un facteur qui exerce une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigation, ainsi le vent est un élément déterminant dans l'élaboration du système de protection des périmètres (brise – vents ) , il est caractérisé par sa direction et sa vitesse.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent :

**Tableau N° I.6 :** Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
V(m/s)	2,8	3	3,4	3,3	3,1	3	3	3	2,9	2,7	2,9	2,9	3

Source (O.N.M) Ain Bessam



**Figure I-7 :** Graphique de vent moyenne.

- ✓ L'analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 3 m/s, cette valeur ne pose aucun problème lorsqu'il y a une irrigation par aspersion.

### I-2-6 Sirocco

il s'agit d'un vent qui souffle du Sahara vers le littoral, pouvant causer aux cultures des dégâts très importants (flétrissement de la plante, les chutes de rendement) par l'élévation brutale des températures et la diminution de l'hygrométrie de l'air qu'il entraîne.

Les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau suivant :

**Tableau I-7** : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Ann
N°	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
Jour													

Source (O.N.M) Ain Bessam

Il ressort de ce tableau que le vent chaud ne se manifeste que pendant le début de la période estivale (mai – Aout)

### I-2-7 L'insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle, elle dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

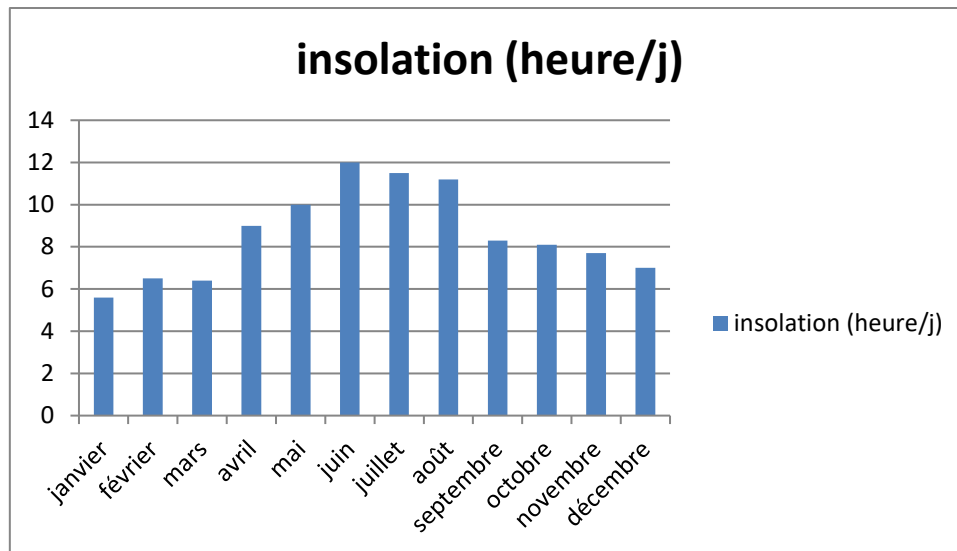
La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de la station météorologique O.N.M d'Ain Bessam, présentées dans le tableau suivant :

**Tableau I-8** : durée moyenne mensuelle de l'insolation (h)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Insolation (heure/j)	5,6	6,5	6,4	9	10	12	11,5	11,2	8,3	8,1	7,7	7

Source (O.N.M) Ain Bessam





**Figure I-8 :** Graphique de l'insolation (heur).

- ✓ Les valeurs moyennes mensuelles varient régulièrement durant l'année , les valeurs les plus élevées correspondent au mois d'été avec une valeur maximale de 12 h/j pour le mois de juin et une valeur minimale de 5,6 h/j pendant le mois de janvier .

### I-3 Les indices climatiques

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température.

Les indices les plus connue sont ceux d'E.MARTON (1926) et E.EMBERGER (1932).

#### I-3-1 L'indice d'aridité de MARTON :

L'indice d'aridité ou de Marton , donné par l'expression (1-1) , est un paramètre qui permet la classification du climat , afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat

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

Avec

- P : précipitation moyenne annuelles en (mm) .
- T : température moyenne annuelle en (°C) .
- I<sub>A</sub> : indice d'aridité .

$$P = 402,4 \text{ mm} \quad T = 16,8 \text{ °C}$$

$$I_A = \frac{402,4}{16,8 + 10} = 15$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTON sont donnée dans le tableau suivant :

**Tableau I-9** : Classification du climat selon MARTON.

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

Source: Bulletin n°24 FAO.

- ✓ Selon l'indice d'aridité calculé , on constate d'après la classification de MARTON , que la région est soumise à un régime de climat sec , et que l'irrigation est souvent indispensable .

### I-3-2 Quotient pluviométrique d'emberger

Le but de cet indice est la détermination de l'étage bioclimatique , pour cela on utilise le diagramme dressé par M<sup>f</sup> Emberger , qui nous renseigne sur le climat , ainsi que le type d'hiver , dominants d'une région.

On calcule par l'expression ...le quotient de M<sup>f</sup> Emberger , puis on projette sur le diagramme en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid.

$$Q = \frac{2 * 1000 * P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

- Q : coefficient pluviométrique d'Emberger .
- P : précipitation moyenne annuelle en (mm) .
- M : moyenne des max du mois le plus chaud .
- m : moyenne des min du mois le plus froid .

$$P = 402,4 \text{ mm} \quad m = -1 \text{ °C} \quad M = 41 \text{ °C}$$

$$Q = \frac{2 * 1000 * 402,4}{(41 + 273)^2 - (-1 + 273)^2} = 32,7$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique , et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid , on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : semi-aride .
- Sous étage : hiver froid .

Ces renseignements complètent celles obtenus par la méthode de Marton.

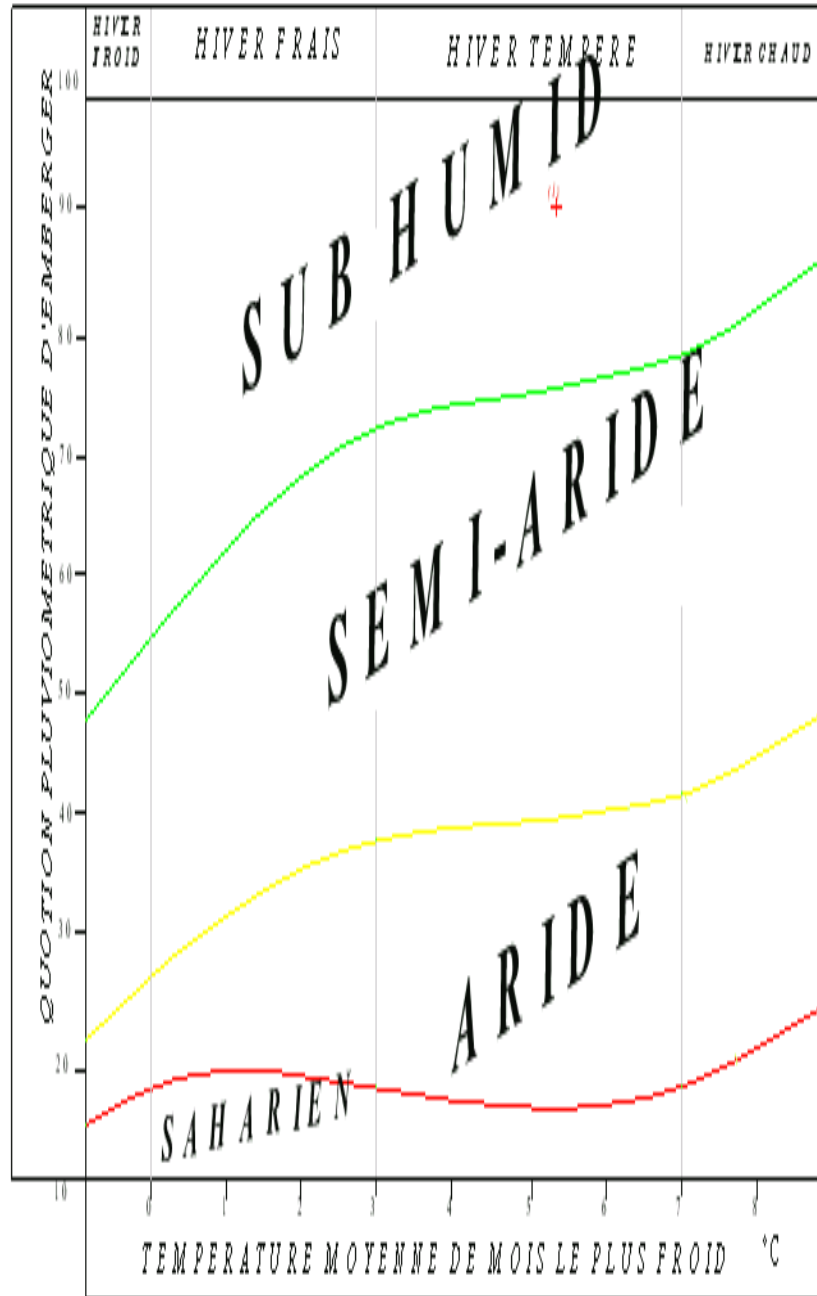
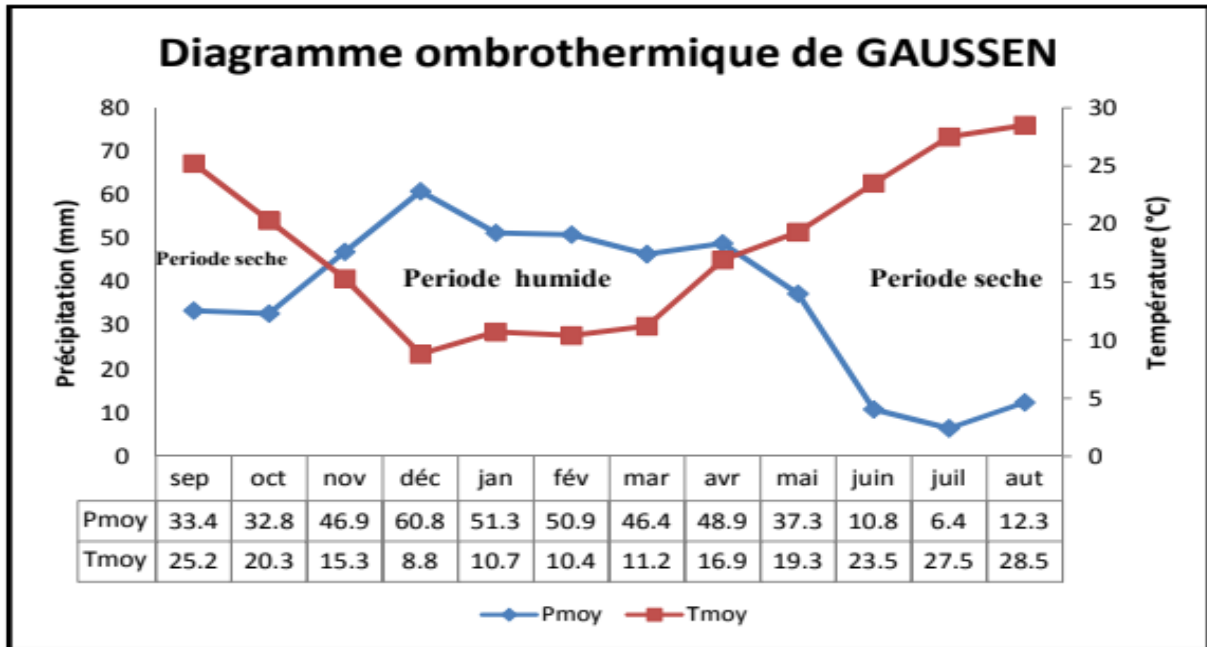


Figure I-9 Diagramme bioclimatique d'emberger.

### I-3-3 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN

Il est établi selon la méthode mis au point par F.BANGNOULS et GAUSSEN , ce diagramme nous permettra de dévaluer de saison sèche et humide , et sa position dans le temps , en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique .



**Figure I-10** Climogramme pluviométrique de GAUSSEN.

Description de graphique :

D'après le graphe on constate que les deux courbes et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et humide , la différence des abscisses nous donne la durée de la saison humide(6 mois allant du mois de novembre jusqu'à mois de mai et la saison sèche ( 6 mois allant du mois juin jusqu'à mois d'octobre)

### I-4 Ressource en eau d'irrigation :

Les eaux a usage agricoles sont puisées à partir du barrage lekhel , le barrage se trouve à 5 km au sud – est de la ville d'Ain Bessem , il s'agit d'un plan d'eau d'une superficie totale de 5 km<sup>2</sup> et alimenté par l'Oued lekhel . Il comprend les ouvrages suivants :

- ✓ Une digue de 45 m de hauteur
- ✓ Une crête d'une longueur de 600 m et de 8 m de largeur
- ✓ Un évacuateur de crue ( trop plein)
- ✓ Une vidange de fond de 5m et de 260 de longueur
- ✓ Quatre prise d'eau
- ✓ Tour de prise de 35 m de hauteur et de 4 m de diamètre

#### I-4-1 Les caractéristiques du barrage lekhel :

- ✓ Côte de la retenue minimum : 667.50 m
- ✓ Côte de la retenue normale : 684.40 m
- ✓ Volume des eaux non utiles (Envasement) : 5 Millions de M3
- ✓ Volume de la retenue normale : 30 Hm3

- ✓ Volume régularisable : 17 hm<sup>3</sup>
- ✓ Diamètre de conduite d'aspiration : Ø 1100 en Acier
- ✓ Longueur de la conduite d'aspiration est de 200m.

#### **I-4-2 bassin d'irrigation :**

Le bassin d'irrigation est localisé à la sortie Sud de la commune d'Ain Bessem, sur la route départementale Ain-Bessem –El-Hachimia. Il est implanté selon un choix géographique sur le point le plus haut (Monticule de Doublay) par rapport à l'élévation des secteurs d'irrigation (Réseau Hydraulique). Il sert de réservoir de stockage de l'eau refoulée à partir de la station de pompage pour ensuite à être distribué dans les secteurs 1, 2 et 3.

#### **I-4-3 de bassin d'irrigation :**

- ✓ Localisation : Ain Bessem.
- ✓ Capacité : 17500 m<sup>3</sup>.
- ✓ Type : au sol.
- ✓ Forme : trapézoïdale.
- ✓ Logeur : 131 m.
- ✓ Largeur : 47 m.
- ✓ Profondeur : 3 m.
- ✓ Provenance de l'eau : adduction SP.

#### **I-5 Conclusion**

L'analyse climatique de la zone d'étude montre :

- ✓ Le climat de la région est un climat sec
- ✓ L'irrigation est souvent indispensable
- ✓ Vitesse du vent stable , ce qui ne pose aucun problème lorsqu'il y a une irrigation par aspersion .
- ✓ L'eau du barrage LAKHEL est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre.

# **ETUDE**

# **HYDROLOGIQUE**

## Introduction

L'analyse développée dans cette partie a pour objet d'évaluer la pluviométrie pour le périmètre irrigué, pour définir les précipitations de courte et de longue durée qui puissent inonder quelque périmètre de la région étudiée.

### II-1-Présentation de la station pluviométrique

Tous les données suivantes sont recueillies auprès de la station météorologique d'Ain Bessem relevant de l'Office National de la Météorologie (O.N.M – Dar Beida) . La station d'Ain Bessem est localisé à 3 km à la sortie Sud sur la route Ain Bessem – El Hachimia dont les caractéristiques se résument dans le tableau suivant :

**Tableau II-1:** coordonnées de la station météorologique d'Ain Bessem

Nom de la Station	Coordonnées UTM		Altitude (m)	Période d'observation	Nombre d'années observées
	Latitude	Longitude			
Ain Bessem	36°19'	0°32E	748	1975 - 2016	42

L'office National Météorologique

La série des précipitations de la station de «Ain Bessem» est donnée au tableau ci-dessous :

**Tableau II-2:** répartition mensuelle et annuelle des pluies

année	Jan	Fev	Mars	avril	mai	Juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec	annuel
1975	86.01	110.6	43.9	44	0	2	0	6.1	0	0	0	113.7	406.31
1976	19.8	170.7	61.6	49.2	25.1	0	22.5	1.7	41.4	0.5	6.8	46.3	445.6
1977	12.03	40.2	57.9	7.8	57.5	22.01	0.8	14.4	53.8	15	30.7	1.8	313.94
1978	33.6	70.9	26.5	81.9	58.5	20.7	47.4	14.4	14.1	1.1	73	24.6	466.7
1979	35.18	10.4	0	81	33.5	0	0	2.6	46.9	51.1	25.5	38.1	324.28
1980	51.5	31.2	48	91.2	45.2	9.2	0	6.1	4	6.1	63.9	13.8	370.2
1981	33.4	133.8	43.4	38.4	6.4	15.4	0	9.5	2.3	54.2	51.8	5	393.6
1982	64.07	22.3	45.6	60.6	32.1	0.3	0	1.5	69.9	51.9	46.2	12.4	406.87
1983	6.7	59.1	31.1	61.8	11.3	5.1	0	36.3	7.2	15.6	54.7	124.3	413.2



<b>1984</b>	143.7	68.1	38.2	38.4	47.8	11.7	1.5	2	13.5	19.5	5.5	64.1	<b>454</b>
<b>1985</b>	0	34.2	13.1	30.3	7.8	2.8	19.3	25.6	30	60.6	80.9	41	<b>345.6</b>
<b>1986</b>	53.6	55.9	26	42	20.4	13.8	0	0	0.2	3.9	13.4	24.4	<b>253.6</b>
<b>1987</b>	41	35.2	67.7	7	54.8	1.8	2.8	0	3.1	45.2	30.1	81	<b>369.7</b>
<b>1988</b>	51.4	30.7	140.5	15.1	4.8	9.7	0	0.6	35.1	19.8	38.8	57.6	<b>404.1</b>
<b>1989</b>	70.7	83.8	9.5	9.1	8.4	4	5.3	4.3	12.8	45.9	49.7	83.7	<b>387.2</b>
<b>1990</b>	15.8	22.7	43.7	45.5	23.5	10.5	0	0	6.6	29.7	42.9	24.2	<b>265.1</b>
<b>1991</b>	23.9	20.3	62.2	92.4	15.6	22.4	17.4	42.1	23.7	16.6	24	230.4	<b>591</b>
<b>1992</b>	38	0	38.4	58.5	52.1	0	68	0.9	29.2	19.2	0	14.9	<b>319.2</b>
<b>1993</b>	29.9	112.4	104.2	36.3	32.8	6.5	0	8.8	12	25.5	38.2	78.6	<b>485.2</b>
<b>1994</b>	81.3	8.9	61.5	111.1	107	17.1	8.5	2.1	5.9	66	11.8	6.1	<b>487.3</b>
<b>1995</b>	15	23.6	15.65	25.3	38.4	7	3	11.2	14.4	40.3	81	32.3	<b>307.15</b>
<b>1996</b>	5.6	46	1.7	44.8	8.1	0.7	0.1	18.2	68.2	14.4	18.5	84	<b>310.3</b>
<b>1997</b>	170.2	39.3	101.9	18.9	3.5	17.6	0	36.2	91.3	61.8	32.1	36	<b>608.8</b>
<b>1998</b>	58.5	93.5	26.6	68.3	50.8	12.4	13.05	8.5	12.6	57.9	8.9	25	<b>436.05</b>
<b>1999</b>	33.9	14.2	10.5	56.7	22.1	19.6	3.5	24.5	20.1	13.1	23	40.4	<b>281.6</b>
<b>2000</b>	11.9	57.4	16.9	45.6	133.9	4.5	0	4	47.6	59.5	71.3	47.5	<b>500.1</b>
<b>2001</b>	42.3	28.2	90.9	0	33.7	4.1	0	10.9	45.8	43.6	83.1	41.3	<b>423.9</b>
<b>2002</b>	3.4	1.3	12.7	26.6	34	0.3	0	2	38.7	16.2	25.5	132.2	<b>292.9</b>
<b>2003</b>	148.3	25.3	5	49	8	2.5	0	2.1	33	81.8	34.8	53.4	<b>443.2</b>
<b>2004</b>	22.7	26.8	14.5	14.1	20.4	0.5	7.5	77.3	78.1	3.6	10.3	12	<b>287.8</b>
<b>2005</b>	205.1	88.2	7.7	105.4	16	13.6	10.2	40.9	21.1	10.5	136.3	185.8	<b>840.8</b>
<b>2006</b>	72.1	16.1	38.7	59	131.7	4	3.2	4.5	60.4	67.8	40.7	123.1	<b>621.3</b>
<b>2007</b>	26	57.7	25.3	21.6	10.5	10.5	11.6	3.8	48.5	23.4	35.3	84.7	<b>358.9</b>
<b>2008</b>	116	61.1	30.3	58.9	69.6	12.7	4.6	2.7	17.8	60.8	41.2	91.5	<b>567.2</b>

<b>2009</b>	6	54.3	178.6	101.2	24.1	18.2	0	7.5	34.2	0	29	56.5	<b>509.6</b>
<b>2010</b>	11.6	17.5	20.2	31.1	66.9	24.6	5.7	2.5	65.8	82.4	72.8	39.1	<b>440.2</b>
<b>2011</b>	97.1	23.9	74.9	90	20.8	2.5	1	13.9	78.5	36.9	53.8	60.1	<b>553.4</b>
<b>2012</b>	42	86	62.2	23.1	45.7	19.8	0	32.7	106.1	9.8	103	63.6	<b>594</b>
<b>2013</b>	37.7	116.4	60.9	116.2	100.7	25.9	0	10.5	6.1	63.3	91.9	30.3	<b>659.9</b>
<b>2014</b>	35.2	38.8	97	0.6	9.4	56.5	0.4	2.9	37.4	18.3	38	109.5	<b>444</b>
<b>2015</b>	67.1	102.2	35.5	2	17.8	15.8	0	0.8	38.8	49.5	34.5	0	364
<b>2016</b>	50,6	51,4	112,1	31,3	68,7	3,4	0,3	0	23	9,7	27,6	49,9	428,05
<b>Moy</b>	<b>51.3</b>	<b>50.9</b>	<b>46.4</b>	<b>48.9</b>	<b>37.32</b>	<b>10.8</b>	<b>6.4</b>	<b>12.39</b>	<b>33.44</b>	<b>32.8</b>	<b>42.96</b>	<b>60.85</b>	<b>434.59</b>

L'office National météorologique

D'après les résultats du tableau ci-dessus , on remarque une irrégularité dans la répartition des précipitation et aussi une variabilité mensuelle . Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin , juillet et aout , elle sont moyennes durant les mois de printemps et relativement maximales en hiver.

## II-2-Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique

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

- On divise la série complète en deux sous série : X et Y tel que : N1 et N2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N1 > N2$  .
- On constitue par la suite , la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant , 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 % (Touabia ). Si la relation ci – dessous est vérifiée

$$W_{min} < W_x < W_{max}$$

Avec :

$W_x =$  Somme des rangs de sous séries.

$$W_{min} = \left( \frac{(N1 + N2 + 1)N1 - 1}{2} \right) - 1,96 \left( \frac{N1N2(N1 + N2 + 1)}{12} \right)^{1/2}$$

$$W_{max} = [(N1 + N2 + 1)N1 - W_{min}]$$

$$W_x = \sum (Rangx)$$

Le tableau suivant détaille le calcul :

**Tableau II-3:** Test d'homogénéité de Wilcoxon

N	Série d'origine	Série Y (mm)	Série X (mm)	TRI (mm)	X union Y
1	406,31	406,31	436,05	840,8	X
2	445,6	445,6	281,6	659,9	X
3	313,94	313,94	500,1	621,3	X
4	466,7	466,7	423,9	608,8	Y
5	324,28	324,28	292,9	594	X
6	370,2	370,2	443,2	591	Y
7	393,6	393,6	287,8	567,2	X
8	406,87	406,87	840,8	553,4	X
9	413,2	413,2	621,3	509,6	X
10	454	454	358,9	500,1	X
11	345,6	345,6	567,2	487,3	Y
12	253,6	253,6	509,6	485,2	Y
13	369,7	369,7	440,2	466,7	Y
14	404,1	404,1	553,4	454	Y
15	387,2	387,2	594	445,6	Y
16	265,1	265,1	659,9	444	X
17	591	591	444	443,2	X
18	319,2	319,2	364	440,2	X
19	485,2	485,2	428,05	436,05	X
20	487,3	487,3		428,05	X
21	307,15	307,15		423,9	X
22	310,3	310,3		413,2	Y
23	608,8	608,8		406,87	Y
24	436,05			406,31	Y
25	281,6			404,1	Y
26	500,1			393,6	Y
27	423,9			387,2	Y
28	292,9			370,2	Y
29	443,2			369,7	Y
30	287,8			364	X
31	840,8			358,9	X
32	621,3			345,6	Y
33	358,9			324,28	Y
34	567,2			319,2	Y
35	509,6			313,94	Y
36	440,2			310,3	Y
37	553,4			307,15	Y
38	594			292,9	X
39	659,9			287,8	X
40	444			281,6	X
41	364			265,1	Y
42	428,05			253,6	Y

En se basant sur le test de wilcoxon , on obtient :

**Tableau II-4: Résultats du test de Wilcoxon**

<b>Wmin = 276,4</b>	<b>W<sub>x</sub> = 334</b>	<b>Wmax = 461,60</b>
<b>276,4 &lt; W<sub>x</sub> &lt; 461,60</b>		

La condition de **M<sup>r</sup> Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de **Ain Bessem** est homogène.

### II-3-Ajustement statique des pluies

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statiques nombreuse , ceci est du à la fiable variabilité interannuelle pour certaines stations . dans notre cas , on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible . Les lois d'ajustement les plus employées dans le cas des pluies annuelles sont les suivantes :

- **Loi de Gauss ou loi normale**
- **Loi de Galton ou loi log – normale**

#### II-3-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi Gauss ou loi normale

On dit qu'une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

u est la variable réduite de Gauss . Elle est donnée par  $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$

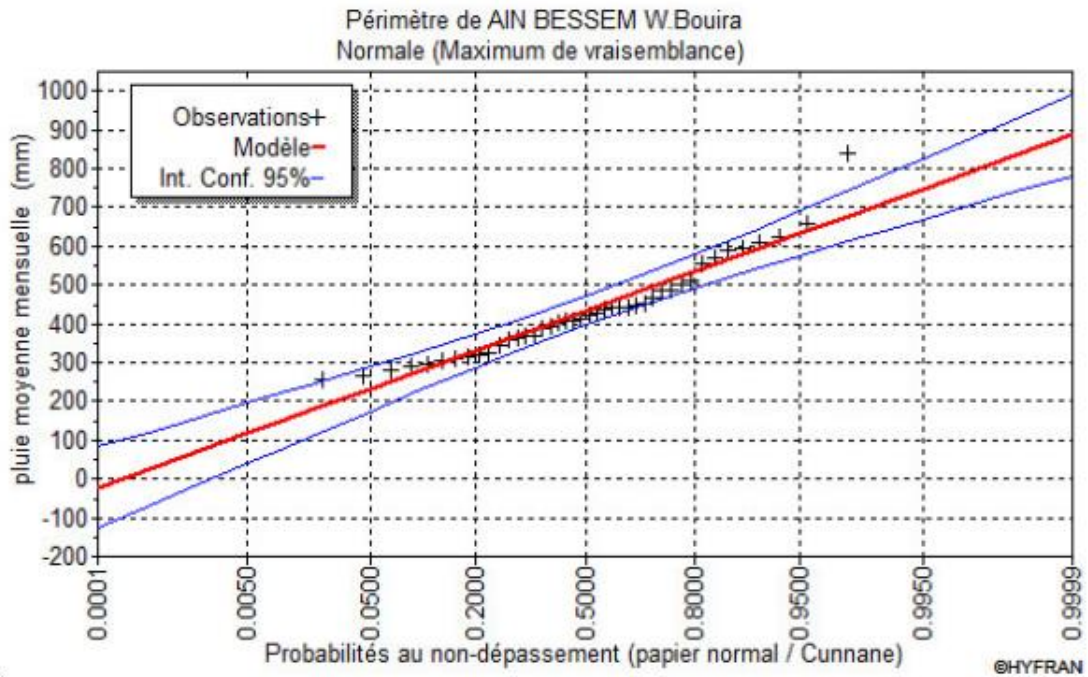
Le procédé d'ajustement consiste à :

- ✓ Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant .
- ✓ Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées
- ✓ Calculer la fréquence expérimental
- ✓ Variable réduite de gauss u
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de loi  $\bar{x}$  ,  $\sigma$  ,  $Cv$  ,  $Cs$
- ✓ Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien

Avec :

L'équation de la droite de Henry est :  $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$

- ✓  $\bar{x}$  moyenne arithmétique .
- ✓  $x_{p\%}$ : précipitation de probabilité P% .
- ✓  $\sigma$  : Ecart type .
- ✓  $Cv$  : coefficient de variation .
- ✓  $Cs$  : coefficient d'asymétrie .



**Figure II-1** : L'allure des points sur le papier probabilité a la loi normale

**Tableau II-5:** Les résultats d'ajustement a loi normale

Périmètre de AIN BESSEM W.Bouira

Normale (Maximum de vraisemblance)

**Résultats de l'ajustement**

Nombre d'observations : 42

**Paramètres**

mu	432.758333
sigma	122.142291

**Quantiles**

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	887	53.6	782 - 992
2000.0	0.9995	835	48.2	740 - 929
1000.0	0.9990	810	45.7	721 - 900
200.0	0.9950	747	39.5	670 - 825
100.0	0.9900	717	36.6	645 - 789
50.0	0.9800	684	33.5	618 - 749
20.0	0.9500	634	29.1	577 - 691
10.0	0.9000	589	25.6	539 - 639
5.0	0.8000	536	22.0	492 - 579
3.0	0.6667	485	19.7	447 - 524
2.0	0.5000	433	18.8	396 - 470
1.4286	0.3000	369	20.1	329 - 408
1.2500	0.2000	330	22.0	287 - 373
1.1111	0.1000	276	25.6	226 - 326
1.0526	0.0500	232	29.1	175 - 289
1.0204	0.0200	182	33.5	116 - 248
1.0101	0.0100	149	36.6	76.8 - 220
1.0050	0.0050	118	39.5	40.6 - 196
1.0010	0.0010	55.3	45.7	-34.4 - 145
1.0005	0.0005	30.8	48.2	-63.7 - 125
1.0001	0.0001	-21.5	53.6	-127 - 83.6

### II-3-2-Ajustement à la loi log-normale (Galton)

On dit qu'une variable aléatoire  $X$  a une distribution log normal lorsque  $y = \ln X$  est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

Avec la valeur réduite  $u$  est donnée par  $u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$

L'équation de la valeur réduite présente sous forme de  $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$  est l'équation d'une droite sur un papier Gausso-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé de l'ajustement

- ✓ Classement des valeurs par ordre croissant
- ✓ Calcul de la fréquence expérimentale
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique  $\overline{\ln x}$  et  $\sigma_{\ln x}$
- ✓ Détermination de la droite de Galton  $\ln xp\% = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$

Avec

- $xp\%$  précipitation probable à  $p\%$
- $\overline{\ln x}$  moyenne arithmétique du log des précipitations observées
- $\sigma_{\ln x}$  la variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique, sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i - \overline{\ln(X)})]^2} \quad \text{si } n < 30$$

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i - \overline{\ln(X)})]^2} \quad \text{si } n > 30$$

**Tableau II-6:** Les résultats d'ajustement a la loi log normale

**Périmètre de AIN BESSEM W.Bouira**

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

**Résultats de l'ajustement**

Nombre d'observations : 42

**Paramètres**

mu                    6.034084  
 sigma                0.268943

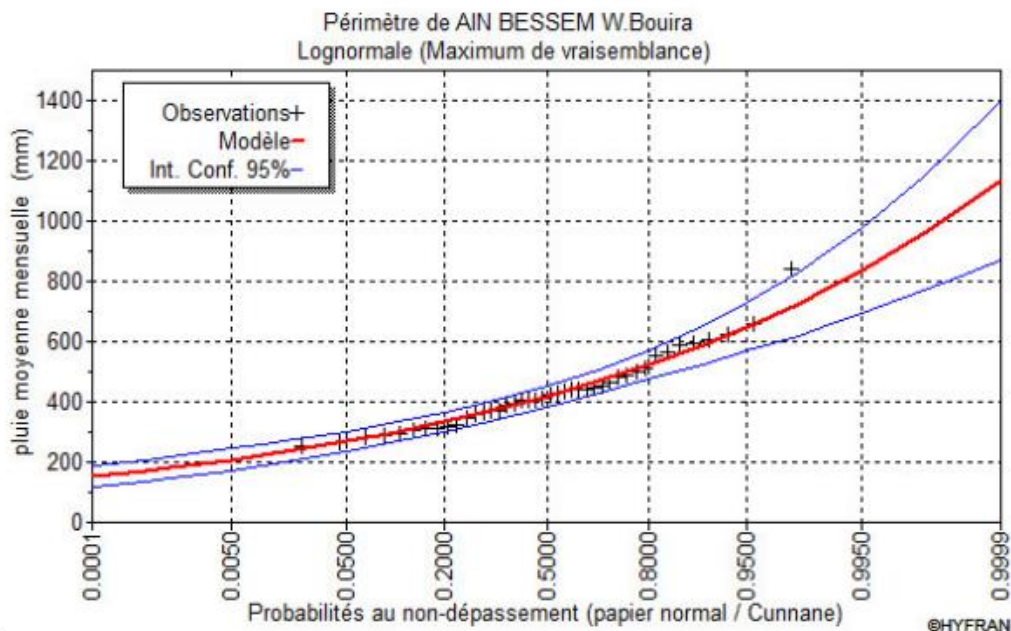
**Quantiles**

q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

T = 1/(1-q)

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
10000.0	0.9999	1130	134	872 - 1400
2000.0	0.9995	1010	107	801 - 1220
1000.0	0.9990	958	96.5	769 - 1150
200.0	0.9950	835	72.6	692 - 977
100.0	0.9900	780	62.9	657 - 904
50.0	0.9800	725	53.5	620 - 830
20.0	0.9500	650	41.7	568 - 731
10.0	0.9000	589	33.2	524 - 654
5.0	0.8000	523	25.4	474 - 573
3.0	0.6667	469	20.3	429 - 509
2.0	0.5000	417	17.3	383 - 451
1.4286	0.3000	363	16.1	331 - 394
1.2500	0.2000	333	16.1	301 - 364
1.1111	0.1000	296	16.7	263 - 328
1.0526	0.0500	268	17.2	234 - 302
1.0204	0.0200	240	17.7	205 - 275
1.0101	0.0100	223	18.0	188 - 259
1.0050	0.0050	209	18.2	173 - 244
1.0010	0.0010	182	18.3	146 - 218
1.0005	0.0005	172	18.3	136 - 208
1.0001	0.0001	154	18.1	118 - 189





**Figure II-2:** L'allure des points sur le papier probabilité a la loi normal

#### II-4-Test de validité d'un ajustement

- L'ajustement obtenu par voie du logiciel HYFRAN représente un calcul correct sans erreurs comparaison entre l'adéquation et les loi d'ajustement suivant le test de validité de *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  $N_i$  valeurs expérimentales . le nombre  $V_i$  est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition , donnée par la relation suivante :

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

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

$$\delta = k - 1 - m$$

➤  $n_i$  : nombre d'observations contenues dans la classe i.

➤  $v_i$  : nombre d'observations théoriques calculés dans la classe i.

$$\gamma = k - 1 - m$$

- k : nombre de classes.
- $\gamma$  : degré de liberté.
- m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition .

**Tableau II-7 : Test de validité des deux ajustements.**

Loi normale	Loi log-normale
$\chi^2$ calculé = 4.00	$\chi^2$ calculé = 3.20
Degré de liberté = 5	Degré de liberté = 5
Probabilité p ( $\chi^2$ calculée) = 0.5494	Probabilité p ( $\chi^2$ calculée) = 0.6692
Nombre des classes k = 7	Nombre des classes k = 7

Après examen des ajustement obtenus , il ressort que la **loi log-normale** est plus précise (elle ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de **Ain Bessem** )

### II-5-Détermination de l'année de calcul

A partir des résultats obtenus ( Loi Log-normale) nous retenons que les estimations de la pluviométrie moyenne annuelle dans la région d'Ain – Bessem est comprise entre 75% et 90% de cette condition , la probabilité à garantir une irrigation est arrêtée selon une fréquence de 80% des pluies .

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

$$P_{i, 80\%} = P_{i, moy} \times \frac{P_{i, 80\%(\text{annuel})}}{P_{i, 50\%(\text{annuel})}}$$

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normal :

**Tableau II-8: Résultats de l'année de calcul**

$P_{i, 80\%} = 523 \text{ mm}$	$P_{i, 50\%} = 417 \text{ mm}$	$\frac{P_{i, 80\%(\text{annuel})}}{P_{i, 50\%(\text{annuel})}} = 1,251$
--------------------------------	--------------------------------	---

On remarque que  $\frac{P_{i, 80\%(\text{annuel})}}{P_{i, 50\%(\text{annuel})}} > 1$  donc l'année de calcul est obtenue selon la loi suivante :

$$P_{i, 80\%} = P_{i, moy} \times \frac{P_{i, 20\%(\text{annuel})}}{P_{i, 50\%(\text{annuel})}}$$

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normal :

**Tableau II-9: Résultats de l'année de calcul**

$P_{i, 20\%} = 333 \text{ mm}$	$P_{i, 50\%} = 418 \text{ mm}$	$\frac{P_{i, 20\%(\text{annuel})}}{P_{i, 50\%(\text{annuel})}} = 0,796$
--------------------------------	--------------------------------	---

D'où l'année de précipitations de probabilité à fréquence de 80% est répartie comme suit :

**Tableau II-10:** Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq =80%)

Mois	Jan	fev	mar	avr	mai	Juin	juil	Aout	sept	oct	nov	Dec
Pi moy	51,3	50,9	46,4	48,9	37,32	10,8	6,4	12,39	33,4	32,8	42,9	60,85
Pi 80%	40,9	40,6	37	39	29,8	8,6	5,1	9,8	26,6	26,2	34,2	48,6

## II-6-Conclusion

Ce chapitre est destiné à définir

- ✓ l'homogénéisation des séries pluviométriques .
- ✓ l'étude fréquentielle des série pluviométriques par des lois statiques
- ✓ le test de validité a montré que les deux lois utilisées étaient adéquates à l'ajustement de notre série pluviométrique , mais notre choix s'est porté sur la loi log- normale
- ✓ le test de validation de l'ajustement après l'étude de l'échantillon et le choix de la loi d'ajustement à mettre en œuvre , prouve que cette loi est donc utile à nous avoir orienté pour déterminer l'année de calcul
- ✓ la détermination de l'année de calcul

# **Besoins en eaux**

## **Introduction**

Le but de ce chapitre est d'estimer les besoins en eau des cultures en se basant sur les données hydro-climatiques enregistrés au niveau de la station de Ain Bessem , avec une analyse comparative et statistique des résultats des paramètres morphologiques mesurés pendant la croissance des cultures jusqu'à la récolte , qui nous permettra de choisir la méthode adéquate pour l'obtention d'un meilleur rendement des cultures parce que l'utilisation des formules empiriques non adéquates peut surestimer ou sous-estimer les besoins en eau des cultures .

### **III-1 Les besoins en eau d'une culture**

Les besoins en eau des cultures est définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour couvrir les pertes en eau par évapotranspiration d'une culture saine ,cultivée en grande parcelle, sans contraintes du sol(fertilité et humidité), et réalisant son potentiel de production sous les conditions considérées.Cette définition correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture (ETM) qui dépend de la demande climatique ou de l'évapotranspiration de référence (ET0) et du coefficient cultural (Kc).

### **III-2 L'évapotranspiration**

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation . Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps,  $m^3/ha/jour$ , en  $m^3/ha/mois$ , ou en  $m^3/ha/an$ . Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours ou par mois ou par an.

On distingue :

- ✓ L'évapotranspiration de référence (ET0) .
- ✓ L'évapotranspiration maximale (ETM) .

#### **III-2-1 L'évapotranspiration de référence**

Elle est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'eau est le seul facteur qui limite cette évaporation, et lorsque le

couvert végétal présente un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ.

### **III-2-2 L'évapotranspiration maximale**

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va prendre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETM : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

- $ETM = ET_0 \times K_c$
- $ET_0$  : l'évapotranspiration de référence
- $K_c$  : correspond au coefficient cultural, fonction de type de culture et de son état végétatif.

### **III-3 Les méthodes d'évaluation de L'évapotranspiration**

On distingue généralement deux (02) méthodes :

#### **III-3-1 Les méthodes directes :**

- ✓ L'évapotranspiration ou cuve lysimétrique
- ✓ Le bac évaporant

#### **III-3-2 Les méthodes indirectes**

Ces méthodes permettent de calcul l'ETP à partir de formules basées sur des paramètres climatiques.

Il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- ✓ Prinstley- Taylor
- ✓ Makkink
- ✓ Turc
- ✓ Blaney – Cridle
- ✓ Thornthwaite
- ✓ Penman et Monteith modifiée.

#### **➤ Formule Modifiée de Penman\_Monteith**

En 1948 , Penman et Monteith ont combiné le bilan énergétique avec la méthode de transfert de masse et dérivé une équation pour calculer l'évaporation d'une surface libre d'eau à partir des enregistrements climatologiques de l'ensoleillement , la température , l'humidité et la vitesse du vent .

Depuis 1998 , la formule la plus employée et recommandée par la FAO est la formule de Penman-Monteith modifiée, détaillée comme suit :

$$ETO = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Avec:

- ✓ ETo : évapotranspiration de référence [mm jour-1] .
- ✓ Rn : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m-2 jour-1] .
- ✓ G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m-2 jour-1] .
- ✓ T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C] .
- ✓ u2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s-1] .
- ✓ es : pression de vapeur saturante [kPa] .
- ✓ ea : pression de vapeur réelle [kPa] .
- ✓ es-ea : déficit de pression de vapeur saturante [kPa] .
- ✓ D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C-1] .
- ✓ g : constante psychrométrique [kPa °C-1] .

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT.8** , fondé sur la méthode de penman – Monteith – FAO , pour l'exploitation du logiciel , nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique d'ain bessem:

- ✓ Les températures maximales mensuelles.
- ✓ Les températures minimales mensuelles.
- ✓ Humidité relative de l'air en (%).
- ✓ Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- ✓ Vitesse de vent (km/jour).

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de **Penman-Monteith** modifiée sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau III-1 : Évapotranspiration de référence (ET<sub>o</sub>) de la zone d'étude avec CROPWAT**

Pays		ALGERIE		Station		Ain Bessem	
Altitude		748	m.	Latitude		36.19	°N
				Longitude			°E
Mois	Temp Moy	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET <sub>o</sub>	
	°C	%	m/s	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/mois	
Janvier	9.8	61	3.1	5.6	9.4	58.35	
Février	9.9	60	3.0	6.5	12.5	62.68	
Mars	9.7	71	3.0	6.4	15.2	68.82	
Avril	14.7	83	3.0	9.0	21.3	87.50	
Mai	17.8	65	2.9	10.0	24.3	136.03	
Juin	24.5	76	2.7	12.0	27.7	161.16	
Juillet	27.0	79	2.9	11.5	26.6	172.81	
Août	27.0	68	2.9	11.2	24.8	180.37	
Septembre	21.6	65	2.8	8.3	18.4	124.80	
Octobre	20.2	55	3.0	8.1	15.0	119.18	
Novembre	12.8	46	3.4	7.7	11.8	90.18	
Décembre	9.7	54	3.3	7.0	9.9	65.00	
<b>Moyenne</b>	<b>17.1</b>	<b>65</b>	<b>3.0</b>	<b>8.6</b>	<b>18.1</b>	<b>1326.90</b>	

### III-4 Détermination des besoins en eau des cultures

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

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

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

Avec

- ✓ ETP : évapotranspiration potentielle de référence
- ✓ K<sub>c</sub> : le coefficient culturel de la culture considérée
- ✓ P<sub>eff</sub> : pluie efficace
- ✓ RFU : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période

#### III-4-1 La réserve facilement utilisable :



La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines , entre le point de ressuage et le point de flétrissement .mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement , on nomme Réserve Facilement Utilisable , la quantité d'eau égale à 1/3 ou 2/3 de la RU tel que :

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

Avec :

- ✓  $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ
- ✓  $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement
- ✓  $D_a$  : degré de tarissement
- ✓  $Y$  : densité apparente
- ✓  $Z$  : profondeur d'enracinement

### III-4-2 Pluies efficaces ( $P_e$ )

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture , elle dépend de :

- ✓ La région concernée
- ✓ La nature de pluie
- ✓ Type de sol

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

$$\text{pluies efficaces(mm/mois)} = A \cdot \text{Pluies totales (mm/mois)}$$

avec :  $A$  : coefficient de correction est généralement égal 0,8

**Tableau III-2 : Pluies efficaces**

Mois	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juielt	aout	sep	oct	nov	dec
$P_{moy}$ 80% (mm)	40,9	40,6	37	39	29,8	8,6	5,1	9,8	26,6	26,2	34,2	48,6
$P_{eff}$	32,72	32,48	29,6	31,2	23,84	6,88	4,08	7,84	21,28	20,96	27,36	38,88

### III-5 Estimation des coefficients culturaux ( $K_c$ )

Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture sont déterminées en fonction du stade végétatif de la plante, du vent et de la valeur moyenne de l'humidité de l'air qui caractérise la surface d'étude.

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

**Tableau III-3 :Coefficient culturaux**

	Sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	aout
blé	-	-	0,4	0,7	0,85	0,95	1,05	1,00	0,80	0,45	-	-
luzerne	-	0,65	0,70	0,80	0,90	0,95	1,05	1,15	1,00	0,70	-	-
orge	-	-	-	0,3	0,3	0,5	0,5	0,9	0,95	0,70	-	-
tomate	-	-	-	-	-	-	0,50	0,85	1,15	0,85	-	-
haricot	0,90	0,85	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,65	0,95
carotte	0,40	0,70	0,90	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
Mais	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,9	1,15	0,8	-
p.terre	-	0,50	0,70	0,95	0,75	-	-	-	-	-	-	-
Oignon sec	-	0,5	0,75	0,95	0,95	0,75	-	-	-	-	-	-
avoine	-	-	0,4	0,7	0,85	0,95	1,05	1,00	0,80	0,45	-	-

### III-6 Les profondeurs d'enracinement

**Tableau III-4 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures .**

	Sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	aout
blé	-	-	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-
luzerne	-	0,4	0,7	0,9	1,00	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-	-
orge	-	-	-	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-
tomate	-	-	-	-	-	-	0,7	0,9	1,2	1,2	-	-
haricot	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,7
carotte	0,3	0,4	0,5	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Mais	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,8	1,0	1,0	-
p.terre	-	0,4	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-
Oignon sec	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-
avoine	-	-	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-

### III-7 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 suivant :

**Tableau III-5 : Cycle végétatif des cultures**

	Sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	aout
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	---------	------

blé													
luzerne													
orge													
tomate													
haricot													
carotte													
Mais													
p.terre													
Oignon													
sec													
avoine													

### III-8 Choix des cultures

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude , il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre , en tenant compte les critères suivants :

- ✓ Les conditions climatiques de la zone d'étude
- ✓ La qualité de l'eau d'irrigation
- ✓ Disponibilité de l'eau d'irrigation
- ✓ L'aptitude culturelle des sols basée sur l'étude pédologique

Pour notre périmètre le choix des cultures s'est basé comme suit :

#### ✓ **Les cultures maraichères**

les cultures maraichères présentent la principale production du périmètre . les cultures maraichères retenues sont : la tomate , la pomme de terre , l'oignon , l'haricot.

#### ✓ **Les cultures céréales**

Les agriculteurs pratiquent le plus souvent le blé ainsi l'orge.

#### ✓ **Les cultures fourragères**

Luzerne , mais grain ....etc .

### III-9 Assolement – rotation proposés

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

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

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

**Tableau III-6 : Assolement proposé .**

<b>Assolement 01</b>	<b>Assolement 02</b>
<b>Pomme de terre</b>	<b>haricot</b>
<b>blé</b>	<b>Carotte – oignon sec</b>
<b>tomate</b>	<b>luzerne</b>
<b>carotte – oignon sec</b>	<b>avoine</b>
<b>orge</b>	<b>tomate</b>

### **III-10 L'efficience de l'irrigation**

Les besoins en eau dépend aussi des pertes dans le système d'apport de l'eau aux plantes, elles sont dues :

- ✓ Aux pertes du système d'irrigation à la parcelle
- ✓ Aux pertes dans le système de mobilisation de l'eau et le réseau de transport de l'eau à la parcelle

Donc nous définissons l'efficience de l'irrigation comme étant le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

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

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

Avec

- ✓  $E_d$  : efficience de type de distribution en(%).
- ✓  $E_t$  : efficience de l'irrigation en(%).

✓  $E_u$  : efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des des multiples variable qui interviennent .dans notre cas  $E_i = 75\%$

**Tableau III-7 : Besoin en eau du blé**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0	0	32,8	26,2	20,96	0		0	0	0
novembre	90,18	0,4	36,07	42,96	34,2	27,36	0,3	29,7	0	8,71	11,62
décembre	65	0,7	45,5	60,85	48,6	38,88	0,5	49,5	9,5	0,00	0,00
janvier	58,35	0,85	49,59	51,3	40,9	32,72	0,5	49,5	16,5	0,38	0,50
février	62,68	0,95	59,54	50,9	40,6	32,48	0,6	59,4	16,5	10,57	14,09
mars	68,82	1,05	72,26	46,4	37	29,6	0,6	59,4	19,8	22,86	30,48
avril	87,5	1	87,5	48,9	39	31,2	0,6	59,4	0	56,30	75,07
mai	136,03	0,8	108,82	37,32	29,8	23,84	0,6	59,4	0	84,98	113,31
juin	161,16	0,45	72,52	10,8	8,6	6,88	0,6	59,4	0	65,64	87,52
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0,00	0,00
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-8 : Besoin en eau du Luzerne**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8		0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0,65	77,46	32,8	26,2	20,96	0,4	36,9	0	56,50	75,34
novembre	90,18	0,7	63,12	42,96	34,2	27,36	0,7	69,3	0	35,77	47,69
décembre	65	0,8	52	60,85	48,6	38,88	0,9	89,1	23,1	0	0
janvier	58,35	0,9	52,51	51,3	40,9	32,72	1	99	29,7	0	0
février	62,68	0,95	59,54	50,9	40,6	32,48	1,2	118,8	33	0	0
mars	68,82	1,05	72,26	46,4	37	29,6	1,2	118,8	39,6	3,06	4,08
avril	87,5	1,15	100,62	48,9	39	31,2	1,2	118,8	0	69,43	92,57
mai	136,03	1	136,03	37,32	29,8	23,84	1,2	118,8	0	112,19	149,59
juin	161,16	0,7	112,81	10,8	8,6	6,88	1,2	118,8	0	105,93	141,24
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-9 : Besoin en eau de l'Orge**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0	0	32,8	26,2	20,96	0	0	0	0	0
novembre	90,18	0	0	42,96	34,2	27,36	0	0	0	0	0
décembre	65	0,3	19,5	60,85	48,6	38,88	0,3	29,7	14,85	0	0
janvier	58,35	0,3	17,50	51,3	40,9	32,72	0,5	49,5	14,85	0	0
février	62,68	0,5	31,34	50,9	40,6	32,48	0,5	49,5	16,5	0	0
mars	68,82	0,5	34,41	46,4	37	29,6	0,6	59,4	16,5	0	0
avril	87,5	0,9	78,75	48,9	39	31,2	0,6	59,4	19,8	27,75	37,00
mai	136,03	0,95	129,22	37,32	29,8	23,84	0,6	59,4	0	105,39	140,52
juin	161,16	0,7	112,81	10,8	8,6	6,88	0,6	59,4	0	105,93	141,24
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-10 : Besoin en eau du Tomate**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0	0	32,8	26,2	20,96	0	0	0	0	0
novembre	90,18	0	0	42,96	34,2	27,36	0	0	0	0	0
décembre	65	0	0	60,85	48,6	38,88	0	0	0	0	0
janvier	58,35	0	0	51,3	40,9	32,72	0	0	0	0	0
février	62,68	0	0	50,9	40,6	32,48	0	0	0	0	0
mars	68,82	0,5	34,41	46,4	37	29,6	0,7	69,3	23,1	0	0
avril	87,5	0,85	74,37	48,9	39	31,2	0,9	89,1	29,7	13,47	17,97
mai	136,03	1,15	156,43	37,32	29,8	23,84	1,2	118,8	0	132,59	176,79
juin	161,16	0,85	136,98	10,8	8,6	6,88	1,2	118,8	0	130,11	173,47
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-11 : Besoin en eau de l'Haricot**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0,9	112,32	33,44	26,6	21,28	0,7	69,3	0	91,04	121,38
octobre	119,18	0,85	101,30	32,8	26,2	20,96	0,7	69,3	0	80,343	107,12
novembre	90,18	0	0	42,96	34,2	27,36	0	0	0	0	0
décembre	65	0	0	60,85	48,6	38,88	0	0	0	0	0
janvier	58,35	0	0	51,3	40,9	32,72	0	0	0	0	0
février	62,68	0	0	50,9	40,6	32,48	0	0	0	0	0
mars	68,82	0	0	46,4	37	29,6	0	0	0	0	0
avril	87,5	0	0	48,9	39	31,2	0	0	0	0	0
mai	136,03	0	0	37,32	29,8	23,84	0	0	0	0	0
juin	161,16	0,5	80,58	10,8	8,6	6,88	0,5	49,5	0	73,7	98,27
juillet	172,81	0,65	112,32	6,4	5,1	4,08	0,5	49,5	0	108,25	144,33
août	180,37	0,95	171,35	12,39	9,8	7,84	0,7	0,95	0	163,51	218,01

**Tableau III-12 : Besoin en eau du carotte**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0,4	49,92	33,44	26,6	21,28	0,3	29,7	9,9	18,74	24,98
octobre	119,18	0,7	83,42	32,8	26,2	20,96	0,4	39,6	0	62,46	83,28
novembre	90,18	0,9	81,16	42,96	34,2	27,36	0,5	49,5	0	53,80	71,73
décembre	65	0,7	45,5	60,85	48,6	38,88	0,7	69,3	34,65	0	0
janvier	58,35	0	0	51,3	40,9	32,72	0	0	0	0	0
février	62,68	0	0	50,9	40,6	32,48	0	0	0	0	0
mars	68,82	0	0	46,4	37	29,6	0	0	0	0	0
avril	87,5	0	0	48,9	39	31,2	0	0	0	0	0
mai	136,03	0	0	37,32	29,8	23,84	0	0	0	0	0
juin	161,16	0	0	10,8	8,6	6,88	0	0	0	0	0
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-13 : Besoin en eau du Mais**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0	0	32,8	26,2	20,96	0	0	0	0	0
novembre	90,18	0	0	42,96	34,2	27,36	0	0	0	0	0
décembre	65	0	0	60,85	48,6	38,88	0	0	0	0	0
janvier	58,35	0	0	51,3	40,9	32,72	0	0	0	0	0
février	62,68	0	0	50,9	40,6	32,48	0	0	0	0	0
mars	68,82	0	0	46,4	37	29,6	0	0	0	0	0
avril	87,5	0,55	48,12	48,9	39	31,2	0,6	59,4	0	16,93	22,57
mai	136,03	0,9	122,42	37,32	29,8	23,84	0,8	79,2	0	98,59	131,45
juin	161,16	1,2	185,33	10,8	8,6	6,88	1	99	0	178,45	237,94
juillet	172,81	0,8	138,24	6,4	5,1	4,08	1	99	0	134,17	178,89
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-14 : Besoin en eau de la pomme de terre**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0,5	59,59	32,8	26,2	20,96	0,4	39,6	13,2	25,43	33,90
novembre	90,18	0,7	63,12	42,96	34,2	27,36	0,6	59,4	19,8	15,97	21,28
décembre	65	0,95	61,75	60,85	48,6	38,88	0,6	59,4	19,8	3,07	4,093
janvier	58,35	0,75	43,76	51,3	40,9	32,72	0,6	59,4	19,8	0	0
février	62,68	0	0	50,9	40,6	32,48	0	0	0	0	0
mars	68,82	0	0	46,4	37	29,6	0	0	0	0	0
avril	87,5	0	0	48,9	39	31,2	0	0	0	0	0
mai	136,03	0	0	37,32	29,8	23,84	0	0	0	0	0
juin	161,16	0	0	10,8	8,6	6,88	0	0	0	0	0
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0



**Tableau III-15 : Besoin en eau de l'Oignon sec**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0,5	59,59	32,8	26,2	20,96	0,4	39,6	13,2	25,43	33,90
novembre	90,18	0,75	67,63	42,96	34,2	27,36	0,4	39,6	13,2	27,08	36,1
décembre	65	0,95	61,75	60,85	48,6	38,88	0,4	39,6	13,2	9,67	12,89
janvier	58,35	0,95	55,43	51,3	40,9	32,72	0,4	39,6	13,2	9,51	12,68
février	62,68	0,75	47,01	50,9	40,6	32,48	0,4	39,6	13,2	1,33	1,77
mars	68,82	0	0	46,4	37	29,6	0	0	0	0	0
avril	87,5	0	0	48,9	39	31,2	0	0	0	0	0
mai	136,03	0	0	37,32	29,8	23,84	0	0	0	0	0
juin	161,16	0	0	10,8	8,6	6,88	0	0	0	0	0
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-16 : Besoin en eau de l'Avoine**

blé	ET0	Kc	ETM	P (mm)	P 80% (mm)	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net	B brute
septembre	124,8	0	0	33,44	26,6	21,28	0	0	0	0	0
octobre	119,18	0	0	32,8	26,2	20,96	0		0	0	0
novembre	90,18	0,4	36,07	42,96	34,2	27,36	0,3	29,7	0	8,71	11,62
décembre	65	0,7	45,5	60,85	48,6	38,88	0,5	49,5	9,5	0,00	0,00
janvier	58,35	0,85	49,59	51,3	40,9	32,72	0,5	49,5	16,5	0,38	0,50
février	62,68	0,95	59,546	50,9	40,6	32,48	0,6	59,4	16,5	10,57	14,09
mars	68,82	1,05	72,261	46,4	37	29,6	0,6	59,4	19,8	22,86	30,48
avril	87,5	1	87,5	48,9	39	31,2	0,6	59,4	0	56,30	75,07
mai	136,03	0,8	108,82	37,32	29,8	23,84	0,6	59,4	0	84,98	113,31
juin	161,16	0,45	72,52	10,8	8,6	6,88	0,6	59,4	0	65,64	87,52
juillet	172,81	0	0	6,4	5,1	4,08	0	0	0	0	0
août	180,37	0	0	12,39	9,8	7,84	0	0	0	0	0

**Tableau III-17 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 01**

	blé	tomate	haricot	carotte	orge	oignon sec	Bbrute Tot
Septembre	0	0	121,39	24,99	0	0	146,38
Octobre	0	0	107,12	83,29	0	33,91	224,32
Novembre	11,62	0	0	71,74		36,1	119,46
Décembre	0	0	0	0	0	12,89	12,89
Janvier	0,5	0	0	0	0	12,69	13,19
Février	14,09	0	0	0	0	1,77	15,86
Mars	30,48	0	0	0	0	0	30,48
Avril	75,07	17,97	0	0	37	0	130,04
Mai	113,31	176,79	0	0	140,52	0	430,62
Juin	87,52	173,47	98,27	0	141,24	0	505,5
Juillet	0	0	144,33	0	0	0	144,33
Août	0	0	218,02	0	0	0	218,02

**Tableau III-18 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 02**

	Pomme de terre	tomate	avoine	luzerne	carotte	oignon sec	Bbrute Tot
Septembre	0	0	0	0	24,99	0	24,94
Octobre	33,90	0	0	75,34	83,29	33,91	226,44
Novembre	21,28		11,62	47,69	71,74	36,1	167,15
Décembre	4,09	0	0	0	0	12,89	16,98
Janvier	0	0	0,5	0	0	12,69	13,19
Février	0	0	14,09	0	0	1,77	15,86
Mars	0	0	30,48	4,08	0	0	34,56
Avril	0,00	17,97	75,07	92,57	0	0	185,61
Mai	0,00	176,79	113,31	149,59	0	0	439,69
Juin	0,00	173,47	87,52	141,24	0	0	402,23
Juillet	0,00	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0

**on a choisi l'assolement 01 car c'est le plus exigeant  
point de vue besoin en eau total**

### III-11 Calcul du débit spécifique

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
- ✓ Le coefficient d'efficience globale du système d'irrigation

Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{Bm}{T \times t \times 3,6 \times k}$$

- ✓ Bm : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha.
- ✓ T : Temps d'irrigation par jour 22 heures.
- ✓ t : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour égale à 26 J.
- ✓ K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ≈ 0.75.

Le mois de pointe c'est le mois de **Juin** avec un besoin total de **Bi net = 500,5mm**

C'est –à-dire **Bi brut = 5005 m<sup>3</sup>/ha.**

$$q = \frac{500,5 \times 10^4}{22 \times 26 \times 3600 \times 0.75} = 3,24 \text{ l/s/ha}$$

Cette valeur du débit spécifique est très importante, il est de 3,24 l/s/ha , ce débit dépasse les normes (1,5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un donc il aura un surdimensionnement, pour cela on a deux méthode pour estimer le débit spécifique :

- ✓ Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures (uniquement pour le

mois du pointe) .

- ✓ Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

$$q = \frac{173,47 \times 10^4}{22 \times 26 \times 3600 \times 0,75} = 1,12 \text{ l/s/ha}$$

### III-12 Débit caractéristique

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle , déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile

**Q caractéristique= Qsp X S**

- ✓ Qsp: débit spécifique
- ✓ S : la superficie totales à irriguer = 210 ha

$$Q \text{ caractéristique} = 1,12 \times 210$$

$$Q \text{ caractéristique} = 235,2 \text{ l/s}$$

### III-13 Estimation des volumes d'eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m<sup>3</sup> multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

**Tableau III-19 : Volumes d'eau d'irrigation**

<b>cultures</b>	<b>Surface de la culture (ha)</b>	<b>Besoin brute de la culture(m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Les volumes des besoins en eau m<sup>3</sup></b>
<b>blé</b>	<b>50</b>	<b>3325,9</b>	<b>166295</b>
<b>Pomme de terre</b>	<b>50</b>	<b>592,7</b>	<b>29635</b>
<b>haricot</b>	<b>20</b>	<b>6891,3</b>	<b>137826</b>
<b>carotte</b>	<b>25</b>	<b>1800,2</b>	<b>45005</b>
<b>orge</b>	<b>15</b>	<b>3187,6</b>	<b>47814</b>
<b>oignon sec</b>		<b>973,6</b>	<b>19472</b>

	<b>20</b>		
<b>Tomate</b>	<b>30</b>	<b>3682,3</b>	<b>110469</b>
			<b>La somme = 556 516 m<sup>3</sup></b>

## Conclusion

Dans ce chapitre on a déterminé les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de notre périmètre . le mois de pointe est le mois de juin , danc on a estimé les besoins en eau du périmètre pour les assolement proposés et on a choisi l'assolement 01 car c'est le plus exigeant .

les besoins annuels d'irrigation sont de l'ordre 555 516 m<sup>3</sup>, ils seront assurés à partir des transferts du barrage de Lekhal dont la capacité est de 30 hm<sup>3</sup>

# **Etude**

# **pédologique**

## **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 êtres prises en considérations.

La présente étude qui est celle des ressources en sols fait partie des études de base nécessaire pour l'élaboration d'un projet d'irrigation.

Elle a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation, et permet aussi le bon choix des cultures les plus adaptées avec le sol et l'identification des contraintes éventuelles pour l'aménagement.

Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

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

### **IV-1-Etude des aptitudes culturales**

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

- ✓ La profondeur du sol
- ✓ La texture du sol
- ✓ Salinité
- ✓ Topographie
- ✓ Perméabilité
- ✓ Drainage
- ✓ Calcaire actif

**Tableau IV.1** Aptitude culturales de sol de la zone d'étude.

Classe d'aptitude à l'irrigation paramètre de classification	I	III	IV	V
Profondeur en sol (cm)	> 120	40 à 80	40 à 80	< 40
Salinité (mmohs/cm)	Pas de problème de salinité < 1 Calcaire actif < 5%	La salinité varie de 4 à 8 Teneur en calcaire actif < 7%	Présente dans les endroits à texture fine 8 ÷ 12 Calcaire actif entre 7 et 12 %	Varie de 12 ÷ 16 Teneur en calcaire actif > 12%
Texture	Texture moyenne (sablo argileuse limoneuse)	Sablo limoneuse (à forte teneur en sable) argilo sableuse et argilo limoneuse.	Texture fine argileuse ou très légère sableuse présent de croûtes calcaires	Affleurement de la dalle calcaire par endroits. Charge caillouteuse > 50%
Topographie	plane	Pente faible	Par endroit la pente et fort	Pente supérieur à 20%
perméabilité	(2-6)bonne	Pour les sol à texture fine (0,2-0,5)texture grossier(12,5-25)	variable	Très faible
drainage	Ne nécessite pas un drainage	Nécessite un drainage	Nécessite un drainage	Nécessite un drainage
Aptitude calculée	Bonne aptitude pour toutes les cultures maraichères céréalières industrielles et arbustives	Moyenne aptitude pur les cultures maraichères, céréalières et fourragère et apte aux cultures industrielles et arbustives	Faible aptitude aux cultures maraichères et fourragères et inapte a l'arboriculture	Inaptes à tous les cultures



observation	Leurs aptitude à l'irrigation et bonne . Aucune contrainte majeur pour la mise en valeur	Labours profonde apport de matière organique plantation de brises vents	Lessivage localisé des engrais organique et minéraux labour profonde et assainissement de surface	Inapte à l'irrigation .
-------------	---	---	---	-------------------------

## IV-2-Les types de sols du périmètre

On peut classer les sols en quatre classes essentielles :

- ✓ La classe des vertisols .
- ✓ La classe des sols bruns méditerranéens
- ✓ La classe des sols peu évaluées
- ✓ La classe des sols claci-magnésique

### IV.2.1 Classe des vertisols :

Ce sont des sols caractérisés par une texture lourde, enrichie par un pourcentage important de minéraux argileux de type (**Montmorillonite**).

La formation de ces sols est influencée par l'humidité abondante une couleur **Gris Cendré** par la présence des minéraux argileux et de minéralisation de l'humus.

Ils se trouvent au sud de la route AIN-BESSEM BIR-GHBALOU. Ils occupent des Abaissements micro reliefs et sont dispersées sous forme de secteurs plus ou moins grand, l'épaisseur du profil est de **(45 – 130) cm**.

Souvent, ces sols sont engorgés d'eau en cause la remontée de la nappe phréatique en période hivernale, due au défaut de curage et de reprofilage de l'émissaire d'évacuation des eaux excédentaires (pluie et eau d'irrigation). L'amélioration de la propriété de ses sols, nécessite le maintien du niveau de l'eau à une profondeur de **(1.5 – 2) m**, par l'entretien du fosse de drainage afin de faciliter l'écoulement des eaux en surplus et réussir la pratique de toutes les cultures en particulier les cultures céréalières et maraichères dont la pomme de terre est la culture dominante.

Les types de ces sols sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2** les caractéristiques des sols de types vertisols

<b>Les Caractéristiques de sol</b>	
<b>Densité apparente (<math>D_a</math>)</b>	<b>1,83</b>
<b>Point de flétrissement <math>H_{pf}</math>(%)</b>	<b>15,56</b>
<b>Capacité de rétention <math>H_{cc}</math>(%)</b>	<b>31,90</b>

Source : SDA Ain Bessem

#### **IV-2-2-Classe des bruns méditerranées :**

Ce sont des sols riches en oxyde de fer d’où leur couleur générale brun à brun rouge, et le complexe argileux comporte une proportion importante d’autres minéraux que la kaolinite formée sur des matériaux calcaires ou fortement calciques et présentent une saturation élevée en calcium mais ils sont à faible doses en calcaire. Ce sont des sols caractérisés par une texture homogène dans le profil.

Ces sols représentent 80% de la superficie la zone d’étude (CP2). Ils sont localisés au nord de la route (RN 18) Ain Bessem - Bir-Ghbalou, à l’Ouest de la route (R.C) Ain-Bessem et Raouraoua et dans la zone limitrophe de la commune de Bir-Ghbalou, séparée par les oueds

Zaghouan et Kararifs. La profondeur est de **(100 – 150) cm**.

On peut pratiquer les cultures maraichères, céréales et curbitacées.

**Tableau IV.3** les caractéristiques des sols bruns méditerranées :

<b>Les Caractéristiques de sol</b>	
<b>Densité apparente (<math>D_a</math>)</b>	<b>1,90</b>
<b>Point de flétrissement <math>H_{pf}</math>(%)</b>	<b>26,26</b>

**Capacité de rétention Hcc(%) 41,10**

**Source : SDA Ain Bessem**

**Tableau IV.4** Superficies des sols (en ha) par classe d'aptitude à l'irrigation et au Drainage.

Superficie en ha (total secteur 02 ; 1500ha)		
Les vertisols	Sol bruns méditerranées	Sol argileux classe V
180 ha	1190 ha	130 ha

**Source : OPIB Ain Bessem**

**Tableau IV.5** Les espèces culturales pratiques antérieurement dans la zone d'étude.

N <sup>0</sup>	Espèces : Arboriculture	N <sup>0</sup>	Espèces : Cultures maraichères	N <sup>0</sup>	Espèces : Céréales et fourrages
1	Pécher/Prunier	7	Artichaut	23	Luzerne
2	Poirier	8	Tomate	24	Sorgho
3	Abricotier	9	Oignon	25	Mais
4	Olivier	10	Pomme de terre	26	Avoine
5	Poirier / Cognassier	11	Carotte	27	Blé dur
6	Figuier	12	Navet	28	Blé tendre
		13	Chou-fleur	29	Orge
		14	Epinard		
		15	Laitue		
		16	Ail		
		17	Pastèque		
		18	Melon		
		19	Haricot vert		
		20	concombre		
		21	pois		
		22	Betterave		

**Source : OPIB Ain Bessem**

**Tableau IV.6** Degré d'aptitude culturale dans la zone d'étude.

Type de sol	Cultures	Degré d'aptitude culturale
Les vertisols	Arboriculture	2 – 3 – 6
	Cultures maraichères	10 – 11 – 12 – 14 – 15 – 17 – 18 – 21
	Céréales et fourrages	23 – 24 – 27 – 28 – 29
Bruns Méditerranéens	Arboriculture	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
	Cultures maraichères	7 – 9 – 10 – 11 – 12 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 20 – 21 – 22
	Céréales et fourrages	27 – 28 – 29

**Source :** OPIB Ain Bessem

#### **IV-3-Conclusion :**

A travers de ce chapitre, on peut déduire que le type de sol dominant notre zone d'étude est représenté par les sols bruns méditerranéens et les vertisols, qui convient à toutes les cultures (arbores culture, maraichères, céréales,.....ets).

# **Technique D'irrigation**

## **Introduction**

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante , et pour assurer un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation.

Le choix de la méthode d'irrigation dans un périmètre est toujours problématique du fait de plusieurs contraintes : topographique, hydraulique, édaphiques et socio – économique

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

### **VI-1-Techniques d'arrosages :**

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- ✓ Irrigation de surface (gravitaire)
  - Irrigation par ruissellement
  - Irrigation par submersion
- ✓ Irrigation localisée (goutte à goutte)
- ✓ Irrigation par aspersion

### **VI-2-Irrigation de surface (gravitaire)**

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle se subdivise en : irrigation par ruissellement et irrigation par submersion.

#### **Avantage de l'irrigation de surface**

- ✓ Coût d'investissement relativement faible.
- ✓ Besoins en énergie nuls.
- ✓ Techniques peu sûres
- ✓ Insensibilité au vent (Evaporation intensive) .
- ✓ Possibilité de lessivage (engorgement des eaux)

## **Inconvénients de l'irrigation de surface**

- ✓ Frais de Main-d'œuvre
- ✓ Techniques peu sûres
- ✓ Insensibilité au vent (Evaporation intensive) .
- ✓ Possibilité de lessivage (engorgement des eaux)

### **VI-2-1-L'irrigation par ruissellement**

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

#### **VI-2-1-1-Les avantages de l'irrigation par ruissellement**

- ✓ Les investissements pour l'équipement sont peut élevés
- ✓ Matériel d'irrigation assez simple
- ✓ Possibilité de lessivage sans risque d'érosion

#### **VI-2-1-2-Les inconvénients**

- ✓ Temps d'irrigation important
- ✓ Nécessité de nivellement
- ✓ Gaspillage de l'eau



**Figure VI-1-** Système d'irrigation par ruissellement

### **VI-2-2-L'irrigation par submersion**

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par la quelle s'infiltre à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméable et de pente inférieur à 2% .  
L'eau coule dans les fossés, rigoles ou rais et s'infiltrate latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

#### VI-2-2-1-Les avantages de l'irrigation par submersion

- ✓ Protège contre le gel
- ✓ Destruction des adentices
- ✓ Applicable pour les terrains presque plats (moins de 0,1% de pente)

#### VI-2-2-2-Les inconvénients

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

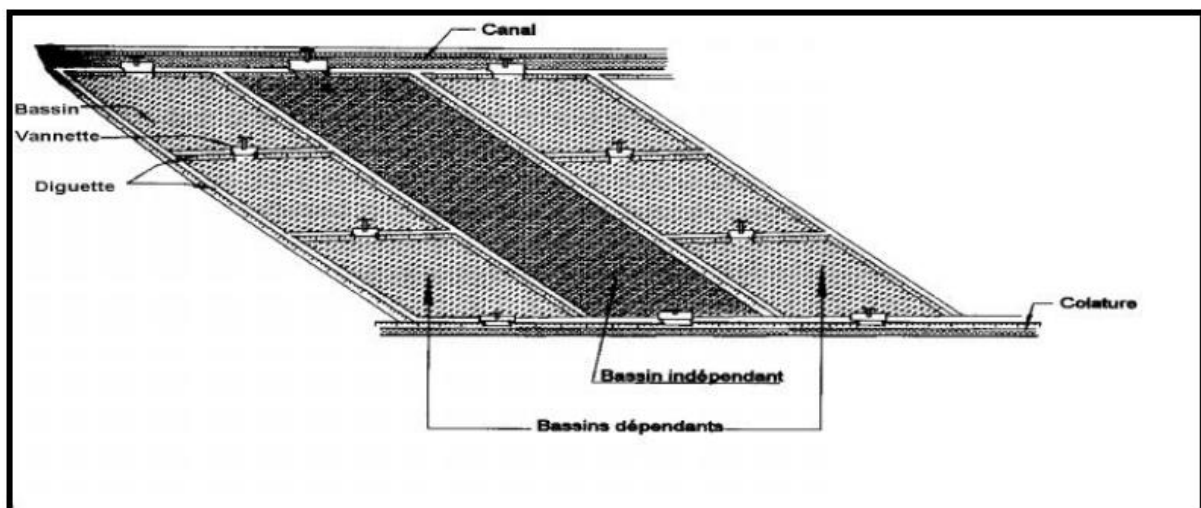


Figure VI-2- Système d'irrigation par submersion.

### VI-3-Irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux, ce sont des systèmes très utilisés en arboriculture. Le plus connu des ces principes est sans doute le « goutte à goutte » .

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

#### VI-3-1-Les avantages :

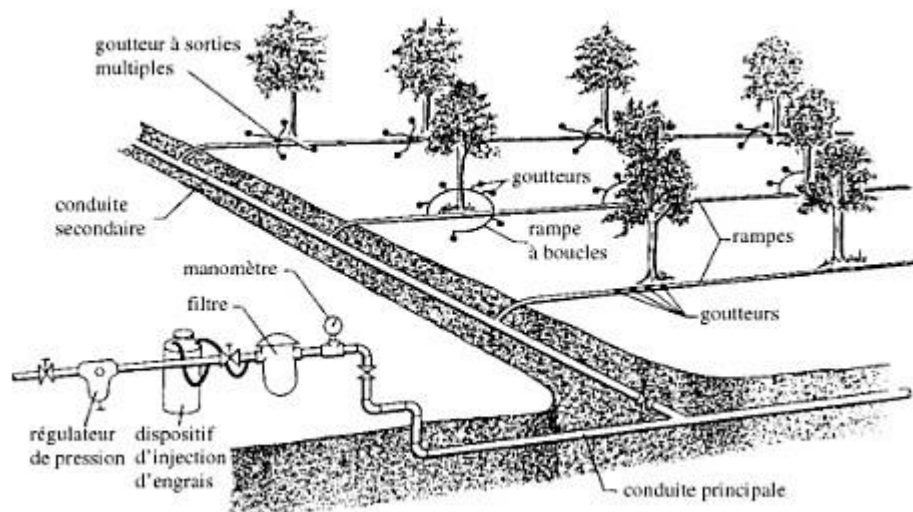
- ✓ Meilleur développement des cultures du a l'humidification permanente de la couche active du sol.
- ✓ Economie d'eau



- ✓ Economie de main d'œuvre
- ✓ Réduction de l'évaporation
- ✓ Facile à automatisé
- ✓ Réduction des mauvaises herbes
- ✓ Possibilité d'automatisation

### VI-3-2-Les inconvénient :

- ✓ Cout très élevé du matériel
- ✓ Risque d'obstruction des goutteurs
- ✓ Nécessite d'une main d'œuvre spécialisé
- ✓ Apte seulement pour les cultures en ligne.



**Figure VI-3-** Système d'irrigation par goutte à goutte

### VI-4-Irrigation par aspersion

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

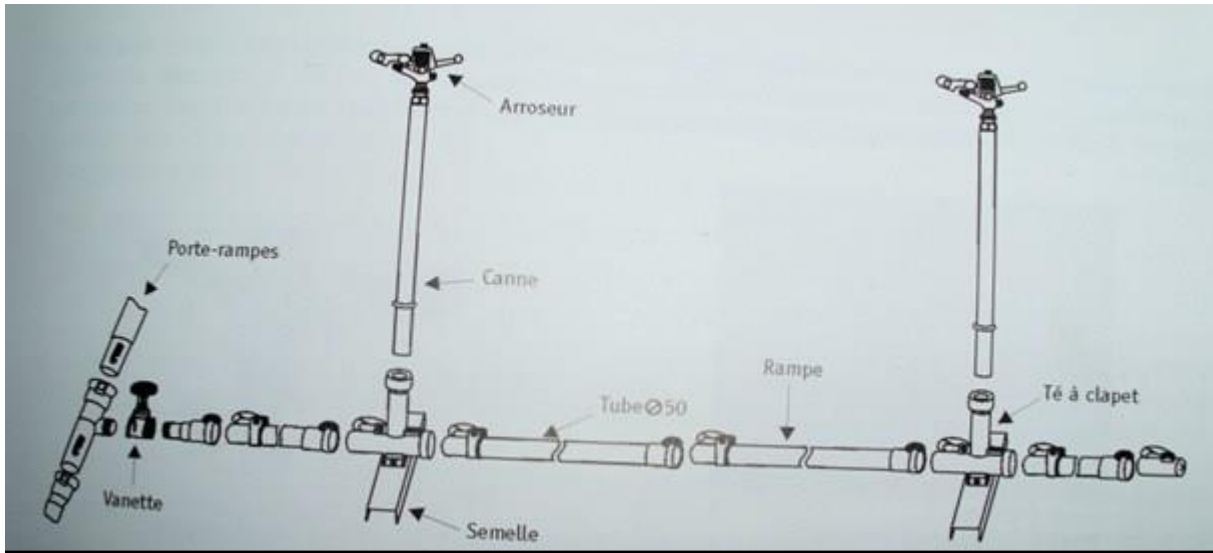
#### VI-4-1-Les avantages

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

#### VI-4-2-Les inconvénients

- ✓ Cout très élevé ( prix d'achat du matériel très important ) .
- ✓ Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines.
- ✓ Tassement du sol.

- ✓ Favorise le développement des mauvaises herbes.
- ✓ Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile.
- ✓ L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse du vent est importante.
- ✓ En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.



**Figure VI-4-** Système d'irrigation par aspersion

### **VI-5-Choix des techniques d'arrosage :**

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

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

#### **VI-5-1-Les contraintes naturelles**

##### **✓ L'évaporation**

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

##### **✓ Le vent**

C'est le facteur déterminant dans le choix des technique d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faible d'une part et moyenne d'autre part

##### **✓ Le sol**

Le sol est un élément intermédiaire entre la plante et l'eau , cependant le sol est un facteur qui représente une contrainte très importante qu'on doit prendre en considération pendant le choix du mode d'irrigation

Le plus important de cette contrainte, la texture du sol et sa perméabilité.

✓ **La pente**

Notre périmètre à une pente qui varie de 2% à 4% en général , donc cette dernière ne représente aucune contrainte particulière.

**VI-5-2-Les contraintes agronomique**

Le choix du système d'irrigation pour se conformer à la nature des plantes cultivées à irriguer. Les cultures en lignes et l'espacement de ces lignes , la valeur financière et la hauteur des cultures sont facteurs à prendre en considération lors du choix de la technique d'irrigation .

Les type des cultures envisagées dans notre périmètre sont constitués de cultures fourragère , céréale , maraichage .pour des raison d'économie d'eau on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraichage .

**VI-5-3-Les contraintes techniques et économiques**

Le niveau de technicité requis pour l'installation et le fonctionnement d'une méthode d'irrigation affecte sa sélection dans un cas déterminé. En général, les technique des méthode d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte sont plus complexe que celle de l'irrigation de surface .

**VI-5-4- Les contraintes socio-économique**

- ✓ Economie de l'eau
- ✓ Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée
- ✓ Possibilité de créer des emplois

**Tableau VI-1- Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage**

contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par aspersion	Irrigation localisée
	Par rigole	Par planche		
➤ <b>Contraintes naturelle</b>				
• évaporation	+	+	++	++
• vent	+++	+++	++	+++
• texture	++	++	+++	++
• perméabilité	+++	+++	+++	+++
• pente	+++	+++	+++	+++

• Qualité d'eau d'irrigation	+++	+++	+++	+++
➤ <b>Contrainte agronomique</b>				
• maraichage	+++	++	++	+++
• céréales	-	-	+++	-
• arbres	+++	+	-	+++
➤ <b>Contrainte technique</b>				
• Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
➤ <b>Economie de l'eau</b>	-	-	++	+++

Remarque :

- - : Déconseillé
- + : Adapté avec réserve
- ++ : Adapté
- +++ : Très adapté

### **VI-6-Conclusion**

Dans ce chapitre on a essayé de :

- ✓ Donner une idée générale sur les différentes techniques d'irrigation sous pression
- ✓ Expliquer le mode de fonctionnement, les champs d'utilisations et les avantages et inconvénients de ces différentes techniques d'irrigation
- ✓ Expliquer les facteurs qui influent directement sur le choix de la meilleure technicité.
- ✓ Dans notre cas on opte l'irrigation par aspersion

# Adduction

## **Introduction**

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

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

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, et aux différents calculs hydrauliques.

### **VI-1 Découpage des îlots d'irrigation :**

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

### **VI-2 Calcul des débits des îlots**

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 3) à :  $q_s=1.12l/s/ha$

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

Avec :

- ✓ Q<sub>b</sub> : Débit de chaque ilot (l/s)
- ✓ Q<sub>s</sub> : Débit spécifique(l/s/ha)
- ✓ S : Superficie de l'ilot (ha)

### VI-3 Rôle et fonction de la borne d'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 le débit
- ✓ Régler la pression
- ✓ Assurer le comptage de l'eau livrée

### VI-4 Choix du type de la borne mise en place :

Elle dépend de la surface :

**Tableau VI-1** Choix de type de la borne.

Surface (ha)	Type de borne
S<15 ha avec nombre de parcelle entre 4 et 8	Borne à 4 prise type A4
S<15 ha avec 2 parcelle	Borne à 2 prise type A2
S>15 ha avec 2 parcelle	Borne à 2 prise type B
Grand ilots	Borne type C

**Tableau VI-2** Calcul des débits des bornes.

N de la borne	N de la parcelle projeté	Surface de la parcelle	Débit parcelle	Débit ilot	Type de borne
1	1-A	10	11,2	44,8	borne d'irrigation type C
	1-B	10	11,2		
	1-C	10	11,2		
	1-D	10	11,2		
2	2-A	4,5	5,04	22,4	borne d'irrigation
	2-B	5	5,6		

	2-C	4,5	5,04		type C
	2-D	6	6,72		
3	3-A	4	4,48	17,92	borne d'irrigation type C
	3-B	4	4,48		
	3-C	4	4,48		
	3-D	4	4,48		
4	4-A	7	7,84	13,44	borne d'irrigation type A2
	4-B	5	5,6		
5	5-A	5	5,6	10,08	borne d'irrigation type A2
	5-B	4	4,48		
6	6-A	4,5	5,04	11,2	borne d'irrigation type A2
	6-B	5,5	6,16		
7	7-A	5	5,6	16,8	borne d'irrigation type A2
	7-B	4	4,48		
	7-C	6	6,72		
8	8-1	9	10,08	10,08	
9	9-A	6	6,72	16,8	borne d'irrigation type A2
	9-B	9	10,08		
10	10-A	8	8,96	8,96	
11	11-A	6,4	7,17	14,56	borne d'irrigation type A2
	11-B	6,6	7,39		
12	12-A	4	4,48	13,44	borne d'irrigation type A2
	12-B	8	8,96		
13	13-A	6	6,72	20,16	borne d'irrigation
	13-B	5	5,6		



	13-C	7	7,84		type A2
14	14-A	4	4,48	14,56	borne d'irrigation type A2
	14-B	5	5,6		
	14-C	4	4,48		
La somme	S = 210 ha		Qt = 235,2 l/s/ha		

#### VI-5 Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau VI-3** Choix de diamètre de la borne.

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

**Tableau VI-4** diamètre des bornes.

N de la borne	Débit de la borne	Diamètre de la borne
1	44,8	200
2	22,4	150
3	17,92	100
4	13,44	100
5	10,08	100
6	11,2	100
7	16,8	100
8	10,08	100
9	16,8	100
10	8,96	100

<b>11</b>	<b>14,56</b>	<b>100</b>
<b>12</b>	<b>13,44</b>	<b>100</b>
<b>13</b>	<b>20,16</b>	<b>150</b>
<b>14</b>	<b>14,56</b>	<b>100</b>

### **VI-6 Choix du trace**

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

- ✓ Puisque la conduite est gravitaire , il faut suivre la pente la plus importante .
- ✓ Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer le contre pente
- ✓ Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- ✓ Eviter les forets, bois et zones marécageuses.
- ✓ Eviter autant que possible le travers des obstacle (routes, boies ,ferrées , canaux , oueds ,...)

### **VI-7 La méthodologie de dimensionnement :**

La détermination des diamètres de diverses conduites et leur longueur , est basée sur des éléments et des hypothèses étudiés :

- ✓ Tracé du réseau.
- ✓ Débit de chaque tronçon.
- ✓ Surface des ilots.
- ✓ Perte de charge totale dans chaque tronçon.
- ✓ Les conditions limites aval : la charge minimum à assurer aux bornes.
- ✓ Les cotes de terrain naturel des bornes.

### **VI-8 Calculs hydrauliques du système distribution gravitaire**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire du bassin d'accumulation vers les bornes.

### VI-8-1 Vitesses admissibles

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique :

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides)

La vitesse admissible est choisie entre 0.2 m/s, comme vitesse minimale, et 2 m/s comme vitesse maximale.

**Tableau VI-5** les vitesses admissibles

Diamètre (mm)	Seuil des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse min (m/s)	Vitesse max (m/s)
150	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	2
250	0,4	2
300	0,4	2
350	0,4	2
400	0,5	2
500	0,5	2
600	0,5	2
700	0,5	2
800	0,5	2
900	0,5	2
1000	0,5	2
1100	0,5	2
1200	0,5	2
1500	0,5	2
2000	0,5	2

## VI-8-2 Choix du matériau des conduites

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- ✓ La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- ✓ La disponibilité sur le marché local.
- ✓ L'intérêt économique.
- ✓ Du type de sol.

## VI-8-3 Caractéristiques des canalisations

### a) Conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

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

### b) Conduites en acier

- ✓ Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- ✓ Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

### c) Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- ✓ Bonne résistance à la corrosion
- ✓ Disponible sur le marché
- ✓ Une pose de canalisation facile
- ✓ Leur coût est relativement faible.

## VI-8-4 Calcul des diamètres

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 normalisé.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000$$

Avec :

- ✓ Q : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s ;
- ✓ D: diamètre exprimé en mm.
- ✓ V : vitesse qui donne le diamètre économique (m/s).

### VI-8-5 Calcul des pertes de charge

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

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

Avec :

- ✓  $h_{pu}$  : Pertes 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 :
- ✓  $J=L \times Q^M/D^N$

**Tableau VI-6** Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
<b>0,1</b>	1,15	1,89	5,01
<b>0,5</b>	1,4	1,96	5,19
<b>1</b>	1,6	1,975	5,25

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 400mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous avons les caractéristiques suivantes :

La rugosité équivalente : K=0.1 mm, donc : L=1.15 M=1.89 N=5.01.

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à 1,5 m/s.



**Tableau VI-7** Résultats du système d'adduction

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diamètre calculé	Diam Normalise	Vitesse V réelle (m /s)	Perte de charge total $\Delta$ Ht (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point p
B-N1	1530	1,62	235,2	0,235	589,25	630	1,21	3,98	680	761,52	81,52
N1-B1	100	0,33	44,8	0,0448	213,62	250	0,91	2,15	681	759,37	78,37
N1-N2	160	0,24	190,4	0,190	440,39	500	1,21	0,48	685	761,04	76,04
N2-B2	182	0,56	22,4	0,0224	151,05	160	1,11	2,06	682	758,98	76,98
N2-N3	210	0,345	168	0,168	413,67	500	0,86	0,29	684	760,18	76,18
N3-B3	150	0,782	17,92	0,0179	135,10	160	0,89	1,11	682	759,07	77,07
N3-N4	310	0,594	150,08	0,15	390,99	400	1,19	1,10	682	759,08	77,08
N4-N5	320	0,242	13,44	0,0134	90,27	110	1,02	4,49	688	754,59	66,59
N4-N6	80	0,158	48,24	0,0482	221,67	250	0,98	0,75	679	758,33	79,33
N4-N11	510	0,368	88,44	0,0884	300,14	315	1,13	0,90	680	758,46	78,46
N5-B4	75	0,269	13,44	0,0134	117,00	125	1,10	1,55	686	753,04	67,04
N6-B5	398	0,158	10,08	0,01	101,33	110	1,06	8,49	685	749,84	64,84
N6-N7	222	0,554	38,12	0,0381	197,05	200	1,21	1,07	681	748,77	67,77
N7-N8	372	0,454	38,12	0,0381	197,05	200	1,21	1,79	701	746,98	45,98
N8-B6	102	0,494	11,2	0,0112	106,81	110	1,18	2,18	693	744,8	51,8
N8-N9	105	0,248	26,92	0,0269	165,59	200	0,86	1,25	686	745,73	59,73
N9-B7	175	0,176	16,8	0,0168	130,81	160	0,84	1,16	683	744,57	61,57

N9-N10	80	0,705	10,08	0,01	101,33	110	1,06	0,82	695	744,91	49,91
N10-B8	142	0,295	10,08	0,01	101,33	110	1,06	0,89	693	744,02	51,02
N11-B9	100	0,169	16,8	0,0168	130,81	160	0,84	0,92	702	757,54	54,54
N11-N12	170	0,833	71,68	0,0716	270,21	315	0,92	0,97	702	757,49	54,49
N12-B10	170	0,186	8,96	0,0089	95,53	110	0,94	2,61	703	754,88	51,88
N12-N13	525	0,602	62,72	0,0627	252,76	315	0,80	0,87	708	756,62	43,62
N13-B11	123	0,256	14,56	0,0145	121,78	125	1,19	2,62	709	754	45
N13-N14	254	0,254	48,16	0,0481	221,48	250	0,98	0,90	705	755,72	50,72
N14-B12	95	0,509	13,44	0,0134	117,00	125	1,10	1,48	704	754,24	50,24
N14-N15	178	0,281	34,72	0,0347	188,06	200	1,11	1,02	701	754,7	53,7
N15-B13	146	0,341	20,16	0,0201	130,81	160	0,84	0,96	696	753,74	57,74
N15-N16	132	0,314	14,56	0,0145	121,78	125	1,19	1,17	702	753,53	51,53
N16-N17	175	0,175	14,56	0,0145	121,78	125	1,19	2,4	703	751,13	48,13
N17-B14	215	0,215	14,56	0,0145	121,78	125	1,19	3,16	698	747,94	49,94



## **VI-9 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié le système d'adduction du périmètre les ARRBIS

D'après les résultats du tableau ci-dessus, le système projeté présente :

- ✓ des pressions aux bornes adéquates,
- ✓ pression suffisantes pour la projection de systèmes d'irrigation tels que l'aspersion.
- ✓ Les vitesses dans les canalisations sont conformes.

# **Dimensionnement a la Parcelle**

## Introduction

L'objet de ce chapitre se focalise sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion, il s'agit de déterminer à partir de la connaissance des paramètres agro-climatiques, les caractéristiques techniques optimales d'un réseau pour l'irrigation de notre périmètre, dont les calculs ont été réalisés sur une parcelle type d'une surface agricole de 4,5 ha

### VII-1 Choix de la culture

Pour laquelle la totalité des canalisations et des asperseurs est mise en place sur la parcelle, durant toute la campagne d'irrigation.

Dans notre cas nous avons choisi l'irrigation d'orge.

### VII-2 Choix des parcelles et de l'ilot

La parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est dans l'ilot N°06 qui présente une superficie de **4,5ha** et qui dispose d'une pression de **5,18 bars**.

**Tableau VII-1** Caractéristiques de la parcelle à irriguer

caractéristiques	
Culture	orge
superficie	4,5 ha
pression	5,18 bars
Longueur	280 m
largeur	160 m
Perméabilité du sol	6,5 mm/h
Temps de travail	22h/jour
Besoins de pointe	141,24 mm/mois
Dose pratique	RFU = Y (Hcc – Hpf).Da.Z
Y: degré de tarissement	1/2
Da	densité apparente = 1,83
Z: profondeur d'enracinement	0,6 m
Hcc	humidité à la capacité au champ
Hpf :	humidité au point de flétrissement
RFU	59,4 mm

### VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'aspersion

#### VII-3-1 Dimensionnement théorique

##### VII-3-1-1 Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K=6.5$  mm/h; On pose  $p \leq k$  tel que  $p$  : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcule par la formule suivante :

$$p = \frac{1,5 \times d}{1,04}$$

$$d = \frac{1,04 \times 6,5}{1,5} = 4,51 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur (**Annexe 4**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4,5 mm

### VII-3-1-2 Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0,5} \times h^{0,25}$$

Avec :

- ✓ d : le diamètre de la buse (mm)
- ✓ h : pression à la buse (m),

dans notre cas P= 3 bars, hauteur d'eau =30m.

$$L = 3 \times d^{0,5} \times h^{0,25}$$

$$L = 3 \times 4,5^{0,5} \times 30^{0,25}$$

$$L = 14,89 \text{ mm}$$

### VII-3-1-3 Ecartements entre les rampes et arroseurs

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

- ✓  $E_i$  entre les ligne d'arrosage : 1,25L à 1,02 L
- ✓  $E_a$  entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L à 0,5 L

Donc :

$$E_i = 1,25 \cdot L$$

$$E_a = 0,8 \cdot L$$

$$E_i = 1,25 \cdot 14,89 = 18,6m$$

$$E_a = 0,8 \cdot 14,89 = 11,9m$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

- ✓  $E_i = 18 \text{ m}$ ,
- ✓  $E_a = 12 \text{ m}$ .

### VII-3-1-4 Débit de l'asperseur

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$q = 0,95 \times \frac{\Pi \cdot (0,0045)^2}{4} \times \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 51,8}$$

$$q = 0,00043 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = 1,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

### VII-3-1-5 Vérification de la pluviométrie de la buse

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

$$p = \frac{q}{E_i \times E_a}$$

$$p = \frac{1,58}{18 \times 12} \times 10^3$$

$$p = 6,3 \text{ mm/h}$$

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

#### VII-3-1-6 Calcul du tour d'eau

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose RFU} \times N_j}{B_{pte}}$$

$$T_{eau} = \frac{59,4 \times 26}{141,24}$$

$$T_{eau} = 10,93 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'eau de 10 jours, Donc on irrigue 3 fois par mois.

#### VII-3-1-7 calcul de la dose réelle

$D_r = T_{eau} \times \text{la dose journaliere}$

$$D_r = 10 \times \frac{141,24}{30}$$

$$D_r = 47,08 \text{ mm.}$$

#### VII-3-1-8 Calcul de la dose brute

$$D_b = \frac{D_r}{0,75}$$

$$D_b = \frac{47,08}{0,75}$$

$$D_b = 62,77 \text{ mm}$$

#### VII-3-1-9 Temps d'arrosage

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

$$T = \frac{\text{dose réelle brute}}{\text{pluviometrie}}$$

$$T = \frac{62,77}{6,3}$$

$$T = 9,96 \text{ h} \quad \text{on prend } T = 10 \text{ h}$$

Donc on pourra adopter **2 postes** par jour pour chaque asperseur.

#### VII-3-1-10 Calcul du débit d'équipement (Q<sub>eq</sub>)

$$Q_{eq} = \frac{S(\text{ha}) \times B(\text{mm}) \times 10}{T \times n \times N_j}$$

$$Q_{eq} = \frac{4,5 \times 141,24 \times 10}{10 \times 2 \times 26}$$

$$Q_{eq} = 12,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

### VII-3-1-11 Calcul de l'unité d'arrosage (SU)

La surface unitaire arrosée

$$S_u = \frac{S}{T_{eau} \times n}$$

$$S_u = \frac{4,5}{10 \times 2}$$

$$S_u = 0,23 \text{ ha}$$

### VII-3-1-12 Nombre d'asperseur requis(Nasp)

$$N_{asp} = \frac{S_u \times 10000}{\frac{E_i \times E_a}{12 \times 18}}$$

$$N_{asp} = \frac{0,23 \times 10000}{12 \times 18}$$

$$N_{asp} = 10,64$$

On prend  $N_{asp} = 11$

### VII-3-1-13 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois

$V$  = nombre de position par jour . nombre d'irrigation par mois . Dose brute .  $E_a$  .  $E_i$

$$V = \frac{2 \times 26 \times 62,77 \times 12 \times 18}{1000}$$

$$V = 705,03 \text{ m}^3$$

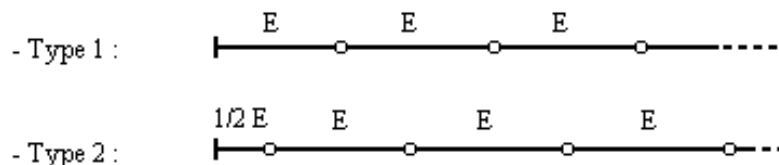
## VII-4 Dimensionnement hydrauliques des rampes

### VII-4-1 Dimensionnement de la rampe

#### VII-4-1-1 Longueur de la rampe

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion.

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :



La

longueur

rampe est donc :

✓ Pour le type 1 :  $L = n \cdot E$

✓ Pour le type 2 :  $L = (n-0,5) \cdot E$

de la

d'où :

$$Lr = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2}$$

$$Lr = \frac{160}{2} - \frac{12}{2}$$

$$Lr = 74 \text{ m}$$

#### VII-4-1-2 Nombre asperseur/rampe (N)

$$N = \frac{Lr}{Ea}$$

$$N = \frac{74}{12} = 6 \text{ asperseurs}$$

#### VII-4-1-3 Nombre de rampes(Nr)

$$Nr = \frac{\text{nombre asperseur}}{(\text{nombre asperseur/rampe})}$$

$$Nr = \frac{11}{6}$$

$$Nr = 2 \text{ rampes.}$$

#### VII-4-1-4 Calcul du débit de la rampe(Qr)

Qr = le débit de l'asperseur . (le nombre d'aspersuer /rampe)

$$Qr = 1,37 \cdot 6$$

$$Qr = 8,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### VII-4-1-5 Calcul du Diamètre de la rampe

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\Pi \times V}}$$

Avec

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

$V \leq V_{adm} \dots\dots V_{adm} \in [0,5 \div 2,5]$

On suppose que V= 1.5 m/s donc :

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times 0,0022}{3,14 \times 1,5}}$$

$$Dr = 43,2 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé  $D_r = 50\text{mm}$ ,

La nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\Pi \times d^2}$$

$$V = \frac{4 \times 0,0022}{3,14 \times 0,05^2}$$

$$V = 1,12 \text{ m/s}$$

## VII-4-2 Dimensionnement du porte-rampe

### VII-4-2-1 La longueur du porte-rampe

$$L_r = \frac{\text{longueur de terrain}}{2} - \frac{E_i}{2}$$

$$L_r = \frac{280}{2} - \frac{18}{2}$$

$$L_r = 131 \text{ m}$$

### VII-4-2-2 Débit de la porte rampe

$Q_{pr}$  = le débit de l'aspersion . (le nombre d'aspersion /rampe) . le nombre de rampe

$$Q_r = 1,37 \cdot 6 \cdot 2$$

$$Q_r = 16,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_r = 0,0045 \text{ m}^3/\text{s}$$

### VII-4-2-3 Diamètre de la porte rampe

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\Pi \times V}} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0,0045}{3,14 \times 1,5}}$$

$$D_r = 61,3 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé  $D_{pr} = 75 \text{ mm}$

La nouvelle vitesse sera :

$$V_{pr} = \frac{4 \times Q_{pr}}{\Pi \times d^2}$$

$$V_{pr} = \frac{4 \times 0,0045}{3,14 \times 0,075^2}$$

$$V_{pr} = 1 \text{ m/s}$$

## VII-5 Calcul des pertes de charge



L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

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

- ✓ Ou  $\Delta H$  = Perte de charge unitaires (m/m)
- ✓ Q : Débit de la conduite en m<sup>3</sup>/s
- ✓ CH : coefficient équivalent à 140 (PEHD).

**VII-5-1 Pour la rampe:**

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0022^{1.852}}{0,05^{4.87}}$$

on a L=66m, D= 50mm, Q= 0.0022 m<sup>3</sup>/s.

On trouve les pertes de charge totales :  $\Delta H$  rampe= **2.89 m.**

**VII-5-2 Pour la porte rampe:**

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0045^{1.852}}{0,75^{4.87}}$$

On trouve les pertes de charge totales :  $\Delta H$  = **1.83 m.**

**VII-5-3 Pour la conduite secondaire :**

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0045^{1.852}}{0,75^{4.87}}$$

on a L=80m, D= 75mm, Q= 0.009 m<sup>3</sup>/s.

On trouve les pertes de charge totales :  $\Delta H$  = **2.28 m.**

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau VI.3.1:**Résultat de calcul pratique d'aspersion

paramètre	rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Langueur(m)	74	131	80
Diamètre(mm)	50	75	75
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0,0022	0,0045	0,009
Vitesse (m/s)	1,12	1	1,13
Perte de charge Totale (m)	2,89	1,83	2,28

Donc :

perte de charge totale =  $\Delta H_r + \Delta H_{pr} + \Delta H_{cs}$   
 perte de charge totale = 2,89 + 1,83 + 2,28  
 perte de charge totale = 7 m

## VII-6 Calcul de la pression en tête du réseau

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).
- ✓ H2 : perte de charge totale de la rampe
- ✓ H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 3+0,7$$

$$H = 3,7 \text{ bars}$$

La pression exigée pour le réseau d'aspersion est de 3.47 bars, la pression à la borne est de 5,18 bars, ce qui est largement suffisant.

## VII-7 Conclusion :

La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions d'exploitation.

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau par aspersion , tout en dimensionnant les organes du réseau(rampe , porte rompe...) projeté sur une parcelle type

# Estimation

## INTRODUCTION :

L'étude économique d'un projet est indissociable de l'étude technique, car c'est elle nous donne les éléments déterminants pour la réalisation ou pas du projet. A titre d'exemple :

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

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

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

**Tableau VIII-1** Factures pro forma des équipements hydrauliques

Equipment	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Prix total DA
Tube Ø110 PEHD	m/l	1212	554,07	671532,84
Tube Ø125 PEHD	m/l	815	705,85	575267,75
Tube Ø160 PEHD	m/l	753	1156,21	870626,13
Tube Ø200 PEHD	m/l	877	1808,95	1586449 ,15
Tube Ø250 PEHD	m/l	434	2808,30	1218802,2
Tube Ø315 PEHD	m/l	1250	4478,10	5396110,05
Tube Ø400 PEHD	m/l	310	7185,2	2227412
Tube Ø500 PEHD	m/l	370	10674,30	3949491
Tube Ø630 PEHD	m/l	1530	16905	25864650
<b>La somme = 42320341,12 DA</b>				

**Tableau VIII-2 :** Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation

Equipement	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Borne d'irrigation 100 mm	U	14	50000	700000
Filtre a sable	U	1	20000	20000
Asperseurs	U	514	6.13	3150,82
Vanne	U	32	10000	320000

<b>Ø 110</b>				
<b>Vanne</b>	<b>U</b>	<b>64</b>	<b>12000</b>	<b>7680000</b>
<b>Ø 160</b>				
<b>Vanne</b>	<b>U</b>	<b>8</b>	<b>14000</b>	<b>112000</b>
<b>Ø 315</b>				
<b>La somme =8835150,82 DA</b>				

### VIII-1 CALCUL DES VOLUMES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS :

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

- ✓ La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est. de:

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)}$$

- ✓ La hauteur est. de:

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)}$$

Avec :

- ✓  $h_{\text{sable}}$  : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 meters
- ✓ L la longueur de la tranchée en meters.
- ✓ D : diameter de la conduite.

#### VIII-1-1 VOLUME DU DÉBLAIEMENT :

- ✓ Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)}$$

#### VIII-1-2 VOLUME DE REMBLAIS :

- ✓ Le volume du remblai est égal à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la Conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}}$$

$$V_{\text{cond}} = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L$$

Donc:

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L$$

### VIII-1-3 VOLUME DE SABLE :

✓ Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égal à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l$$

La figure ci après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :  
555

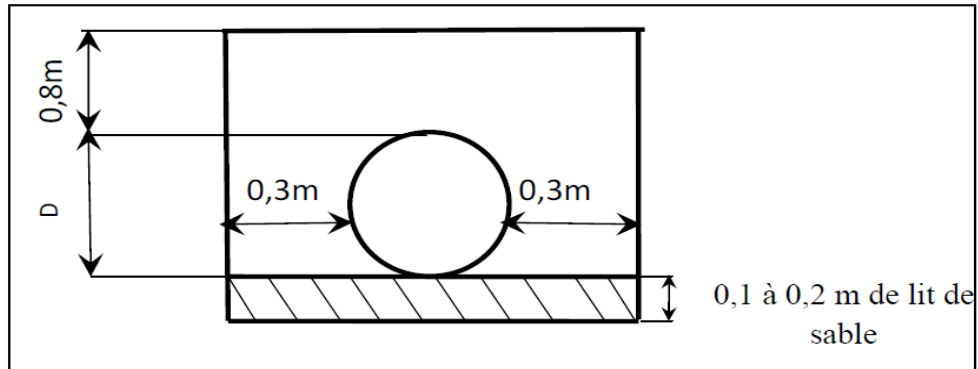


Figure VIII-1 : Disposition de la conduite dans une tranchée

### VIII-2 Calcul des volumes des travaux de l'adduction

#### VIII-3 Calcul du volume de déblai

	Diamètre (mm)	Longueur de la conduite(m)	Largeur de la tranchée (m)	Hauteur de la tranchée	Volume de déblai (m <sup>3</sup> )
<b>La conduite de refoulement</b>	<b>1100</b>	<b>3000</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>3960</b>

#### VIII-4 Calcul du volume de sable

	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Volume lit de sable (m <sup>3</sup> )
<b>La conduite de refoulement</b>	<b>0,2</b>	<b>3000</b>	<b>1,1</b>	<b>660</b>

#### VIII-5 Calcul du volume de remblai

	Diamètre (mm)	Volume conduite (m <sup>3</sup> )	Volume remblai (m <sup>3</sup> )
<b>La conduite de refoulement</b>	<b>1100</b>	<b>2849,55</b>	<b>450,45</b>

### VIII-6 Estimation du cout de pose de conduite d'adduction

	unité	Quantité m <sup>3</sup>	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai	m <sup>3</sup>	3960	300	1188000
Lit de sable	m <sup>3</sup>	660	800	528000
Remblai	m <sup>3</sup>	450,45	300	135135
La somme			1851135 DA	

### VIII-3 Calcul des volumes des travaux de distribution

#### VIII-7 Volume des déblais

Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	V déblai (m <sup>3</sup> )
PEHD Ø 110	1212	0.71	1.2	1032,624
PEHD 125	815	0.725	1.2	709,05
PEHD Ø 160	753	0.76	1.2	686,736
PEHD Ø 200	877	0.8	1.2	841,92
PEHD Ø 250	434	0.85	1.2	442,68
PEHD Ø 315	1250	0.915	1.2	1372,5
PEHD Ø 400	310	1	1.2	372
PEHD Ø 500	370	1.1	1.2	488,4
PEHD Ø 630	1530	1.23	1.2	2258,28
<b>La somme = 8204,19 m<sup>3</sup></b>				

#### VIII-8 Volume du lit de sable

Tubes enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	hauteur (m)	V sable (m <sup>3</sup> )
PEHD Ø 110	1212	0.71	0.2	172,104
PEHD 125	815	0.725	0.2	118,175
PEHD Ø 160	753	0.76	0.2	114,456
PEHD Ø 200	877	0.8	0.2	140,32
PEHD Ø 250	434	0.85	0.2	73,78
PEHD Ø 315	1250	0.915	0.2	228,75

PEHD Ø 400	310	1	0.2	62
PEHD Ø 500	370	1.1	0.2	81,4
PEHD Ø 630	1530	1.23	0.2	376,38

**La somme = 1390,687 m<sup>3</sup>**

#### VIII-9 Volume du remblai

Tubes enterrés	Longueur (m)	V <sub>lit de sable</sub>	V <sub>déblai</sub>	V <sub>conduite</sub>	V <sub>remblai (m<sup>3</sup>)</sub>
PEHD Ø 110	1212	172,104	1032,624	11,51	848,386
PEHD Ø125	815	118,175	709,05	10	580,875
PEHD Ø 160	753	114,456	686,736	15,13	557,15
PEHD Ø 200	877	140,32	841,92	27,53	674,07
PEHD Ø 250	434	73,78	442,68	21,29	327,61
PEHD Ø 315	1250	228,75	1372,5	97,36	1046,39
PEHD Ø 400	310	62	372	38,93	271,07
PEHD Ø 500	370	81,4	488,4	72,61	334,39
PEHD Ø 630	1530	376,38	2258,28	476,69	1405,21

**La somme = 6160,691 m<sup>3</sup>**

#### VIII-10 Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution

	unité	Quantité m <sup>3</sup>	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai	m <sup>3</sup>	8204,19 m <sup>3</sup>	300	2461257
Lit de sable	m <sup>3</sup>	1390,687 m <sup>3</sup>	800	1112549,6
Remblai	m <sup>3</sup>	6160,691 m <sup>3</sup>	300	1848207,3

**La somme** **5422013,9 DA**

#### VIII-4 Cout du projet

#### VIII-11 Devis estimatif total

travaux	Prix
---------	------



<b>adduction</b>	<b>1 851 135 DA</b>
<b>distribution</b>	<b>5 422 013,9 DA</b>
<b>Equipement hydrauliques</b>	<b>42 360 341,12 DA</b>
<b>accessoires de réseau de l'irrigation</b>	<b>8 835 150,82 DA</b>
<b>Prix totale (HT)</b>	<b>58 468 640,8 DA</b>
<b>TVA (17 %)</b>	<b>939 668,94 DA</b>
<b>Montant TTC</b>	<b>59 408 309,7 DA</b>

### **Conclusion**

Le coût estimatif du projet est de l'ordre **Cinquante-Neuf Millions Quatre Cent Huit Mille Trois Cent Neuf Dinars et Sept Centimes** . il englobe, en général, tous les prix des équipements hydrauliques , réseau et de canalisations d'adduction et de distribution .

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce modeste travail est dimensionner une partie 288ha du périmètre les arabis de Ain Bessem (wilaya de Bouira) a partir du barrage lakhal dans le but d'assurer un répartition de l'eau de façon uniforme et économique.

L'analyse climatologique montre que la région possède un climat semi-aride ,avec une pluviométrie insuffisante pour l'obtention de rendement acceptable des différentes cultures.

L'analyse pédologique montre que le type de sol dominant notre zone d'étude est représenté par les sols bruns méditerranéens et les vertisols, qui convient à toutes les cultures (arbores culture, maraichères, céréales,.....ets).

En basant sur la méthode de Penman-Monteith modifiée pour estimer  $ET_0$  et la la méthode du département américain de l'agriculture pour le calcul de la pluie efficace, nous avons pu estimer les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de périmètre à irriguer.

Le principe de distribution repose sur trois phases distinctes mais à fonctionnement simultanée allant de l'aspiration (alimentation en eau à partir du barrage Lakhall d'une capacité de 30 Hm, via une conduite d'amenée  $\varnothing$  11 00 mm). La deuxième phase constitue de refouler cette eau par voie mécanique (04 motopompes à grand débit = 03 pompes fonctionnelles et une de réserve, via une conduite de refoulement  $\varnothing$  1100 mm) . La troisième phase représente le stockage de cette eau dans un bassin de régulation d'une capacité de 17 500 m<sup>3</sup>, destiné à être distribué dans un réseau hydraulique couvrant une superficie totale de 2200 Ha dont 210 ha.

L'étude comparative entre les techniques d'irrigation, nous a montré que le système d'irrigation par aspersion est le plus convenable pour les cultures proposées, permet une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol.

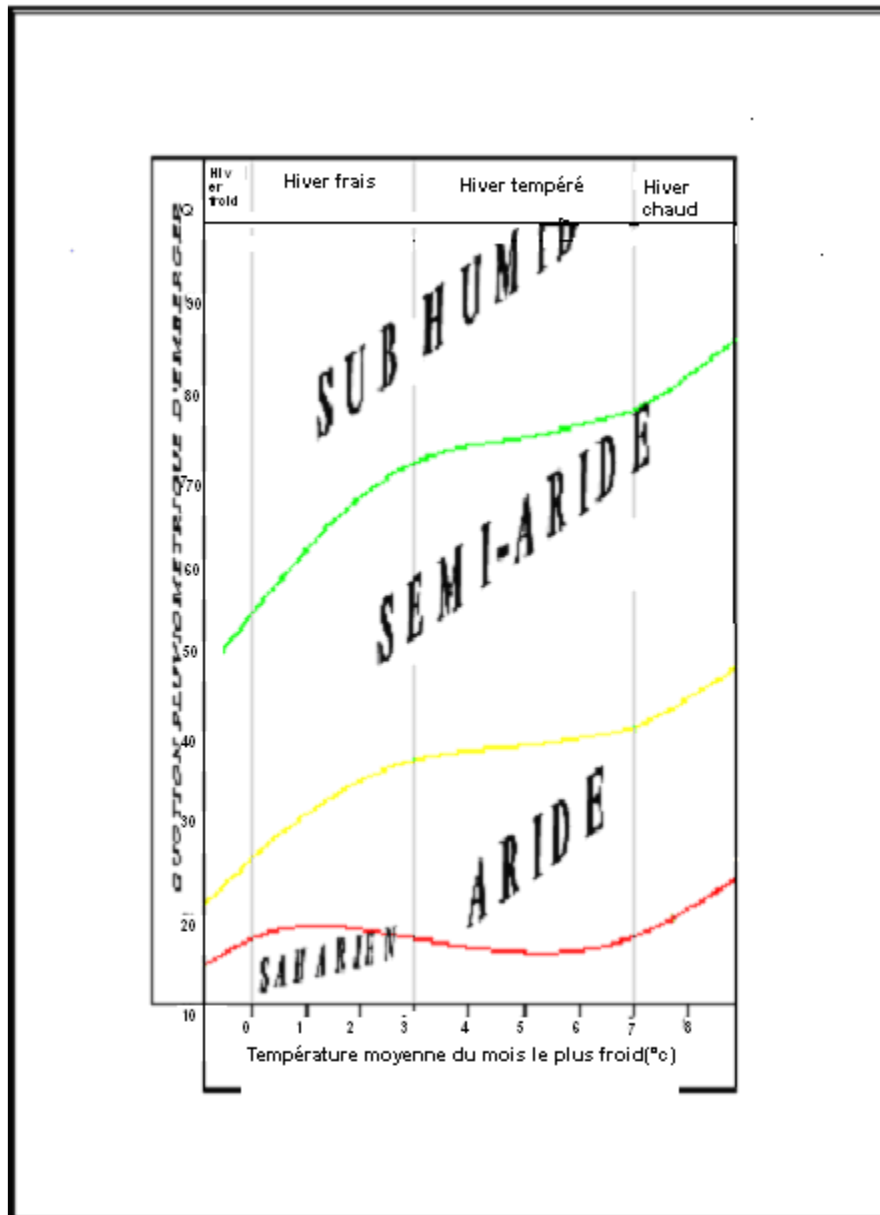
En conclusion, Le coût estimatif du projet est de l'ordre **Cinquante-Neuf Millions Quatre Cent Huit Mille Trois Cent Neuf Dinars et Sept Centimes**. Le projet définit rapport à tous les montants et tarifs des équipements hydrauliques et la pose de canalisations d'adduction et de distribution.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

- [1] B.TOUAIBIA. (2004). (Cours d'Hydrologie 3<sup>ème</sup> Année et Régularisation des débits 4<sup>ème</sup> année).
- [2] 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] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U. Alger ;
- [5] BENKACI A.T. (2013-2014). Travaux dirigés : Calcul des Paramètres de l'irrigation localisée, Document non publié, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), Blida ;
- [6] FRIEKH HICHAM (2016) : Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Hassi Lefhel –Secteur 01- (W. Ghardaïa) d'une superficie de 200 ha
- [7] BOUBEKEUR SAMI (2015) : étude de périmètre d'irrigation lahzima commune del'outaya (W. Biskra) à partir du barrage de fontaines des gazelles superficie de 288 ha
- [8] Carte d'état major (W-BATNA, W-KHENCHELA)
- [9] Logiciel: Auto cad, covadis, cropwat, Epanet, Hyfran

Annexe



Classification du climat selon l'indice de Gausson

Tableau 7

## CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DE QUELQUES SOLS

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

\* plage de variation

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL  $K_c$  EN FONCTION  
DU STADE DE CROISSANCE DE DIFFERENTES  
CULTURES ANNUELLES

Tableau n° 3

cultures annuelles	POURCENTAGE DE LA PERIODE DE CROISSANCE									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Betterave à sucre	0,45	0,50	0,70	0,90	1,05	1,15	1,25	1,25	1,15	1,10
Coton	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90	1,00	1,00	0,90	0,700	0,60
Haricots	0,50	0,65	0,80	1,00	1,10	1,15	1,10	0,95	0,80	0,70
* Mais Grains	0,45	0,55	0,65	0,80	1,00	1,05	1,05	1,02	0,95	0,85
Mais Fourrage	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,02	1,10	1,10	1,05	0,95
Maralchage	0,35	0,50	0,65	0,75	0,80	0,82	0,80	0,75	0,65	0,50
Melons	0,45	0,55	0,60	0,70	0,80	0,82	0,80	0,75	0,72	0,70
Pomme de terre	0,35	0,45	0,60	0,85	1,10	1,25	1,35	1,35	1,35	1,25
Sorgho grain	0,30	0,50	0,70	0,50	1,10	1,05	0,85	0,80	0,70	0,60
Tomates	0,45	0,45	0,50	0,85	0,85	1,00	1,02	0,95	0,85	0,75

VALEURS DU COEFFICIENT CULTURAL Kc POUR  
LES CULTURES PERENNES

Tableau n° 5

CULTURES PERENNES	MOIS ( Hemisphere Nord )											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Agrumes	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.72	0.72	0.78	0.88	0.67	0.66	0.65
Arbres fruitiers à feuilles caduques	0.17	0.25	0.40	0.65	0.68	0.95	0.90	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15
Arbres fruitiers sans feuilles	0.65	0.75	0.85	0.85	1.10	1.15	1.10	1.05	0.95	0.90	0.80	0.60
Avocats	0.25	0.40	0.60	0.70	0.77	0.82	0.77	0.78	0.62	0.52	0.42	0.32
Luzerne	0.80	0.75	0.85	1.00	1.10	1.15	1.10	1.05	1.00	0.30	0.80	0.65
Prairies	0.50	0.60	0.75	0.85	0.90	0.92	0.82	0.90	0.88	0.80	0.65	0.55
Noyers	0.10	0.15	0.20	0.45	0.70	0.95	1.00	0.85	0.65	0.65	0.30	0.15
Vigne	0.20	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	0.80	0.75	0.65	0.50	0.35	0.20



5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (en mm/ln de profondeur) QUAND ET<sub>crab</sub> = 5-6 mm/jour

Cultures	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable <sup>1</sup>	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m <sup>2</sup>		
			T. fin	T. moyenne	T. grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	55
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot <sup>2</sup>	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Tréfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Carao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Courcoubre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers exot.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin <sup>2</sup>	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales <sup>2</sup>	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céréf. d'hiver <sup>2</sup>	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Garou	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Mais <sup>2</sup>	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Mais-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignon	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho <sup>2</sup>	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave sucr.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Cane à sucre <sup>2</sup>	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol <sup>2</sup>	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Potato douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
Tabac - tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	80	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

<sup>1</sup> Quand ET<sub>crab</sub> < 3 mm/jour, augmenter les valeurs de 30 % ; quand ET<sub>crab</sub> > 8 mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2.45/m).

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

Sources: Taylor (1965), Smart et Hagan (1972), Saher et Goods (1967), Rijssen (1965), etc.

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



UNITE TUBE

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

TUBES PEHD : PN 06				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
-	Ø20	-		PE80
13003	Ø25	-	36,28	42,45
13006	Ø32	-	48,36	56,67
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58
13012	Ø50	2.4	88,25	114,95
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49
13018	Ø75	3.6	225,21	263,49
13022	Ø90	4.3	296,03	346,35
13028	Ø110	4.0	357,86	418,70
13041	Ø125	-	473,06	553,50
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 381,17
13050	Ø250	9.1	1 950,00	2 281,5
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6
13039	Ø400	14.5	5 134,24	6 007,06
13011	Ø500	19.1	8 938,13	10 617,61
13012	Ø630	24.1	12 682,80	14 838,53

TUBES PEHD : PN 10				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3013000	Ø20	-	29,07	34,01
P3013004	Ø25	2.5	38,28	44,79
P3013007	Ø32	2.5	55,48	64,91
P3013010	Ø40	3.0	84,10	98,40
P3013013	Ø50	3.7	125,26	148,25
P3013016	Ø63	4.7	209,69	245,34
P3013019	Ø75	5.6	300,50	351,59
P3013023	Ø90	5.4	359,09	420,14
P3013026	Ø110	6.6	540,50	622,39
P3013028	Ø125	7.4	660,13	772,35
P3013031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43
P3013033	Ø200	11.9	1 660,84	1 931,48
P3013035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15
P3013041	Ø315	18.7	4 093,87	4 789,47
P3013038	Ø400	23.7	6 698,74	7 837,53
P3013049	Ø500	29.7	10 182,51	11 878,44
P3013048	Ø630	37.4	15 738,79	18 414,38

TUBES PEHD : PN 16				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
05	Ø20	2.3	32,18	37,66
05	Ø25	2.8	50,85	59,49
08	Ø32	3.6	78,51	91,86
11	Ø40	4.5	120,95	141,51
16	Ø50	5.6	188,28	220,29
27	Ø63	7.1	297,95	348,60
35	Ø75	8.4	407,8	477,13
44	Ø90	9.2	510,71	597,83
70	Ø110	10,8	767,19	895,91
9	Ø125	11.4	967,80	1 132,44
2	Ø160	14.6	1 660,00	1 828,20
4	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24
15	Ø250	22.7	3 816,00	4 483,55
1	Ø315	28.6	5 880,00	6 844,50
1	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40
1	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87
1	Ø630	57.2	23 123,60	27 054,50

TUBES PEHD : PN 20				
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML
P3013101	Ø20	2.3	38,01	44,67
P3013102	Ø25	3.0	53,29	62,35
P3013103	Ø32	3.6	82,22	96,20
P3013104	Ø40	4.5	128,16	149,94
P3013106	Ø50	5.6	200,7	234,82
P3013106	Ø63	7.1	338,73	396,31
P3013107	Ø75	8.4	447,35	523,40
P3013108	Ø90	10.1	627,09	733,70
P3013109	Ø110	12.3	948,86	1 110,17
P3013110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,23
P3013111	Ø160	17.9	1 947,59	2 278,58
P3013112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39
P3013113	Ø250	27.9	4 846,33	5 676,21
P3013114	Ø315	35.2	7 685,88	8 975,48
P3013115	Ø400	44.7	12 110,03	14 188,74
P3013094	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,86
-	Ø630	-	-	-

\* Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Couronnes (Boulaux) de 100 ML.  
 \* Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.  
 \* Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 96 ML.

**SARL K-PLAST**  
Transformation de Plastique  
Cité du 1<sup>er</sup> Novembre 1954  
BOUSSAIS S.F.T.E

Fiche des prix des conduites PEHD