



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Dimensionnement du périmètre de la ferme pilote  
Bellalia-Ahmer El Ain à partir du barrage Bouroumi  
Wilaya de Tipaza.**

**Présenté par :**

**Mr. FETTAM Djillali**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr. MEDDI Mohamed	Professeur	Président
Mr. YAHIAOUI Samir	MAA	Examinateur
Mme. SAIL Nadhira	MAA	Examinatrice
Mme. AZIEZ Ouahiba	MAA	Promotrice

**Session Octobre 2020**

## *Dédicace :*

*Je dédie ce travail*

*A mes très chers parents que je ne pourrais jamais assez les remercier car  
leur affection, leur bienveillance et leur présence à mes cotés  
sont la source de ma force.*

*A mes chères sœurs: Ibtissem, Amira, Asmaa et Alaa.*

*Une spéciale dédicace à ma grand-mère et ma grande famille*

*A mes amis*

*et tous ceux qui m'aiment et qui m'aident*

*Une spéciale dédicace à mon ami Hafidi Mohamed Amine*

*Je vous remercie de tout mon cœur, et vous souhaite tout le bonheur du monde.*

*Que dieu vous garde pour moi.*

*Fettam djillali*

## **Remerciement :**

*Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné cette ambition, force, volonté et courage pour réaliser ce modeste travail qui a été fait avec amour, passion et honnêteté.*

*Ensuite je tiens à remercier mes chers parents, qui se sont donné cœurs et âmes pour que je réussisse, qui m'ont aidé moralement et financièrement, et qui m'ont toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même.*

*Toute ma gratitude à ma promotrice **M<sup>me</sup> AZIEZ Ouahiba** pour sa disponibilité, son aide et ses conseils.*

*Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.*

*Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.*

*Sans oublier mes amis qui m'ont beaucoup encouragé, et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

## ملخص :

إن الهدف من إنجاز مذكرتنا، يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية، الذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية للمزرعة النموذجية « بلعلية » المتواجدة في بلدية حمر العين ولاية تيبازة، وذلك بانتهاج تسيير أنجع للموارد المائية واستغلال أفضل لتقنيات السقي، وهذا لن يكون إلا عن طريق أنظمة السقي الحديثة والتي نذكر منها السقي بالتقطير و الرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة، نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي الحديث وما يميزها من محاسن وإيجابيات، خاصة الاقتصاد المعتبر للمياه والتي أعطت نتائج هامة في هذا الميدان.

## Résume :

Notre projet rentre dans le cadre de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués; l'objectif étant d'augmenter le rendement agricole de la ferme pilote « Bellalia » de l'Ahmer El Ain situé dans la wilaya de Tipaza.

Pour cela, l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation est l'une des solutions pour assurer une meilleure gestion des ressources en eau. Nous adoptons des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation par l'asperseur et localisée par goutte à goutte. Ces systèmes présentent de multiples avantages, sur la rentabilité et l'économie de l'eau.

## Abstract

The objective of this work concerns the current planning and management policy of the farm « Bellalia » in the province of Ahmer El Ain, Tipaza. It is the problem of increasing crop production in order to develop a sector that can respond to local needs, and to reduce food imports. This is through the use of better irrigation which depends on the climatic and soil characteristics of our farm. The drop by drop and spray irrigation techniques proved their reliability.



# Sommaire

---

## Sommaire

Introduction général .....	1
----------------------------	---

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

1	Introduction .....	2
2	Situation géographique.....	2
2.1	Situation géographique de la wilaya de TIPAZA.....	2
2.2	Situation géographique de la zone d'étude.....	3
2.3	Présentation du périmètre de la plaine Mitidja.....	3
3	Géologie .....	3
3.1	Stratigraphie.....	3
4	L'Hydrogéologie .....	5
5	La climatologie.....	6
5.1	Pluviométrie.....	6
5.2	Températures de l'air.....	6
5.3	Humidité relative .....	7
5.4	Le vent .....	8
5.5	Le sirocco .....	9
5.6	Insolation .....	9
5.7	Gel .....	10
6	Classification du climat.....	10
6.1	Indice de Martonne.....	10
6.2	Classification du climat selon le diagramme d'Emberger.....	11
6.3	Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen .....	12
7	Conclusion .....	12

# Sommaire

---

## Chapitre II : Ressource en sol

1	Introduction.....	13
2	Etude pédologique .....	13
3	Caractéristiques physiques du sol .....	13
4	Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols .....	16
5	Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre .....	16
6	Etude des aptitudes culturales .....	17
6.1	Cultures céréalière et fourragères .....	17
6.2	Culture maraichères .....	18
6.3	Cultures industrielles .....	18
6.4	Cultures arboricoles .....	18
7	Conclusion .....	19

## Chapitre III : Etude hydrologique et Ressource en eau

1	Introduction .....	20
2	Ressource en eau superficielle (Barrage Bouroumi).....	20
2.1	Caractéristiques hydraulique du Barrage Bouroumi.....	20
2.2	Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation.....	20
2.3	Le SAR [Sodium Absorption Ration] .....	21
2.4	La conductivité électrique.....	21
3	Etude climatologique.....	23
3.1	Introduction .....	23
3.2	Etude des pluies annuelles .....	23
3.3	Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	24
3.4	Ajustement statistique des pluies.....	26
3.4.1	Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale.....	26
3.4.2	Ajustement à la loi racine-normale .....	29

## Sommaire

---

3.4.3	Test de validité d'un ajustement.....	31
3.4.4	Détermination de l'année de calcul.....	34
4	Conclusion.....	35

### **Chapitre IV : Calcule les besoins en eau des cultures**

1	Introduction.....	36
2	Estimation des besoins en eau des cultures dans le périmètre .....	36
2.1	L'évapotranspiration.....	36
2.1.1	L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ).....	36
2.1.2	Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ET_o$ ).....	37
3	Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures ( $B_i$ ).....	42
3.1	Calcul de la pluie efficace.....	43
3.2	Choix des cultures .....	44
3.3	L'évapotranspiration réelle (ETR).....	44
3.4	Calcul des besoins en eau des céréales .....	45
3.5	Calcul des besoins en eau des maraichages .....	46
3.6	Calcul des besoins en eau arboriculture.....	47
4	Calcul du débit spécifique ( $q_s$ ).....	49
5	Évaluation du débit caractéristique ( $Q_{car}$ ) .....	50
6	Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	50
7	Conclusion.....	51

### **Chapitre V : dimensionnement du réseau d'adduction et distribution**

1	Introduction .....	52
2	Découpage des îlots d'irrigation.....	52
2.1	Taille des îlots d'irrigation.....	53
2.2	Le plan de bornage.....	53
2.3	Choix du tracé.....	53

## Sommaire

---

3	Calcul du Débits aux bornes.....	54
3.1	Choix du diamètre et du type des bornes.....	54
4	Schéma d'aménagement hydro-agricole .....	56
4.1	Schéma d'adduction .....	56
5	Dimensionnement du réseau de distribution .....	56
5.1	Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire .....	56
5.2	Vitesses admissibles .....	57
5.3	Choix du matériau des conduites.....	57
5.4	Caractéristiques des canalisations.....	57
5.5	Calcul des diamètres .....	58
5.6	Calcul des pertes de charge : .....	58
6	Dimensionnement de la bêche de distribution .....	63
7	Etablissement des profils en long.....	64
7.1	Pièces spéciales.....	64
7.1.1	Vannes de sectionnement .....	64
7.1.2	Ventouses .....	64
7.1.3	Vidange : .....	65
8	Conclusion.....	65

### **Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation**

1	Introduction.....	66
2	Choix des techniques d'irrigation .....	66
3	Différentes techniques d'arrosages .....	66
3.1	Irrigation gravitaire .....	66
3.2	Irrigation sous pression.....	69
3.2.1	Irrigation par aspersion.....	69
3.2.2	Irrigation localisée (Goutte à goutte).....	71
4	Choix de la technique d'arrosage .....	72

# Sommaire

---

5	Conclusion.....	74
<b>Chapitre VII : Dimensionnement à la parcelle</b>		
1	Introduction.....	75
2	Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte .....	75
2.1	Données générales .....	75
2.2	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	76
2.2.1	Les besoins journaliers .....	76
2.2.2	Besoin journalier en tenant compte de la réduction $K_r$ .....	76
2.2.3	Dose nette (dose pratique).....	77
2.2.4	Fréquence des arrosages.....	77
2.2.5	La durée d'arrosage par heures .....	78
2.2.6	Durée d'arrosage journalier.....	78
2.2.7	Nombre de poste.....	78
2.2.8	Surface de la parcelle arrosée par un (01) poste.....	78
2.3	Calculs hydrauliques.....	79
2.3.1	Condition hydraulique.....	79
2.3.2	Le débit.....	79
2.3.3	Le nombre d'arbres par rampe : .....	80
2.3.4	Le nombre de goutteurs par rampe :.....	80
2.3.5	Le nombre des rampes : .....	80
2.3.6	Débit de la rampe : .....	80
2.3.7	Débit de la porte rampe :.....	80
2.3.8	Le nombre de porte rampe : .....	80
2.4	Dimensionnement des canalisations du réseau : .....	80
2.4.1	Porte-rampes : .....	81
2.4.2	Les rampes : .....	81
2.4.3	Le diamètre :.....	81
2.4.4	La pression d'eau a la borne de distribution.....	82
3	Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion .....	83
3.1	Données générales : .....	83
3.1.1	Calcul de la Dose pratique : .....	83

## Sommaire

---

3.2	Dimensionnement théorique :.....	84
3.2.1	Calcul du diamètre de l'ajutage :.....	84
3.2.2	calcul de la porté du jet (L) : .....	84
3.2.3	Ecartement entre les rampes et les arroseurs :.....	85
3.2.4	Calcul du debit de l'asperseur :.....	85
3.2.5	Verification de la pluviometrie de la buse : .....	85
3.2.6	Calcul du tour d'eau :.....	85
3.2.7	Calcul de l'unité d'arrosage <b>Su</b> : .....	86
3.2.8	Nombre d'asperseurs requis :.....	86
3.2.9	Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :.....	86
3.3	Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes : .....	87
3.3.1	La longueur de la rampe / porte rampe : .....	87
3.3.2	Le nombre d'asperseurs par rampe : .....	87
3.3.3	Nombre de rampes : .....	87
3.3.4	Débit des rampes :.....	87
3.3.5	Débit de la porte rampe :.....	87
3.3.6	Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe : .....	87
3.3.7	Calcul des pertes de charge :.....	88
3.4	Calcul de la pression en tête du réseau :.....	89
4	Conclusion :.....	89

## Chapitre VIII : Calcul technico-économique

1	Introduction .....	90
2	Différents travaux à entreprendre :.....	90
2.1	Travaux concernant le réseau distribution :.....	90
2.2	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution : .....	91
2.2.1	Calcul du volume de terrassement : .....	91
A)	Largeur du fond de la tranchée : .....	91
B)	Profondeur de la tranche :.....	91
C)	Section de la tranchée : .....	92
D)	Volume de lite du sable : .....	92
E)	Volume du Déblai :.....	93

## Sommaire

---

F)	volume de Remblai : .....	93
3	Conclusion.....	96
	Conclusion général.....	97

# Liste des figures

---

## Liste des figures :

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

Figure I.1	Localisation géographique de la Wilaya de Tipaza.....	2
Figure I.2	Carte géologique simplifiée de la Mitidja «ANRH Blida, 2006» .....	4
Figure I.3	carte de réseau hydrographe de Mitidja ouest «ONID Tipaza,2006» .....	5
Figure I.4	Répartition des températures moyennes pour la période 1990-2016 .....	7
Figure I.5	graphe de l'humidité relative.....	8
Figure I.6	Graphe des vitesses de vent.....	9
Figure I.7	Diagramme bioclimatique d'Emberger .....	11
Figure I.8	Diagramme ombrothermique .....	12

### Chapitre III : Etude hydrologique et Ressource en eau

Figure III.1	Diagramme de classification des eaux d'irrigation. ....	22
Figure III.2	Les résultats de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normal .....	28
Figure III.3	Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles à loi normal .....	28
Figure III.4	Les caractéristique de de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normale.....	29
Figure III.5	L'ajustement graphique à la loi racine-normale.....	31

### Chapitre IV : Calcule les besoins en eau des cultures

Figure IV.1	Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo).....	42
-------------	--	----

### Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation

Figure VI.1	Irrigation par submersion .....	68
Figure VI.2	Irrigation à la raie .....	69
Figure VI.3	Irrigation par aspersion.....	70
Figure VI.4	Irrigation par goutte à goutte .....	72

### Chapitre VIII : Calcul technico-économique

Figure VIII.1	Schéma d'une tranchée.....	92
---------------	----------------------------	----



# Liste des tableaux

---

## Liste des tableaux :

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

Tableau I.1.	les caractéristiques de la station météorologique «ANRH Blida».....	6
Tableau I.2.	Les pluies moyennes mensuelles pour la période 1990-2017« ANRH Blida»	6
Tableau I.3.	Les Températures moyennes interannuelles « ONM Alger» .....	7
Tableau I.4.	Humidité relative moyenne pour la période 1990-2016 « ONM Alger».....	8
Tableau I.5.	Vitesse du vent moyenne «ONM Alger».....	8
Tableau I.6.	Nombre de jours moyens de sirocco «ONM-Alger» .....	9
Tableau I.7.	Moyenne mensuelle de l'insolation «ONM Alger» .....	9
Tableau I.8.	Nombre moyen de jours de gelée «ONM Alger» .....	10
Tableau I.9.	Classification du climat selon de Martonne .....	10

### Chapitre II : Ressource en sol

Tableau II.1	Résultats des analyses physico-chimiques « ANRH-Alger» .....	15
Tableau II.2	Propriétés hydrodynamiques des sols .....	17
Tableau II.3	Cultures céréalières et fourragères.....	17
Tableau II.4	cultures maraîchères .....	18
Tableau II.5	Cultures industrielles .....	18
Tableau II.6	Aptitudes culturales pour espèces arboricoles .....	19

### Chapitre III : Etude hydrologique et Ressource en eau

Tableau III.1	les caractéristiques de l'eau d'irrigation .....	21
Tableau III.2	Classification des eaux en fonction du S.A.R.....	21
Tableau III.3	Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique .....	22
Tableau III.4	Pluies moyennes mensuelles observées (1990-2016) «ANRH Blida».....	23
Tableau III.5	Test d'homogénéité de la série pluviométrique d'Ahmer El Ain.....	25
Tableau III.6	Ajustement à la loi racine-normale.....	30
Tableau III.7	Table de Pearson de $\chi^2$ .....	33
Tableau III.8	Test de validité de l'ajustement.....	33
Tableau III.9	Détermination de l'année de calcul .....	34
Tableau III.10	Détermination des pluies moyennes mensuelles de fréquence de 80% .....	35

## Liste des tableaux

---

### **Chapitre IV : Calcule les besoins en eau des cultures**

Tableau IV.1	Les coefficients culturaux (KC) des différentes cultures .....	37
Tableau IV.2	Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures .....	43
Tableau IV.3	Précipitation efficace dans la zone d'étude .....	43
Tableau IV.4	Occupation de l'aire d'étude.....	44
Tableau IV.5	Calcul des besoins en eau du Blé.....	45
Tableau IV.6	Calcul des besoins en eau de l'orge.....	46
Tableau IV.7	Calcul des besoins en eau de tomate.....	46
Tableau IV.8	Calcul des besoins en eau de pomme de terre .....	47
Tableau IV.9	Calcul des besoins en eau d'oranger.....	47
Tableau IV.10	Calcul des besoins en eau de raisins .....	48
Tableau IV.11	Calcul des besoins en eau de pêcher .....	48
Tableau IV.12	Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm). .....	49
Tableau IV.13	Besoins en eau totaux en m <sup>3</sup> .....	51

### **Chapitre V : dimensionnement du réseau d'adduction et distribution**

Tableau V.1	Type de bornes en fonction de superficies des ilots .....	56
Tableau V.2	Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.....	56
Tableau V.3	Les paramètres de perte de charge.....	60
Tableau V.4	Calculs hydrauliques du réseau de distribution .....	61
Tableau V.5	Choix de la ventouse.....	65
Tableau V.6	Choix de la vidange .....	66

### **Chapitre VI : Choix de la technique d'irrigation**

Tableau VI.1	Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage .....	74
--------------	--	----

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

Tableau VII.1	Tableau récapitulatif.....	84
Tableau VII.2	Résultat du calcul pratique d'aspersion.....	90

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

Tableau VIII.1	Quantité des travaux de terrassement.....	94
Tableau VIII.2	Cout des travaux de terrassement.....	94
Tableau VIII.3	Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	95
Tableau VIII.4	Fourniture de pose des pièces spéciales.....	96

## Liste des planches

---

**Planche 01 :** Plan de situation du périmètre de la ferme pilote Bellalia commune Ahmer EL Ain wilaya de Tipaza ;

**Planche 02 :** Plan d'occupation du sol du périmètre de la ferme pilote Bellalia ;

**Planche 03 :** Plan de distribution du périmètre de la ferme pilote Bellalia ;

**Planche 04 :** Profil en long du réseau d'irrigation du périmètre de la ferme pilote Bellalia ;

**Planche 05 :** Plan du réseau d'irrigation par aspersion sur la parcelle N 23 du périmètre de la ferme pilote Bellalia ;

**Planche 06 :** Plan du réseau d'irrigation par goutte à goutte sur la parcelle N 06 du périmètre de la ferme pilote Bellalia ;

## Introduction générale

L'agriculture, une activité traditionnelle et fondamentalement vitale, est à l'origine de l'émergence des civilisations et donc du développement qui s'en est suivi. Elle s'était développée là où les conditions hydro-pédologiques étaient naturellement aptes à la culture. Ainsi les anciens peuples se sont sédentarisés en pratiquant l'irrigation pour subvenir à leurs besoins vitaux de plus en plus croissants et se prémunir des éventuelles années de « vaches maigres ».

Aujourd'hui, la sécheresse qui a commencé à sévir depuis plusieurs décennies (Les années 80) et une pluviométrie capricieuse rendent le problème de l'eau particulièrement difficile.

En effet, les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, au détriment de l'agriculture.

La situation de l'agriculture en Algérie reste très délicate, la production agricole est étroitement liée à l'intensification de l'agriculture qui ne peut se faire qu'à partir des systèmes d'irrigation modernes.

Une grande partie de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures sensibles ou délicates. Le développement de l'agriculture est encore loin et va dépendre de la réalisation d'infrastructures hydrauliques, du renouvellement des populations agricoles et de la gestion des secteurs agricoles.

Le développement nécessite la mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau de toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau (barrages, réseaux d'irrigation et l'épuration des eaux usées...).

Le présent travail a pour objectif dimensionnement du réseau d'irrigation de **la ferme pilote Bellalia**.

Ainsi, afin de répondre à cet objectif, une étude détaillée de la climatologie et de la pédologie du site sera détaillée dans les chapitres **I** et **II**, l'analyse des ressources en eau et les besoins en eau des cultures seront détaillés dans les chapitres **III** et **IV**.

Ce qui permettra dans les derniers chapitres de dimensionner le réseau d'irrigation dans la ferme pilote et au même temps en utilisant les systèmes d'irrigation par aspersion et goutte à goutte.

En fin une analyse technico économique sera nécessaire pour évaluer le cout de projet de dimensionnement du réseau d'irrigation.

**Chapitre I :**  
**« Présentation de la zone d'étude »**

## 1 Introduction

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du milieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi eux, nous citons : les données climatiques, ainsi que les paramètres agronomiques de la zone d'étude qui vont nous permettre de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation du réseau d'irrigation. Le site d'étude est situé dans la commune d'Ahmer El Ain wilaya de Tipaza qui est une région à vocation agricole.

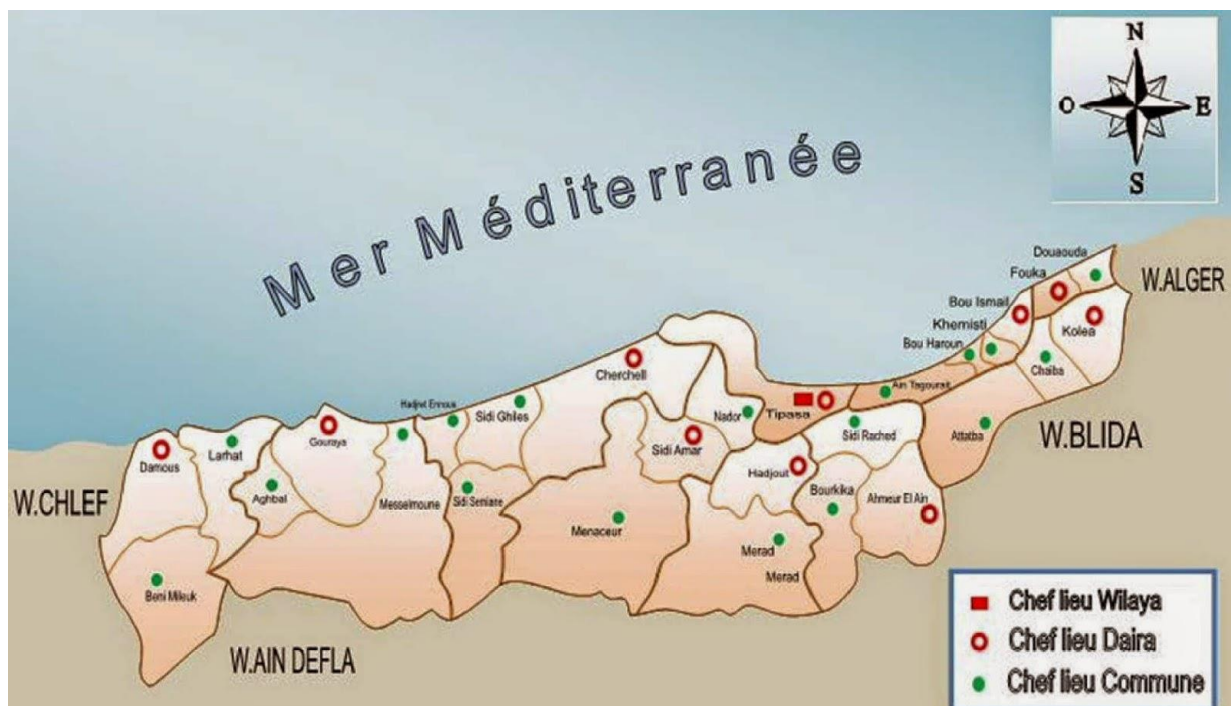
## 2 Situation géographique

### 2.1 Situation géographique de la wilaya de TIPAZA

La wilaya de Tipaza est une wilaya située au Nord-Ouest du pays, Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1 707 km<sup>2</sup>. La wilaya de Tipaza est limitée par :

- Au nord, par la méditerranée.
- A l'ouest, par la wilaya de Chlef.
- A l'est, par la wilaya d'Alger.
- Au sud, par les wilayas d'Ain Defla et Blida.

Administrativement la wilaya de Tipaza est composée de 10 daïra et 28 communes.



**Figure I.1 Localisation géographique de la Wilaya de Tipaza**  
(Source : Découpage administratif de l'Algérie & Monographie)

**2.2 Situation géographique de la zone d'étude**

La région d'étude est située dans la partie ouest de la plaine Mitidja. La ferme pilote de Bellalia qui couvre une superficie de 312 Ha et se situe à la wilaya de Tipaza commune de Ahmer El Ain.

Ce périmètre est limité par :

- Au nord, cité ben omar ;
- A l'ouest, ville de Ahmer El Ain ;
- A l'est, cité maameri ;
- Au sud, Route Nationale N 42 ;

Notre périmètre est repéré par les coordonnées UTM Suivantes (Planche 01/06) :

X : 459.100 et 461.600

Y= 4036.600 et 4038.100

**2.3 Présentation du périmètre de la plaine Mitidja**

La Mitidja est une vaste plaine d'Algérie situé dans le nord, elle couvre une superficie de 1450 km<sup>2</sup> avec une longueur moyenne de 100 Km une largeur variant de 10 à 18 Km et une altitude moyenne de 100 m. Elle est située entre les longitudes 2°32'00'' à 3°19'00'' et les latitudes 36°25'17'' à 36° 47'40 ''.

La plaine de la Mitidja est répartie sur quatre wilayat Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes.

**3 Géologie**

La Mitidja est une vaste plaine de 1300km<sup>2</sup> subsidente qui renferme deux niveaux aquifères : La formation de l'Astien et les alluvions du Quaternaire (Soltano-tensifien) qui reposent sur les marnes du Plaisancien formant la limite étanche de presque tout le bassin.

Ces deux aquifères sont séparés par la formation semi-perméable du Villafranchien appelée parfois les marnes d'El-Harrach.

La zone d'étude se trouve sur des formations quaternaires représentées par les alluvions argileuses de la Mitidja qui se sépare de quelques centaines de mètres des formations anciennes de l'Atlas.

**3.1 Stratigraphie**

Le cadre géologique local est caractérisé par la série lithostratigraphique suivante (Figure I.2) :

- **Miocène et roches plus anciennes** : Ces roches sont présentées en profondeur et affleurent par endroits dans les piedmonts Nord de l'Atlas. Les types de roches les plus communément rencontrées sont les roches argileuses contenant des schistes argileux des argilites et des argiles.
- **Le Plaisancien**: Formé essentiellement de marnes bleues avec localement des bancs de grès faiblement glauconieux. Cet étage peut atteindre une puissance considérable (>200m). Les affleurements sont visibles uniquement dans les collines du Sahel.
- **l'Astien** : Il est bien développé sur le versant sud du Sahel et apparaît très peu sur la bordure sud de la Mitidja. Épaisse de 100 à 200 m, la formation de l'Astien se présente sous différents faciès :
  - Un faciès marno-sableux,
  - Un Faciès calcaro-gréseux,
  - Un faciès gréseux et sableux.
- **Le Calabrien-villafranchien** (formation d'El Harrach) : Cette formation connue sous le nom de marnes d'El Harrach est une séquence relativement uniforme d'argiles plastiques jaunâtres ou grises se développant sur une puissance de 200m.
- **Le Soltamo-tensiftien** (Formation de la Mitidja) : Cet étage est constitué principalement de matériaux grossiers : graviers et galets avec des limons ou des argiles. Ces dépôts, représentés dans toute la plaine (à l'exception de la partie occidentale) constituent la formation de la Mitidja puissante de 100 à 200m.
- **Le Flandrien-Rharbien** (Formations du Mazafran et de Halloula) : Ces formations sont constituées de limons gris et d'argiles marneuses que l'on rencontre dans les terrains bas de la plaine de la Mitidja. La formation de Halloula se situe à l'ouest des oueds Djer et Bouroumi où elle occupe la zone de l'ancien lac de Halloula.
- **Les dépôts récents** : Ceux-ci comprennent des dépôts de sables dunnaires en bordure de la baie d'Alger, de sables et graviers des lits des oueds actuels et de dépôts divers des piémonts de l'Atlas.

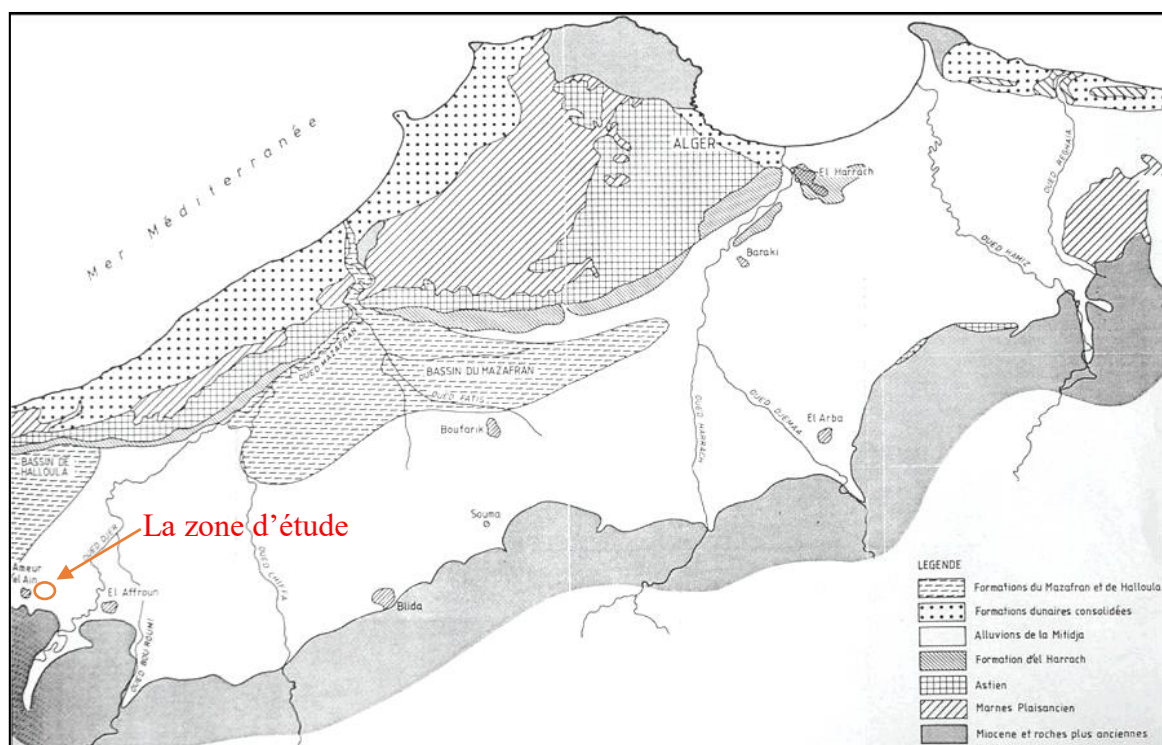


Figure I.2 Carte géologique simplifiée de la Mitidja «ANRH Blida, 2006»



#### 4 L'Hydrogéologie

Au niveau de la Mitidja, comme dans les environs d'Ahmer El Ain, nous notons la présence de deux ensembles aquifères, ou plus exactement deux nappes l'une superficielle nommée nappe quaternaire, la deuxième nappe, nommée sous le nom de nappe des grés astiens. Ces deux nappes sont séparées par un niveau argileux, appelé communément marnes jaunes, ou de maisons carrées.

Dans le cadre de la surveillance périodique de la fluctuation des eaux souterraines de la nappe de la Mitidja, un réseau de surveillance représenté par des puits forages et piézomètres, permet de suivre les fluctuations de la nappe dans ses différentes localités. (ANRH, 2006)

Notons que deux campagnes de mesure du niveau de la profondeur de la nappe sont effectuées régulièrement, une en période des « hautes eaux » et l'autre en période des « basses eaux ».

La comparaison entre les deux campagnes, a mis en évidence l'abaissement du niveau de la profondeur de la nappe de la Mitidja. Due essentiellement au pompage continu au niveau de Cette baisse de la surface piézométrique s'expliqua aussi par plusieurs facteurs à savoir (ANRH, 2006):

- Longue période de sécheresse combinée à une importante prolifération des forages.
- Le commencement précoce de l'irrigation dû à cette sècheresse.
- Importance des surfaces irrigables.
- La déperdition des eaux par ruissellement.

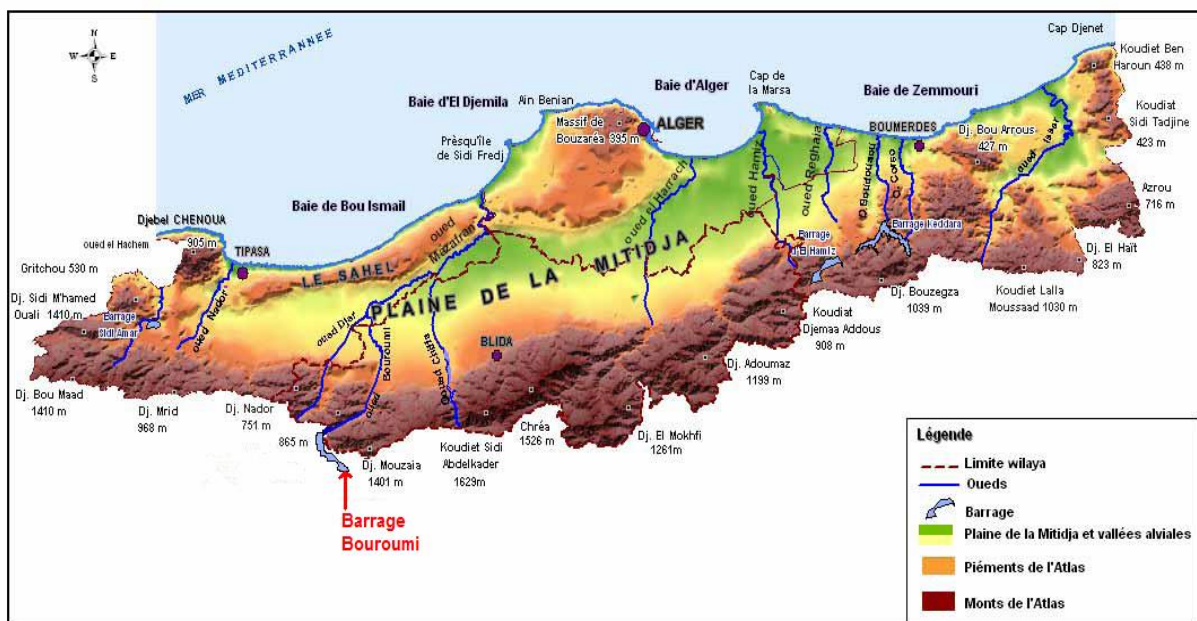


Figure I.3 carte de réseau hydrographe de Mitidja ouest «ONID Tipaza, 2006»

## 5 La climatologie

L'étude du climat, est une étape primordiale dans les projets hydro-agricoles, puisqu'elle permet de quantifier les paramètres intervenant dans le choix des cultures et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les différents éléments caractérisant le climat, sont principalement : les précipitations, la température, le vent, l'humidité relative de l'air, l'insolation.

### Choix de la Station météorologique :

Dans ce qui suit nous présentons les paramètres météorologiques sur la base des données obtenues au niveau de la station de Ahmer El Ain qui de par sa situation géographique, qui représente le mieux la région d'étude. Les caractéristiques de la station d'AHMER EL AIN sont détaillées si dessous

**Tableau I.1. les caractéristiques de la station météorologique «ANRH Blida»**

Code station	Nom station	Coordonnées cartésiennes	Altitude
021020	Ahmer El Ain	X : 488.1 Y : 352.75	Z : 120

### 5.1 Pluviométrie

Le tableau ci-après présente la pluviométrie mensuelle moyenne. Les valeurs moyennes mensuelles de pluviométrie correspondante à la période 1990 à 2017, de la station pluviométrique d'Ahmer El Ain.

**Tableau I.2. Les pluies moyennes mensuelles pour la période 1990-2017« ANRH Blida»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	Aout	sep	Oct	nov	dec	tot
Pluie (mm)	87.62	62.78	64.44	51.02	32.9	5.42	1.73	1.34	16.22	33.75	73.28	91.23	521.73

### 5.2 Températures de l'air

La température est un facteur climatique très important qui joue un rôle dans les projets d'irrigation, car elle conditionne l'évapotranspiration des cultures, et donc le développement des plantes.

Les températures de l'air moyennes et extrémales sur le territoire envisagé sont données par le tableau ci-dessous :

**Tableau I.3. Les Températures moyennes interannuelles « ONM Alger»**

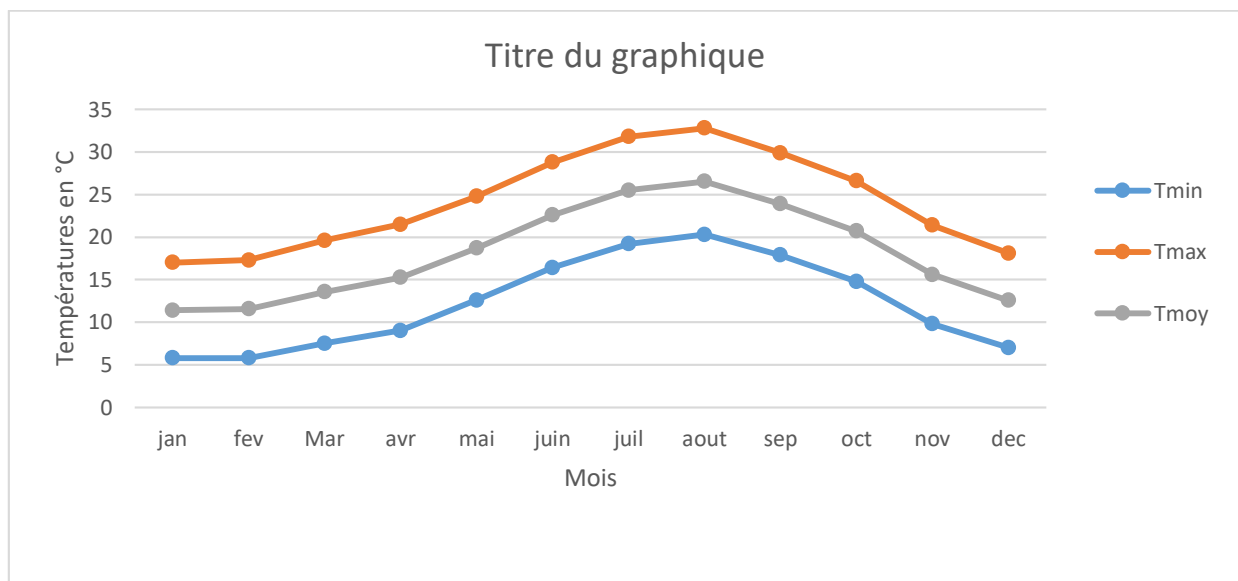
Mois	jan	Fev	Mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Dec
<b>Tmin(°C)</b>	5.8	5.8	7.5	9.0	12.6	16.4	19.2	20.3	17.9	14.8	9.8	7.0
<b>Tmax(°C)</b>	17.0	17.3	19.6	21.5	24.8	28.8	31.8	32.8	29.9	26.6	21.4	18.1
<b>Tmoy(°C)</b>	11,4	11,6	13,6	15,23	18,7	22,6	25,5	26,6	23,9	20,7	15,6	12,6

Avec :

**T max (°C)** : Moyenne de tous les maxima observés pour chaque mois.

**T min (°C)** : Moyenne de tous les minima observés pour chaque mois.

**Tmoy (°C)** : Moyenne mensuelle.



**Figure I.4 Répartition des températures moyennes interannuelles pour la période 1990-2016**

**Interprétation :**

L'examen des données relatives aux températures (Tableau I.3) révèle que le régime thermique se caractérise par des températures élevées en été et modérées en hiver. Les températures maximales sont enregistrées en juillet 31,8°C et août 32,8°C. Les basses températures se manifestent en janvier et février 5,8°C.

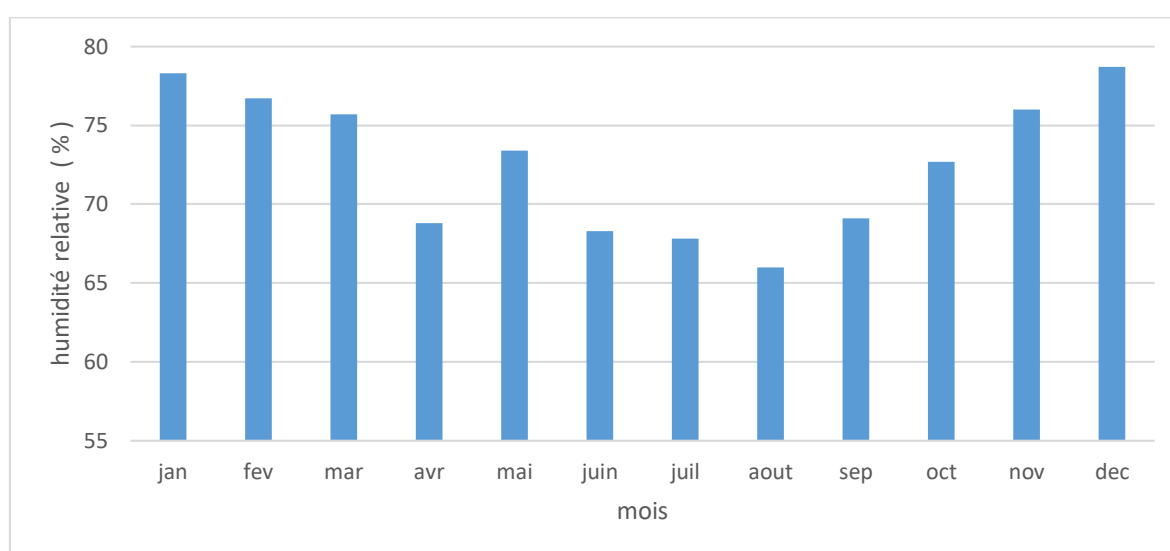
**5.3 Humidité relative**

Il faut noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal. L'humidité relative mensuelle moyenne est présentée au tableau suivant :

**Tableau I.4. Humidité relative moyenne interannuelle pour la période 1990-2016 « ONM Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>Humidité (%)</b>	78.3	76.7	75.7	68.8	73.4	68.3	67.8	66.0	69.1	72.7	76.0	78.7

L'humidité relative est caractérisée par une moyenne annuelle (72.6%). Les valeurs minimales peuvent atteindre 66.0%, elles sont observées en Août. Les valeurs maximales sont observées aux mois de Décembre et janvier peuvent atteindre 78.7%.



**Figure I.5 graphe de l'humidité relative**

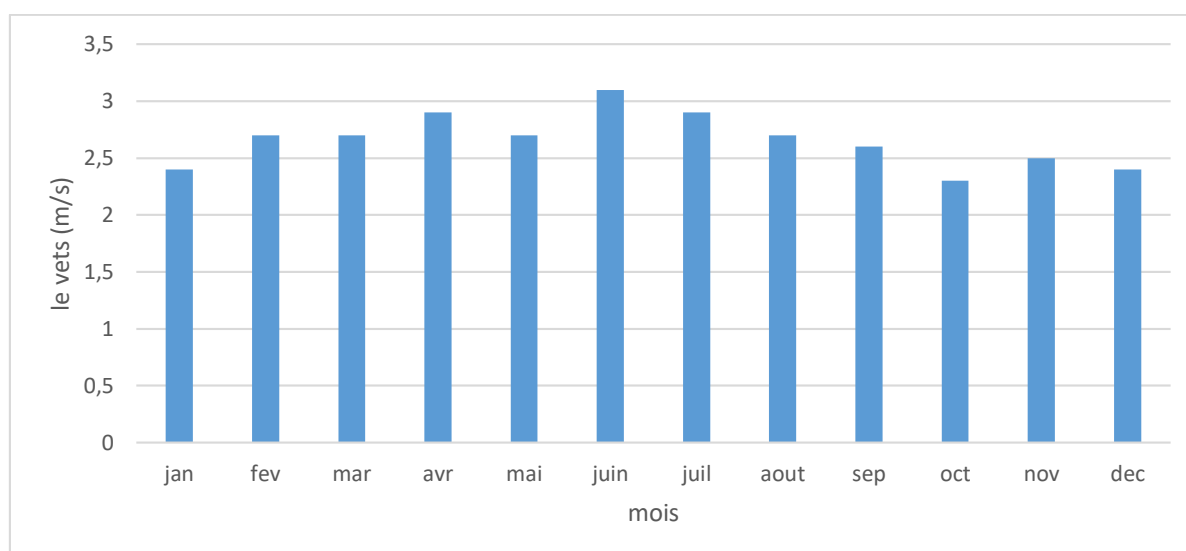
## 5.4 Le vent

Les directions dominantes des vents sont celles de l'Ouest au Nord-Est. Les vents de l'Ouest sont dominants pendant l'automne, l'hiver et le début du printemps. La vitesse des vents est donnée par le tableau :

**Tableau I.5. Vitesse du vent moyenne «ONM Alger»**

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
<b>V(m/s)</b>	2.4	2.7	2.7	2.9	2.7	3.1	2.9	2.7	2.6	2.3	2.5	2.4

L'Analyse du tableau **montre** des vitesses relativement homogènes tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 2,7 m/s, cette valeur est relativement faible.



**Figure I.6** Graphe des vitesses de vent

## 5.5 Le sirocco

C'est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que des chutes de rendement, donc sa connaissance est primordiale pour le choix des espèces à préconiser dans le périmètre. Le nombre de jours de Sirocco est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau I.6.** Nombre de jours moyens de sirocco «ONM-Alger»

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Dec
jours	1.09	0.52	1.50	1.04	0.70	0.87	0.88	1.13	1.33	2.46	2.09	1.17

## 5.6 Insolation

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau I.7.** Moyenne mensuelle de l'insolation «ONM Alger»

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
Moy (h/j)	5.62	6.18	6.91	7.28	8.50	9.74	10.55	9.64	8.06	7.14	5.60	5.15

## 5.7 Gel

Les gelées apparaissent à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril. Le nombre de jour de gelée enregistré est de 5.61 le maximum se trouve en janvier.

Tableau I.8. Nombre moyen de jours de gelée «ONM Alger»

Mois	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	dec
jours	5.61	5.00	2.63	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	2.70

## 6 Classification du climat

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui se basent essentiellement sur la température et la pluviométrie de la zone.

### 6.1 Indice de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

$$I_A = \frac{P}{T+10} \dots (I.1)$$

**Avec :**  $I_A$  : indice climatique.

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

**T** : température moyenne annuelle (°C).

Tableau I.9. Classification du climat selon de Martonne

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

Dans notre cas, nous avons :

$$I_A = \frac{521.73}{18.15 + 10} \approx 18.53$$

On a  $I_A = 18.53$  donc :  $10 < I < 20$

D'où notre climat est sec, on conclue que l'irrigation est souvent indispensable.

6.2 Classification du climat selon le diagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger s'exprime par la formule suivante

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

Avec :

**Q** : coefficient pluviométrique d'Emberger.

**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).

**M** : maximum des températures maximales (Kelvin).

**m** : minimum des températures minimales (Kelvin).

**Pour** : P=521.73 ; M= 32.8°C et m=5.8°C

$$Q = \frac{2 * 1000 * 521.73}{(32.8 + 273)^2 - (5.8 + 273)^2} = 66.11$$

On trouve : Q = 66.11

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure I.7), on peut dire que le climat de notre région est **un climat semi-aride**.

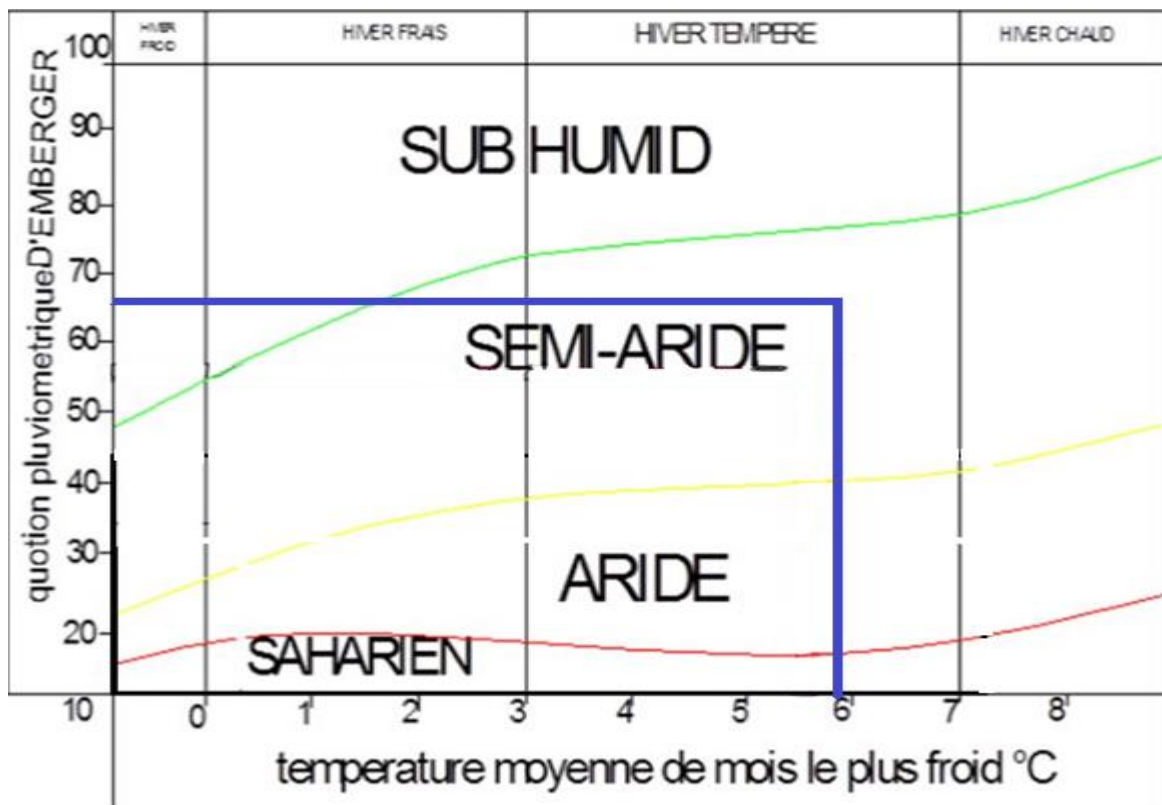


Figure I.7 Diagramme bioclimatique d'Emberger

### 6.3 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est-à-dire quand le rapport  $P/T > 2$ , ce diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche.

Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

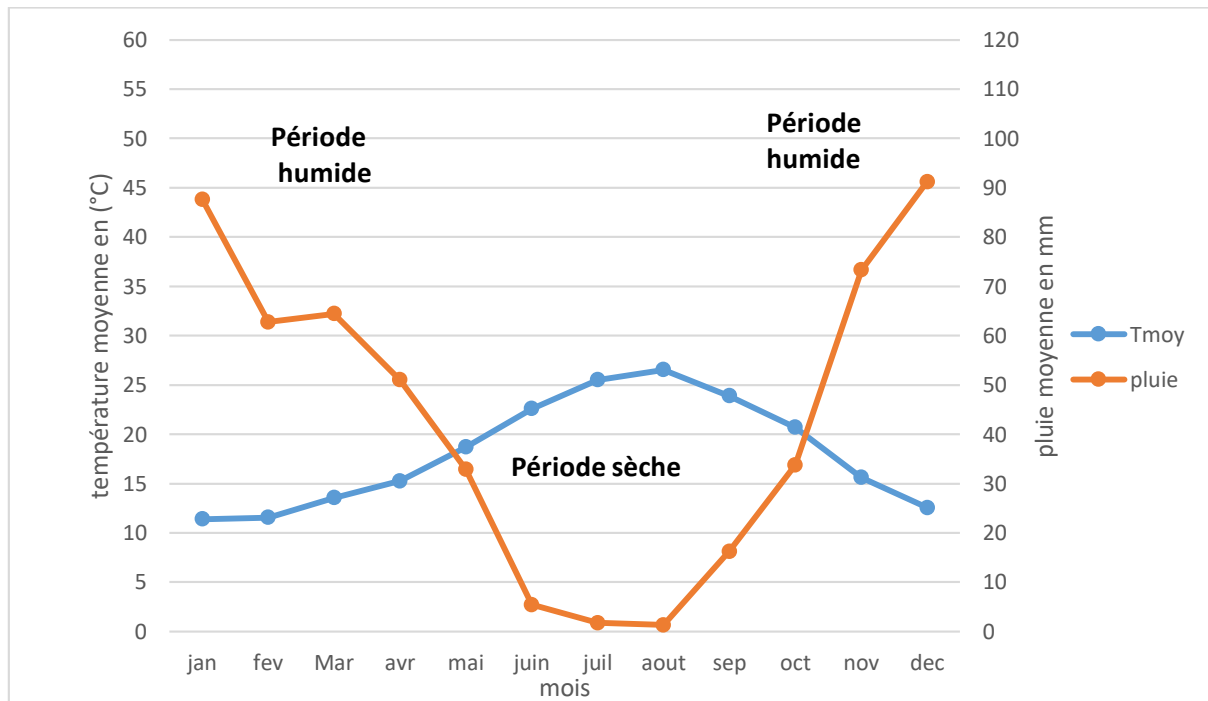


Figure I.8 Diagramme ombrothermique

## 7 Conclusion

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

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



**Chapitre II :**  
**« Ressource en sol »**

## 1 Introduction

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

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

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

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

## 2 Etude pédologique

La pédologie est une science qui étudie les caractéristiques du sol, elle est donc une phase primordiale dans tout projet d'aménagement agricole.

L'étude pédologique a pour objectif de :

- Evaluer la capacité des sols du secteur étudié à assurer un bon développement des cultures envisagées et à valoriser économiquement l'investissement.
- Estimer le degré de contribution des sols du périmètre à l'alimentation hydrique des plantes à irriguer.
- Choisir les techniques d'arrosage les plus adaptées aux conditions du sol et de culture (aspersion, goutte à goutte; submersion).
- Fixer les règles à respecter pour une conduite des arrosages dans le système.

## 3 Caractéristiques physiques du sol

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales : la texture et la structure.

➤ **Texture du sol**

La texture d'un sol, soit la répartition de la taille de ses éléments constitutifs. Elle est caractérisée par une courbe granulométrique. Cette courbe représente, en fonction du diamètre apparent, les proportions pondérales d'éléments de tailles inférieures et s'obtient en appliquant successivement diverses techniques de séparation (tamisage, sédimentation...) à un échantillon de sol.

➤ **Structure du sol**

La structure d'un sol peut être appréhendée sous l'angle du mode d'arrangement de ses particules élémentaires ou, de façon plus quantitative, par le réseau d'espaces lacunaires issus de cet arrangement.

L'état de structure est contrôlé par la porosité, qui est le rapport du volume des vides du sol et le volume total, exprimé en (%). Elle dépend de la texture des sols, et est déterminée par la formule suivante:

$$P = \frac{D - D_a}{D} \times 100 \dots\dots(\text{II.1})$$

Avec: **D** : Densité réelle.

**D<sub>a</sub>** : Densité apparente.

La connaissance et l'analyse des unités pédologiques qui composent la zone d'étude constituent une étape charnière de l'étude pédologique car elle fournit un diagnostic détaillé des différents constituants du sol, met en lumière toutes les contraintes possibles et susceptibles de limiter le type d'utilisation des terres et détermine avec d'autres facteurs du milieu (climat, topographie...) l'aptitude culturale du sol.

La prospection pédologique sur la zone d'étude est de procéder à la prise d'échantillons pour les analyser au laboratoire.

L'objectif de l'étude de sol est d'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en fournissant les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol, l'eau et la plante, qui conditionnent la conduite et l'organisation des apports d'eau.

D'après l'étude qui a été faite dans cette région et qui est établie par l'**ANRH**, on a résumé les caractéristiques physico-chimiques de notre profil dans le tableau suivant :

**Tableau II.1 Résultats des analyses physico-chimiques « ANRH-Alger»**

Profondeur (cm)	00-30	30-70	70-110	110-140
Argiles (%)	41	44	37	43
Limons fins (%)	23	25	32	28
Limons grossiers (%)	12	10	9	7
Sables fins (%)	8	6	6	5
Sables grossiers (%)	9	8	10	10
Matière organique (%)	2,6	1,1	0,7	0,5
Azote total (%)	1	-	-	-
Carbone total (%)	15	6,7	4	3
C/N	10	-	-	-
pH	7,4	7,5	7,6	7,6
Conductivité (mmhos/cm)	1,7	1,1	1	1,5
Calcaire actif (%)	-	-	10	14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (ppm)	1,4	0,7	0,3	0,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable (ppm)	35/32	20/T	T/T	T/T
K <sub>2</sub> O total	9,5	9,4	3,3	7,6

Source : ANRH Alger

**Interprétation du Tableau :**

La texture générale de ces sols est **Argilo-limoneuse**, ce qui peut représenter une contrainte pour les spéculations supportant mal les textures fines.

Il en résulte que la texture est **Argilo-limoneuse** en surface (horizon de labour d'une profondeur de **70 cm** dont le taux d'argile est de **44%**) et le sol moyennement fin en profondeur (taux d'argile **37** et **43%**).

Le PH varie de **7,4** à **7,6** en profondeur, donc on remarque que c'est une valeur moyenne pour tout le profil.

Le sol n'est pas salin car Cees varie entre 1 et 1.7 mmhos/cm (inférieure à 4 mmhos/cm), donc on n'a pas besoin de faire le lessivage.

La teneur en matière organique est faible. Elle varie de **2.6%** à **0.5%** en profondeur.

L'analyse a fait ressortir une conductivité moyenne et est donc sans effets pour les cultures.

## 4 Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols

### Description des horizons :

- **0-30cm** : Horizon rouge (**10 YR 3/3**), texture Argilo-limoneuse, structure polyédrique fine émoussée, porosité moyenne.
- **30-70cm** : Horizon rouge (**10YR 5/4**), texture Argilo-limoneuse, structure polyédrique moyenne bien développée avec quelques faces orientées, porosité moyenne.
- **70-110cm** : Horizon rouge (**10 YR 5/6**), texture Argilo-limoneuse, structure prismatique moyenne à faces lisses, porosité moyenne à médiocre.
- **110-140cm** : Horizon rouge (**5 YR 5/8**), texture Argilo-limoneuse, structure prismatique moyenne à grossière à faces lisses, porosité médiocre.
- **140cm et plus** : Encroûtement calcaire avec quelques cailloux roulés.

## 5 Caractéristiques hydrodynamiques des sols du périmètre

### ➤ Perméabilité

La perméabilité est principalement influencée par les propriétés physiques des sols, tels que la texture, la porosité, la structure et la compacité. Dans notre périmètre, les valeurs enregistrées montrent que la majorité des sols présentent des perméabilités comprises entre **6 et 10 mm/h**, faisant partie de la gamme moyenne.

### ➤ Densité apparente, densité réelle et porosité des sols

La porosité est une mesure indirecte de la structure. Elle est définie comme étant le volume des vides du sol (ces vides sont occupés par l'air, l'eau) en % de son volume total.

La densité apparente est la densité du sol sec, concernant l'ensemble : la fraction et les pores. Une densité apparente spécifie l'une des densités de masse par unité de volume (y compris les pores) du sol, de substrat ou de particule ayant été séchés à **105°C** jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La densité réelle d'un corps s'exprime par le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse du même volume d'eau (dans des conditions identiques de température et de pression). Il s'agit d'une propriété propre à chaque matériau.

Les essais faits dans notre périmètre indiquent que la densité apparente des profils est comprise entre **1,7 et 1,9** et la densité réelle est comprise entre **2,9 et 3,9** d'où la porosité varie entre **41 et 51%**.

### ➤ Propriétés hydrodynamiques des sols

Les propriétés hydrodynamiques sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau II.2 Propriétés hydrodynamiques des sols**

Texture	Argilo-limoneux
Capacité au champ (%)	23-31%
Point de flétrissement (%)	12,9-20,2%
Vitesse de perméabilité (mm/h)	6,7-9,9
Densité apparente	1,7-1,9

## 6 Etude des aptitudes culturales

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

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

Étant donné la nature des sols de notre périmètre, représentée par des sols peu évolués d'apports alluviaux argileux et calcaires, les aptitudes culturales ont été analysées comme suit :

### 6.1 Cultures céréalière et fourragères

Le sol convient bien pour certaines céréales (blé dur, blé tendre, orge...), de même pour les fourrages (avoine, ray-grass, fétuque...), mais convient moyennement pour la luzerne, bersim, sorgho, maïs.

**Tableau II.3 Cultures céréalières et fourragères**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Luzerne	6	Vesce-Avoine
2	Bersim	7	Ray- Grass
3	Sorgho	8	Blé dur
4	Mais	9	Blé tendre
5	Fétuque	10	Orge

## 6.2 Culture maraichères

Les sols conviennent moyennement pour les cultures d'artichaut, le chou et le chou-fleur qui paraissent plus indiqués et, à un degré moindre, l'ail, l'oignon, la tomate, le piment, le poivron et les cucurbitacées. La texture fine et le mauvais drainage dans ces sols participe fortement à la prolifération des maladies fongiques racinaires.

**Tableau II.4 cultures maraichères**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Artichaut	6	Laitue
2	Tomate	7	Ail
3	Oignon	8	Aubergine
4	Pomme de terre	9	Pastèque
5	Carotte	10	Melon

## 6.3 Cultures industrielles

Ces des sols qui convient moyennement aux cultures industrielles (tomate, tabac,...) pouvant rencontrées les mêmes contraintes édaphiques notés pour les cultures maraichères, les travaux du sol : de labours profonds et d'amendements organiques s'imposent.

**Tableau II.5 Cultures industrielles**

N°	Cultures
1	Betterave à sucre
2	Coton
3	Tournesol
4	Tabac

## 6.4 Cultures arboricoles

L'aptitude culturale arboricole est indiquée en quatrième position pour ces sols, la texture lourde et le taux de calcaire actif élevé associé au mauvais drainage limitent fortement les possibilités d'installation de vergers. L'olivier peut être cultivé avec des aptitudes moyennes.

**Tableau II.6 Aptitudes culturales pour espèces arboricoles**

N°	Cultures	N°	Cultures
1	Agrumes	6	Pommier sur douçain
2	Pêcher - Abricotier sur Pêcher	7	Poirier sur franc
3	Amandier - pêcher - Abricotier sur amandier	8	Figuier
4	Oliviers	9	Prunier
5	Pommier sur franc	10	Cerisier sur merisier

Pour les autres cultures arboricoles fruitières, seules les variétés de pommier greffées sur porte greffe résistant au calcaire peuvent s'adapter moyennement sur sols dont la profondeur dépasse 1,4 m. Notant bien que la pourriture des racines et le chancre du collier par les genres *Armillaria* et *Phytophthora* seraient considérables causant le dépérissement plus ou moins rapide de l'arbre.

## 7 Conclusion

Le présent chapitre a été consacré à l'étude pédologique dans laquelle nous avons présenté les principales caractéristiques du sol, les unités pédologiques recensées et les contraintes de mise en valeur définies.

Les sols présentent généralement une texture argilo-limoneuse avec une perméabilité adéquate à l'irrigation.



**Chapitre III :**  
**«Etude hydrologique et ressources  
en eau»**

## **1 Introduction**

Avant d'entamer une étude en irrigation, il faut d'abord localiser et quantifier l'eau nécessaire aux différents besoins des cultures. Pour cela et à travers ce chapitre on va présenter les ressources en eau qui peuvent alimenter la ferme pilote et détailler l'étude hydrologie afin de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données.

## **2 Ressource en eau superficielle (Barrage Bouroumi)**

L'objectif principal de la construction du barrage de Bouroumi est la fourniture d'eau pour l'irrigation d'une partie des terrains de la région Mitidja ouest permettant une intensification de son développement agricole.

### **2.1 Caractéristiques hydraulique du Barrage Bouroumi**

Situation : wilaya de Blida

Cordonnées : 36°42'01'' nord ,2°43'52'' est

Apports de barrage : oued Harbin, oued Chiffa et oued djer.

Hauteur du Barrage : 15 m ;

Longueur en crête : 68 m ;

Apport annuels : 98 Hm<sup>3</sup>/an ;

Capacité totale : 182 Hm<sup>3</sup> ;

Volume prévu pour l'irrigation : 107 Hm<sup>3</sup>

### **2.2 Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation**

L'analyse de la qualité de l'eau d'irrigation est un paramètre important. En effet, le respect des normes de qualité des eaux d'irrigation :

- permet de préserver la santé du consommateur.
- préserver les ressources en eau souterraines, superficielles.
- préserver l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation de sol.

Suivant l'analyse physico-chimique effectuée sur des échantillons prélevés à la station hydrométrique du barrage Bouroumi les caractéristiques de l'eau d'irrigation sont données dans le tableau ci-après :

Tableau III.1 les caractéristiques de l'eau d'irrigation

L'eau de barrage Bouroumi	Teneur (mg/l)								PH	CE (ds/m) 25°C
	Ca	Mg	Na	K	Cl	So <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	NO <sub>3</sub>		
	98	46	84	8	97	345	172	0.25	8.1	1.38

### 2.3 Le SAR [Sodium Absorption Ration]

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action défoliant. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na<sup>+</sup> et celle en ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>, il est défini comme suit :

$$S. A. R = \frac{Na^{++}}{\sqrt{(Ca^{++}+Mg^{++})/2}} \quad (III-1)$$

D'où : 
$$S. A. R = \frac{92}{\sqrt{(95+46)/2}} \quad S.A.R = 9.89$$

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

Classe	SAR	Danger d'alcalinisation
S <sub>1</sub>	SAR ≤ 10	Risque faible
S <sub>2</sub>	10 < SAR ≤ 18	Risque moyen
S <sub>3</sub>	18 < SAR ≤ 26	Risque élevé
S <sub>4</sub>	SAR > 26	Risque très élevé

D'après les valeurs du tableau III.2, on voit que les eaux de barrage Bouroumi ne présentent pas de risque alcalin pour le sol.

### 2.4 La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25 °C et exprimée en mmhos/cm, elle permet de quantifier le degré de salinité de l'eau. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique, selon la classification américaine de l'eau d'irrigation.

Tableau III.3 Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique (CE) (mmhos/cm) à 25 °C	Qualité des eaux
C <sub>1</sub>	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C <sub>2</sub>	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C <sub>3</sub>	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C <sub>4</sub>	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

La qualité de l'eau d'irrigation est associée aux classes suivantes :

- C<sub>1</sub> : convient pour toutes les cultures.
- C<sub>2</sub> : convient pour les plantes moyennement tolérantes.
- C<sub>3</sub> : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
- C<sub>4</sub> : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

Selon cette classification l'eau de barrage Bouroumi comporte des risques alcalins faibles (S1) et un risque élevé de salinité(C3).

Pour déterminer la classe des eaux d'irrigation de notre barrage on se base sur le diagramme de Riverside, d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

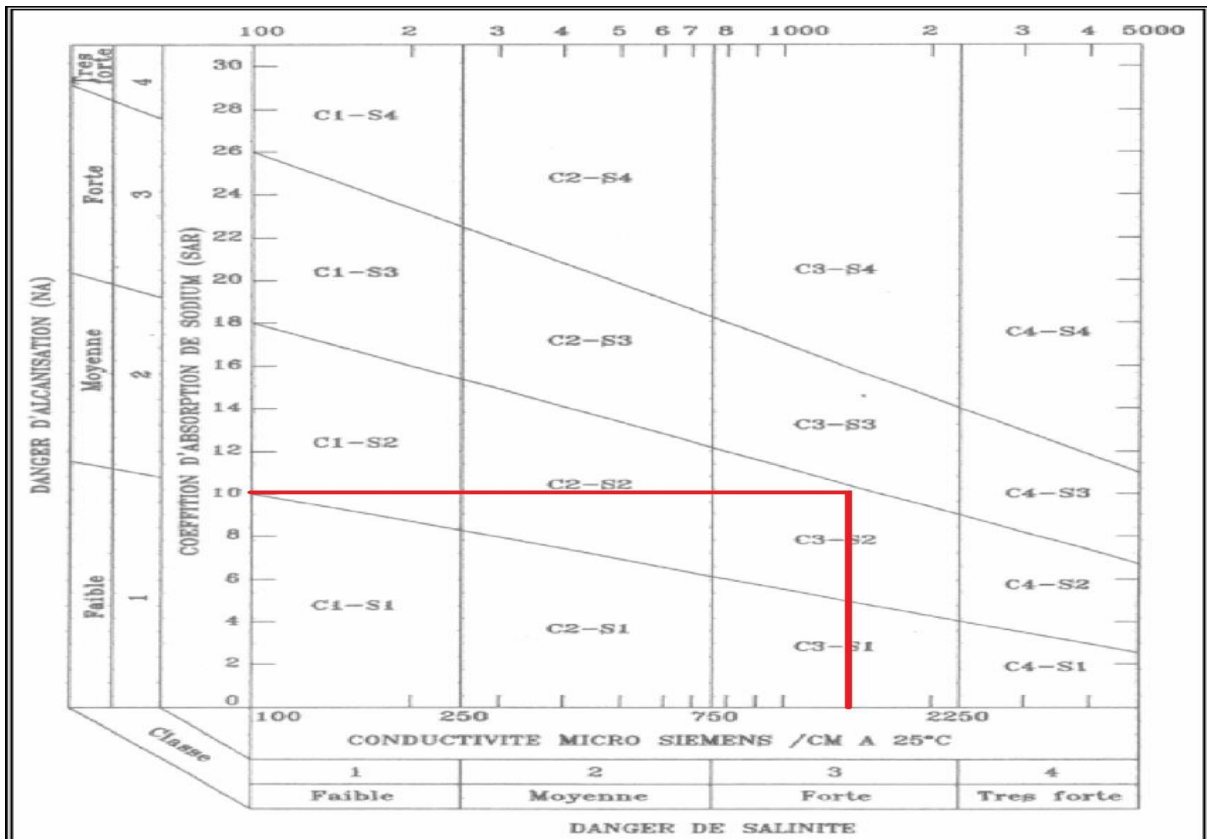


Figure III.1 Diagramme de classification des eaux d'irrigation.

D'après ces valeurs moyennes de la conductivité électrique CE et le rapport d'absorption du sodium SAR, les eaux de barrage Bouroumi appartiennent à la classe (C3.S2) cela implique un risque de salinité. Mais peut être utilisée ces eaux pour l'irrigation avec certaines restrictions pour certaines cultures.

### 3 Etude climatologique

#### 3.1 Introduction

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

#### 3.2 Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies, nous avons exploré un échantillon de données pluviométriques de la station d'Ahmer El Ain, cette station est caractérisée par le code : 021020.

Les données d'observation ont été collectées sur une période de vingt-huit (28) ans. Les pluies sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau III.4 Pluies moyennes mensuelles observées (1990-2016) «ANRH Blida».**

Année	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Annuelle
1990	58,4	29,5	153,2	226,7	157,4	86,1	115,9	27	43,8	12,6	0	0	910,6
1991	0	108,4	42,8	0	154,1	96,7	140,3	51,2	54,8	6,6	25,2	0	680,1
1992	0,8	39,4	82,6	195,7	32	37	13	69	27	0	0	0	496,5
1993	17,0	24,4	37,3	28,4	110,0	26,9	3,3	56,3	56,3	0,0	0,0	0,3	360,2
1994	70,2	33,2	55,2	100,4	195,5	49,6	68,6	29,4	2,4	0	0	3,2	607,7
1995	37,3	10,6	19,6	11,4	38,3	198,1	77,5	202,2	44,4	9,1	0	0	648,5
1996	3,6	25,2	10,5	9	43,6	42,8	10,2	48,1	24,1	0	0	0	217,1
1997	28,6	13,6	93,9	92	2,4	42,2	53,7	52,3	102,2	4,9	0	3,9	489,7
1998	16,5	49,7	98,2	68,9	96,6	142,3	45	14,3	2,2	0	0	0	533,7
1999	1,5	2,5	110,5	186,4	9,2	0	9,9	10	10,6	0	0	0	340,6
2000	10,1	29,7	85,8	36,3	160,7	58,8	1,2	61,4	20,4	0	0	0	464,4
2001	23,8	7,8	59,9	39,8	38,6	14,5	42,5	11	8,9	5,9	4	15,2	271,9
2002	18,1	28,9	78,8	98,6	178,6	113,6	21,8	20	17,8	0	0	0	576,2
2003	8,6	13,5	70,1	120,7	39,8	33,2	78,6	49,8	113,6	4	0	1,3	533,2
2004	6,7	5,2	56,9	63,1	55,7	160,8	65,7	12,3	6,9	0	0	0	433,3
2005	0	6,6	89,1	83,9	120	132,9	59,8	9,5	50,4	0	0	6,7	558,9
2006	8,7	16,1	6,1	177,8	23,1	21,2	224,3	71,7	58,1	4,6	8,1	1,6	621,4
2007	0	39,4	127,9	120,6	34,2	15	49,6	20,8	60,7	9,2	11	0	488,4

2008	16,5	131,4	180,6	111,4	243	27	98,5	164,8	4,9	0	0	0	978,1
2009	45,4	4,2	97,7	67,8	29,5	73,5	89,7	23,9	20,6	16,4	0	0	468,7
2010	2,2	104,5	54,3	44,4	68,3	62,6	38,4	98,5	30,3	11,2	0	0	514,7
2011	8,6	30,8	60,9	130,7	48,9	30,8	40,8	60,8	40,5	0	0	0	452,8
2012	10,9	60,5	75,8	103,8	50,8	49,3	70,6	44,8	23,9	9,6	0	0	500
2013	7,8	33,6	70,8	118,6	43,5	32,4	100,6	0,5	18,8	46,2	0	5,2	478
2014	11,6	26	43,6	96,1	49,2	61,5	47,6	0	0	0	0	0	335,6
2015	19,3	42,3	41	0	61,7	66,2	125,8	65,4	16,1	0	0	0	437,8
2016	0	0	75,2	119,8	335,9	13,2	0	0	8	0	0	0	552,1
2017	22	28	73,5	102	32,7	69,7	111,5	153,6	53,5	11,6	0	0	658,1
moy	16,2	33,8	73,3	91,2	87,6	62,8	64,4	51,0	32,9	5,4	1,7	1,3	521,7

### 3.3 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, avant toute exploitation hydrologique de ces données, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant difficile son utilisation. Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueux.

A l'effet de l'existence de plusieurs tests, notre cas est effectué suivant le test des (rangs) ou test de **Wilcoxon** car il est supposé être le plus puissant des tests non paramétriques.

#### ➤ Test de Wilcoxon

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 séries : X et Y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$
- 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% (Touaibia, 2004), si la relation ci-dessous est vérifiée.

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

Avec :

$$W_x = |Rang|_x$$

$W_x$  : Somme des rangs de sous-séries.

$$W_{min} = \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \quad (III-2)$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{min}] \quad (III-3)$$

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

Tableau III.5 Test d'homogénéité de la série pluviométrique d'Ahmer El Ain.

Rang	Série d'origine	Série Y(mm)	Série X(mm)	TRI(mm)	X union Y
1	910,6	910,6	271,9	217,1	Y
2	680,1	680,1	576,2	271,9	X
3	496,5	496,5	533,2	335,6	X
4	360,2	360,2	433,3	340,6	Y
5	607,7	607,7	558,9	360,2	Y
6	648,5	648,5	621,4	433,3	X
7	217,1	217,1	488,4	437,8	X
8	489,7	489,7	978,1	452,8	X
9	533,7	533,7	468,7	464,4	Y
10	340,6	340,6	514,7	468,7	X
11	464,4	464,4	452,8	478	X
12	271,9		500	488,4	X
13	576,2		478	489,7	Y
14	533,2		335,6	496,5	Y
15	433,3		437,8	500	X
16	558,9		552,1	514,7	X
17	621,4		658,1	533,2	X
18	488,4			533,7	Y
19	978,1			552,1	X

20	468,7			558,9	X
21	514,7			576,2	X
22	452,8			607,7	Y
23	500			621,4	X
24	478			648,5	Y
25	335,6			658,1	X
26	437,8			680,1	Y
27	552,1			910,6	Y
28	658,1			978,1	X

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

$$W_x = 243 ; \quad W_{\min} = 204,33 ; \quad W_{\max} = 288,67.$$

$$\text{Donc :} \quad 204,33 < W_x < 288,67$$

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

### 3.4 Ajustement statistique des pluies

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

- **Loi de Gauss ou loi normale.**
- **Loi de Galton ou loi racine–normale.**

#### 3.4.1 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement}) \quad (\text{III-4})$$

$$u \text{ Est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par } u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma} \quad (\text{III-5})$$

Le procédé d'ajustement consiste à :

- Classifier les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.



- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale
- 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 :  $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%}$  (III-6)

- $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique ;
- $x_{p\%}$  : Précipitation de probabilité P% ;
- $\sigma$  : Écart type ;
- $Cv$  : Coefficient de variation ;
- $Cs$  : Coefficient d'asymétrie ;

Pour le calcul on a utilisé le logiciel HYFRAN, dans ce cas, nous avons :

**Station** : Ahmer El Ain, Tipaza.

Résultat de l'ajustement à la loi normale (maximum de vraisemblance)

**Nombre d'observation** : 28 (1990-2017)

$q = F(x)$  (probabilité au non dépassement)

La formule de **Hazen** pour  $a=0.5$  :  $F[x(k)] = (k-0.5)/n$ ..... (III-7)

La période de retour sur la formule :  $T=1/(1-q)$  ..... (III-8)

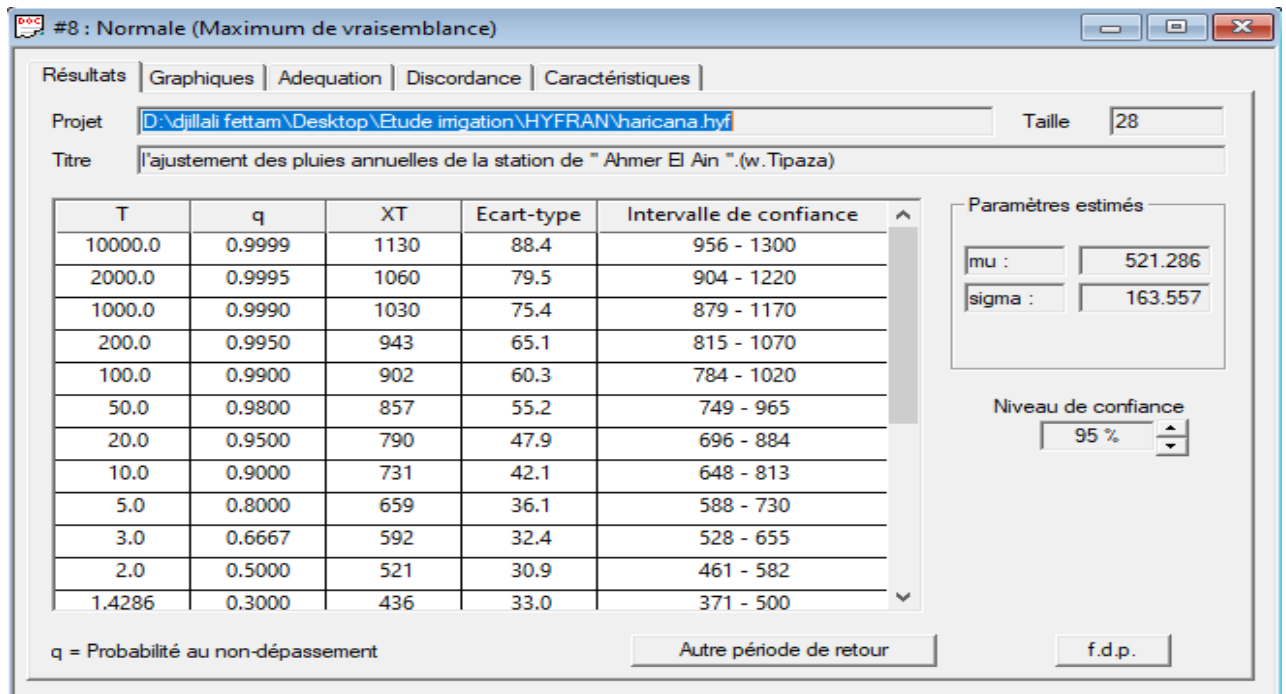


Figure III.2 Les résultats de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normal

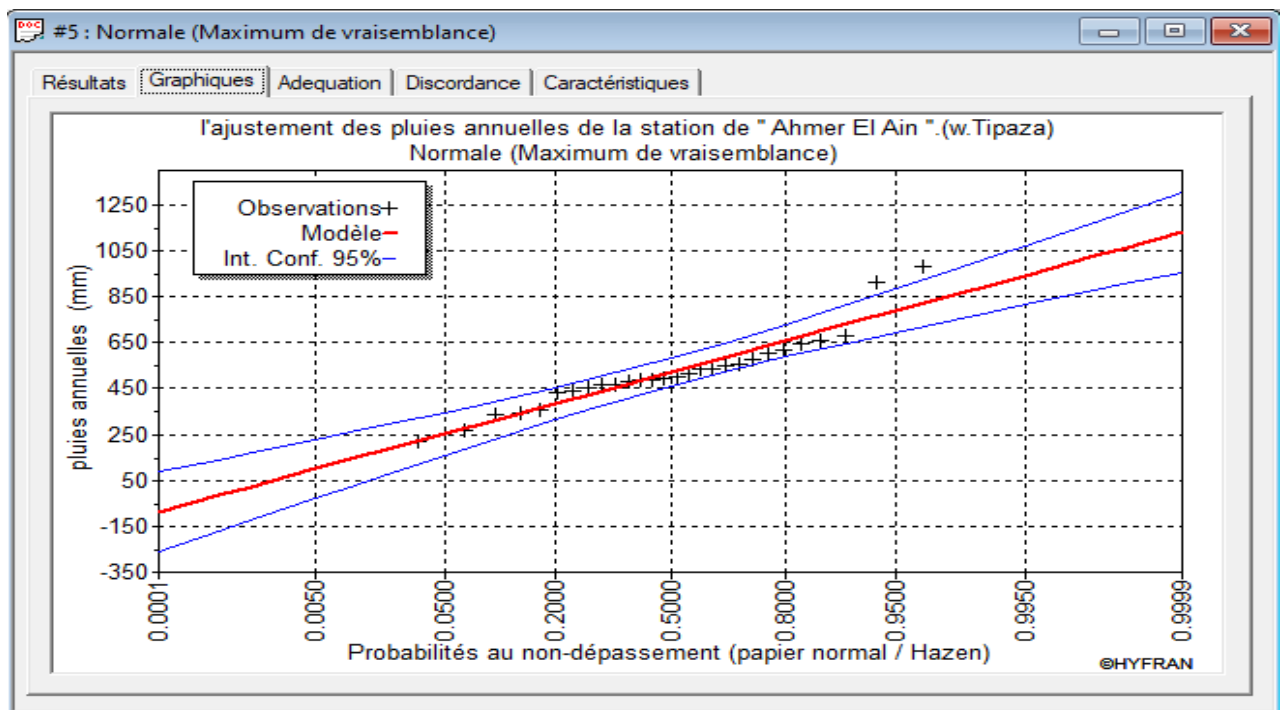


Figure III.3 Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles à loi normal

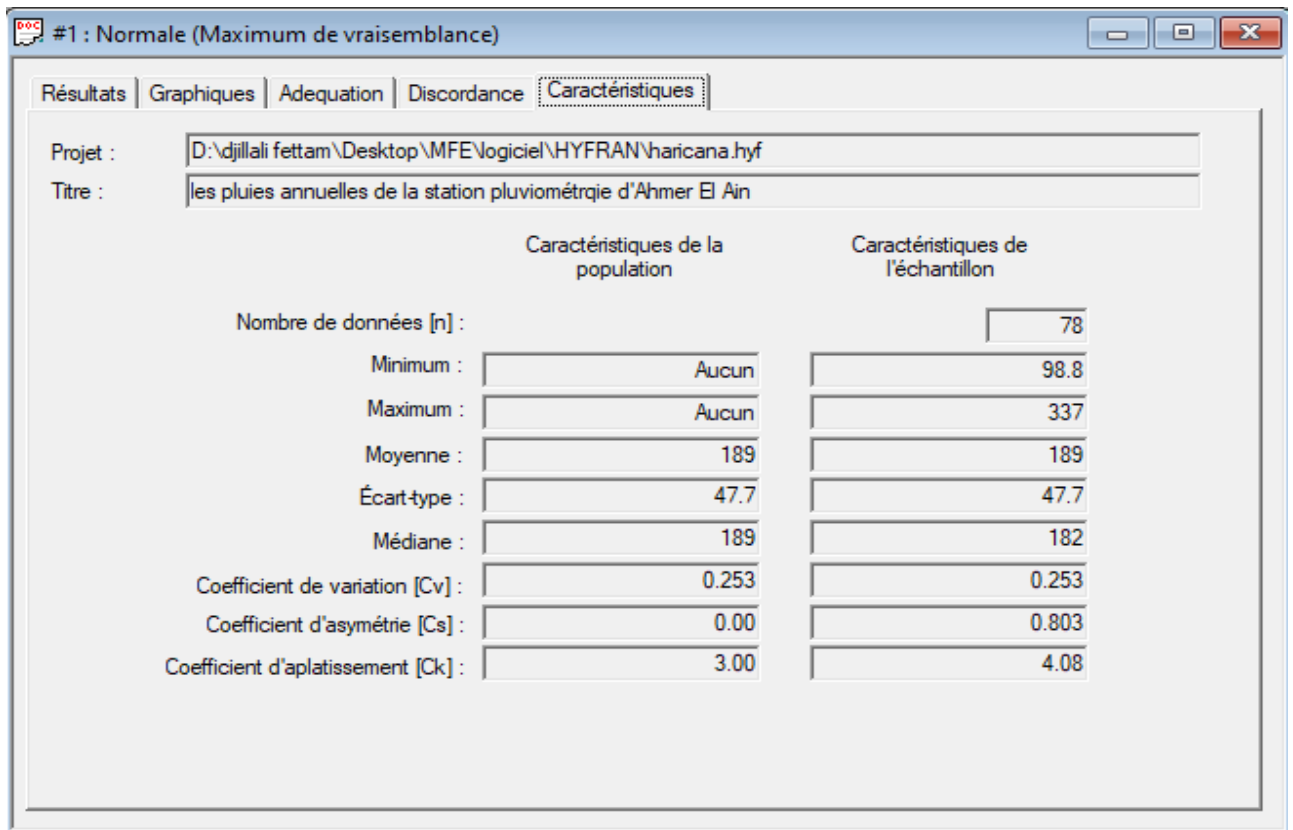


Figure III.4 Les caractéristique de de l'ajustement des pluies annuelles à la loi normale

### 3.4.2 Ajustement à la loi racine-normale

La fonction de répartition de la loi normale est donnée par l'expression :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \text{ (Fréquence au non dépassement) } \dots \text{ (III-9)}$$

Elle est tabulée en fonction **u** ou **u** représente la variable réduite de Gauss.

Dans le cas de la loi racine normale la variable u est égal :

$$u = \frac{\sqrt{x} - \bar{\sqrt{x}}}{\sigma\sqrt{x}} \dots \dots \dots \text{ (III-10)}$$

Avec :

$\bar{\sqrt{x}}$  : Moyenne aithrmétique de la série  $x^{0.5}$

$\sigma\sqrt{x}$  : Écart type de la série

La transformation  $\sqrt{x} = \bar{\sqrt{x}} + \sigma\sqrt{x}$  est l'équation de la droite de Henry ajustant les données transformées en racine, à la loi de Gauss.

**Procédé :**

- Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type
  - Classer les valeurs de la série par ordre croissant (fréquence au non dépassement) ;
  - Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées ;
  - Calculer la fréquence expérimentale par une formule empirique, pour les lois à 2 paramètres, cas de la loi de Gauss, la formule de Hazen est appliquée  $F(x) = (m-0.5)/N$
  - Reporter les valeurs  $\sqrt{P}$  sur papier Gauss  $P = f [F(x)]$  ou en absence de papier Gauss, travailler avec la variable réduite **u** et tracer le graphe  $\sqrt{P} = f(u)$  ;
- **u** étant la variable réduite de Gauss égale à  $u = \frac{\sqrt{x} - \bar{x}}{\sigma\sqrt{x}}$
  - tracer la droite d'Henri  $\sqrt{P} = \sqrt{P} + \sigma\sqrt{P} \times u$

**Tableau III.6 Ajustement à la loi racine-normale**

Ajustement à une loi racine normale								
Moyenne		22,87	(x <sup>1/2</sup> )	Taille n		28	I.C. à (en%)=	95
Ecart-type		3,23		Nb au départ		2	U Gauss=	1,96
Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fr exp	Variable réduite	Valeur exp	Valeur thé	Borne inférieure	Borne supérieure
271,90	16,49	2,00	0,05	-1,61	16,49	13,66	12,84	14,23
335,60	18,32	3,00	0,09	-1,35	18,32	13,97	13,22	14,51
340,60	18,46	4,00	0,13	-1,15	18,46	14,20	13,51	14,72
360,20	18,98	5,00	0,16	-0,99	18,98	14,39	13,73	14,89
433,30	20,82	6,00	0,20	-0,85	20,82	14,56	13,93	15,04
437,80	20,92	7,00	0,23	-0,73	20,92	14,70	14,11	15,18
452,80	21,28	8,00	0,27	-0,62	21,28	14,84	14,27	15,31
464,40	21,55	9,00	0,30	-0,51	21,55	14,97	14,41	15,44
468,70	21,65	10,00	0,34	-0,41	21,65	15,09	14,55	15,56
478,00	21,86	11,00	0,38	-0,32	21,86	15,21	14,68	15,68
488,40	22,10	12,00	0,41	-0,23	22,10	15,32	14,81	15,80
489,70	22,13	13,00	0,45	-0,13	22,13	15,43	14,93	15,92
496,50	22,28	14,00	0,48	-0,04	22,28	15,54	15,05	16,04
500,00	22,36	15,00	0,52	0,04	22,36	15,66	15,17	16,16
514,70	22,69	16,00	0,55	0,13	22,69	15,77	15,28	16,28
533,20	23,09	17,00	0,59	0,23	23,09	15,88	15,40	16,41

533,70	23,10	18,00	0,63	0,32	23,10	16,00	15,52	16,54
552,10	23,50	19,00	0,66	0,41	23,50	16,12	15,64	16,68
558,90	23,64	20,00	0,70	0,51	23,64	16,24	15,76	16,83
576,20	24,00	21,00	0,73	0,62	24,00	16,38	15,89	16,99
607,70	24,65	22,00	0,77	0,73	24,65	16,52	16,02	17,17
621,40	24,93	23,00	0,80	0,85	24,93	16,68	16,17	17,36
648,50	25,47	24,00	0,84	0,99	25,47	16,85	16,33	17,58
658,10	25,65	25,00	0,88	1,15	25,65	17,06	16,51	17,84
680,10	26,08	26,00	0,91	1,35	26,08	17,31	16,73	18,17
910,60	30,18	27,00	0,95	1,61	30,18	17,66	17,03	18,63
978,10	31,27	28,00	0,98	2,10	31,27	18,31	17,57	19,50

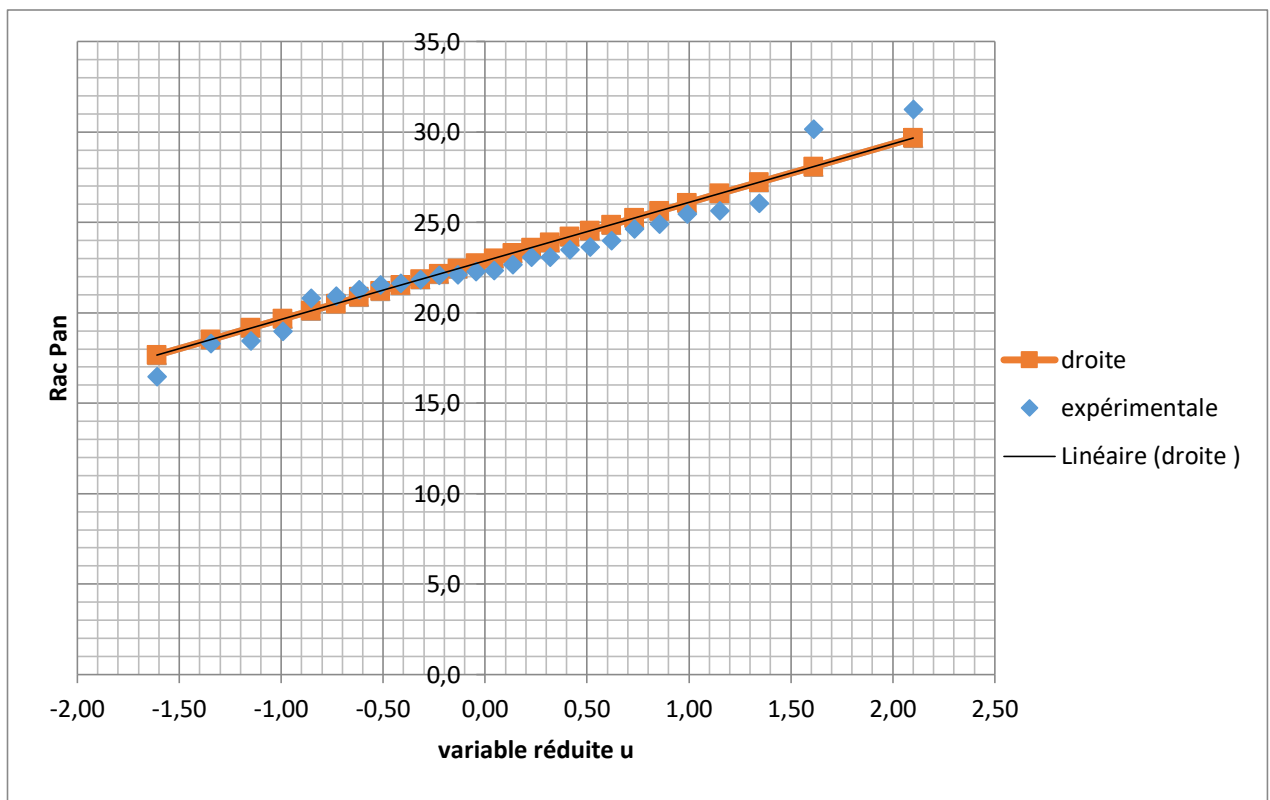


Figure III.5 L'ajustement graphique à la loi racine-normale

### 3.4.3 Test de validité d'un ajustement

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement.

L'un des tests le plus employé, est le test du Khi-deux ( $\chi^2$ ).

Ce test permet de juger la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale.

Comme critère de comparaison, la variable  $\chi^2$  est utilisée pour un risque  $\alpha = 5\%$  et un nombre de degré de liberté  $\gamma = k-1-m$

Avec :

$k$  : nombre de classes

$m$  : nombre de paramètres de la loi

$$\chi^2_{\text{cal}} = \sum_{i=1}^k \mathbf{1} \cdot k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i} \dots \dots \dots (\text{III.11})$$

Où :

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

$\mu_i$  : nombre d'observations théoriques calculées dans la classe  $i$ . Ce nombre doit être supérieur ou égal à 5

$\chi^2$  : est une variable aléatoire qui peut varier de  $[0 \text{ à } \infty]$

On pose l'hypothèse nulle  $H_0$  : Est que la loi de distribution de fréquence théorique  $P$  ajuste la courbe ou droite expérimentale  $F$  ?

$H_0 : P = F$  contre  $H_1 : P \neq F$

Pour que  $P = F$  soit vérifiée, il faut que :

$$\chi^2_{\text{calculée}} < \chi^2_{\text{théorique}} \quad \text{soit} \quad \sum_{i=1}^k \mathbf{1} \cdot k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i} < \chi^2_{(1-\alpha)}$$

Une autre interprétation du  $\chi^2_{\text{calculée}}$  peut être faite :

Si  $\chi^2_{\text{calculée}} = 0$  c'est-à-dire si le nombre de valeurs observées est égal au nombre de valeurs théoriques, l'ajustement est parfait et la loi théorique suit exactement la répartition des fréquences.

Si  $P(\chi^2_{\text{calculée}}) > 5\%$ , l'ajustement est à considérer.

Si  $P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 1\%$ , l'ajustement est à rejeter, la loi considérée n'est pas adéquate.

Si  $1\% < P(\chi^2_{\text{calculée}}) < 5\%$ , on ne peut rien conclure, il faut refaire le calcul en modifiant le nombre de classes.

Dans notre cas, nous avons utilisé le test de Khi carré  $\chi^2$ . Touaibia, B., (2004)

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :

$\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$  (pour les deux lois)

A partir du tableau de Pearson on peut tirer la valeur de  $\chi^2$  théorique, tel que :

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

Tableau III.7 Table de Pearson de  $\chi^2$

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

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel HYFRAN, alors à partir du logiciel on obtient les résultats suivants :

Tableau III.8 Test de validité de l'ajustement

	Loi normal	Loi racine-normal
$\chi^2$ calculée	7.50	5.3
$\chi^2$ théorique	9.488	5.991
Degré de risque $\alpha$	0.1117	0.0695
Degré de liberté $\gamma$	4	2
Nombre de classes $k$	7	5

Pour la loi normale : sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 9.488, pour :  $\alpha = 0.05$  et  $\gamma = 4$  ;

Pour la loi normale : sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 5.991, pour :  $\alpha = 0.05$  et  $\gamma = 2$  ;

Donc :  $\chi^2$  calculée <  $\chi^2$  théorique (pour les deux lois)

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité :  $1-\alpha$  soit 95%.

Après l'ajustement sur les deux lois, ce qui résulte que la loi racine-normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station d'Ahmer El Ain, Tipaza.

**3.4.4 Détermination de l'année de calcul**

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%).

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% on utilise la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.12)}$$

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normale on trouve :

**Tableau III.9 Détermination de l'année de calcul**

<b>T = 1/q</b>	Fréquence	Quantile	Ecart-type
<b>Période de Retour</b>	<b>(q)</b>	<b>(Xt)</b>	<b>(δ)</b>
5.0	0.8	621.4	45.7
2.0	0.5	498.25	29.9
1.25	0.2	433.3	26.7

$$P_{80\%} = 621.4 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 498.25 \text{ mm} \quad \text{d'où : } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.24$$

On remarque que :  $\frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} > 1$  donc l'année de calcul sera obtenu par la loi suivante :

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\%(\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\%(\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.13)}$$

A partir du tableau de l'ajustement à la loi log normal :



$$P_{20\%} = 433.3 \text{ mm} \quad \text{donc :} \quad \frac{P_{20\%}(\text{annuel})}{P_{50\%}(\text{annuel})} = 0.87$$

Donc  $P_{i,80\%}$  de chaque mois est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau III.10** Détermination des pluies moyennes mensuelles de fréquence de 80% ( $P_{i,80\%}$ )

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$P_{\text{moy}}$ mm/mois	16,2	33,8	73,3	91,2	87,6	62,8	64,4	51,0	32,9	5,4	1,7	1,3
$P_{\text{moy}80\%}$ mm/mois	14.1	29.4	63.8	79.3	76.2	54.6	56.0	44.4	28.6	4.7	1.5	1.1

#### 4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous sommes intéressés à la problématique des ressources en eau, puisque c'est le premier élément indispensable dans tout projet d'irrigation.

Les analyses chimiques des eaux de barrage Bouroumi, effectuées au niveau de l'ANRH, ont montré que la qualité de ses eaux comporte des risques alcalins faibles et un risque élevé de salinité.

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

**Chapitre IV :**  
**« Calcul les besoins en eaux  
des cultures »**

## 1 Introduction

Dans les zones, où les pluies sont insuffisantes. Il est nécessaire d'évaluer les besoins en eau des cultures, afin de déterminer les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la saison de croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu. Ces besoins doivent être minutieusement calculés pour éviter tous surdimensionnement ou sous-dimensionnement des réseaux d'irrigation.

## 2 Estimation des besoins en eau des cultures dans le périmètre

Selon **Doorenbos** et **Pruitt** le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau en mm, nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture en bon état sanitaire, établit dans un champ de grande superficie, dans des conditions de sol non limitant du point de vue de la disponibilité de l'eau et de la fertilité, et conduisant au rendement cultural potentiel dans des conditions climatiques données.

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

### 2.1 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,  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{jour}$ , en  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{mois}$ , ou en  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ . Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en **mm/jours** ou par **mois** ou par **an**.

On distingue :

L'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ )

L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ )

#### 2.1.1 L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ )

L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ) est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture donnée, à un stade végétatif, dans des conditions climatiques données. Elle dépend de la culture considérée, du stade phénologique de la culture et des conditions météorologiques observées. C'est une correction de l'ETP ( $ET_0$ ) en fonction du couvert végétal. L'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c \cdot ETo \dots (IV-1)$$

$K_c$ , étant le coefficient cultural, est un rapport de consommation de l'eau en fonction du stade végétatif de la culture. Il varie essentiellement avec les caractéristiques propres de la culture (activité physiologique, taux de recouvrement du sol...etc.) et avec un degré moindre le climat.

➤ **Le coefficient cultural ( $K_c$ )**

Les valeurs du coefficient cultural ( $K_c$ ) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin FAO « irrigation et drainage ».

**Tableau IV.1 Les coefficients culturaux ( $K_c$ ) des différentes cultures**

Cultures	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
<b>Blé</b>	-	-	0.70	0.75	0.85	0.9	1.00	1.15	1.15	0.6	-	-
<b>Orge</b>	-	-	0.30	0.60	0.85	0.90	1.15	1.15	0.80	0.60	-	-
<b>P.de terre</b>	-	-	-	-	-	0.45	0.80	1.05	0.70	-	-	-
<b>Tomate</b>	-	-	-	-	-	-	0.50	0.85	1.04	0.89	-	-
<b>Oranger</b>	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
<b>Vigne</b>	0.45	-	-	-	0.60	0.70	0.90	0.77	0.60	0.55	0.35	0.40
<b>Pécher</b>	0.55	0.55	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

### 2.1.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ETo$ )

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon recouvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (Perrier, 1977).

On distingue généralement deux (02) types de méthodes pour évaluer l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ETo$ ) :

- Méthodes directes
- Méthodes indirectes.

### 2.1.2.1 Méthodes directes

#### ➤ L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique

L'évapotranspiromètre est un appareil qui sert à mesurer l'évapotranspiration dans un sol nu ou généralement sur un lieu planté (couvert végétal). C'est un dispositif qui empêche les mouvements latéraux et permet de mesurer l'infiltration profonde.

La détermination de l'**ETP** à partir des mesures de l'évapotranspiration se fait par la différence entre les apports et les pertes selon la formule suivante :

$$\Delta S = (P_{\text{eff}} + I) \pm R - D - ET \dots\dots\dots (IV-2)$$

Si :  $\Delta S = 0$  et  $R = 0$  ; on aura donc :

$$ET = (P_{\text{eff}} + I) - D \dots\dots\dots (IV-3)$$

Avec :

**ET** : L'évapotranspiration (mm).

**P<sub>eff</sub>** : La pluie efficace (mm) ;

**I** : Dose d'irrigation (mm) ;

**D** : Eau drainée (mm) ;

$\Delta S$  : Variation du réserve du sol (mm) ;

**R** : Eau de ruissellement (mm) ;

#### ➤ Le bac d'évaporation (bac de classe A)

Le bac de classe « A » est recommandé par l'Organisation météorologique mondiale (**OMM**). Il s'agit d'une cuve ronde de **1220 mm** de diamètre et **254 mm** de hauteur, rempli jusqu'à **50 à 75 mm** de son bord. Le bac d'évaporation est surélevé du sol (en général **15 cm**) sur une palette en bois ajouré afin que l'air puisse circuler sous celui-ci. Cela empêche la transmission d'énergie thermique entre le sol et le bac qui pourrait fausser les résultats.

L'évapotranspiration peut être grossièrement approchée par des mesures réalisées avec un bac d'évaporation rempli d'eau. En l'absence de pluie, la variation du niveau d'eau dans le bac est supposée proportionnelle à l'évapotranspiration, car l'eau du bac est soumise aux mêmes conditions climatiques que les plantes et le sol : rayonnements (solaires), vent, température et humidité. Elle est donnée par la relation suivante :

$$ETP = K_{bac} \cdot E_{bac} \dots\dots\dots (IV-4)$$

Avec :

**ETP** : L'évapotranspiration potentielle (mm) ;

**E<sub>bac</sub>** : L'évaporation dans le bac (mm) ;

**K<sub>bac</sub>** : Coefficient dépend du bac.

Selon la **FAO**, la méthode des bacs d'évaporation donnerait des estimations acceptables, avec un emplacement pertinent des bacs et pour des estimations sur des périodes supérieures à **10 jours**.

### 2.1.2.2 Méthodes indirectes

Vu la complexité de la mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'évapotranspiration potentielle et à défaut de mesures directes, il est toujours préférable d'utiliser des formules empiriques suffisamment variées, et adaptées à différents climats.

Pour estimer l'évapotranspiration de référence on se base sur des méthodes indirectes, utilisant des formules empiriques en s'appuyant sur des variables climatiques.

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

-Formule de **Turc (1960)**.

-Formule de **Thornthwaite (1955)**.

-Formule de **Blaney-Criddle (1959)**.

-Formule de **Penman** ou Formule de **Bilan d'énergie (1948)**.

-Méthode de **Doorenbos et Pruitt (1977)** dans le cadre de la FAO.

-Formule de **Bouchet**

#### a. Formule de Turc 1960, basée sur la température et le rayonnement

Pour le calcul de ETP mensuelles nous pouvons utiliser la formule de Turc donnée par :

$$ETP = 0.013 j \times (I_g + 50) \times \frac{t}{t+15} \times k \quad (IV-5)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I<sub>g</sub> : Radiation globale mensuelle (cal/cm<sup>2</sup>/jour).

#### b. Formule de Blaney- Criddle 1959

Elle utilise des paramètres facilement accessible et introduit des coefficients cultureux susceptible d'ajustement aux données locales éventuelles.

Le facteur  $f$  (en mm) de cette formule s'exprime comme suit :

$$f = (0,46 \times T + 8,13) \times P \quad (\text{IV-6})$$

Où :

$T$  : (° C) est la température moyenne.

$P$  : le pourcentage de la durée d'éclairement pendant la période considérée.

### c. Formule de Thornthwaite 1948

C'est une formule qui utilise un seul paramètre qui est la température :

$$ETP = 16 \left( \frac{10 \times t}{I} \right)^a \times k \quad (\text{IV-7})$$

Où :

$t$  : est la température moyenne mensuelle (° C),

$a$  : est fonction de l'indice thermique mensuel et  $K$  : coefficient d'ajustement mensuel.

### d. Formule de Penman 1948

La méthode utilisée pour calculer les valeurs de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  est celle qui est exposée dans les bulletins FAO série « d'irrigation et drainage n° 24 des besoins en eau des cultures ».

$$ET = C[W \times R_n + (1 - W) \times f(u) \times (e_a - e_d)] \quad (\text{IV-8})$$

Avec :

$ET_0$  : représente l'évapotranspiration de référence, exprimée en mm/jour.

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

$R_n$  : rayonnement net évaporation équivalente exprimé en mm/j.

$F(u)$  : fonction liée au vent.

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

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

$(e_a - e_d)$  : constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

- La formule de **Penman** est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.
- Les experts de la FAO, recommandent la méthode de **Penman-Monteith (modifiée)** comme méthode privilégiée d'estimation de  $ET_0$ .

### Formule Modifiée de Penman\_Monteith

La formule la plus employée aujourd'hui est la formule de **Penman-Monteith** modifiée :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \dots\dots\dots (IV-9)$$

Avec :

**ET<sub>0</sub>** : évapotranspiration de référence [mm jour<sup>-1</sup>],

**R<sub>n</sub>** : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],

**G** : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>],

**T** : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

**u<sub>2</sub>** : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s<sup>-1</sup>],

**e<sub>s</sub>** : pression de vapeur saturante [kPa],

**e<sub>a</sub>** : pression de vapeur réelle [kPa],

**e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub>** : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

**D** : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C<sup>-1</sup>],

**g** : constante psychrométrique [kPa °C<sup>-1</sup>].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel **CROPWAT**, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique de Mostaganem :

- **Température** : Les températures minimales et maximales mensuelles (C).
- **Humidité de l'air** : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- **Insolation journalière** : donnée en heures d'insolation.
- **Vitesse de vent** : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> calculés à l'aide du logiciel (**CROPWAT 8.0**), Les résultats trouvés pour la station de Tipaza sont récapitulés dans le tableau ci-après :



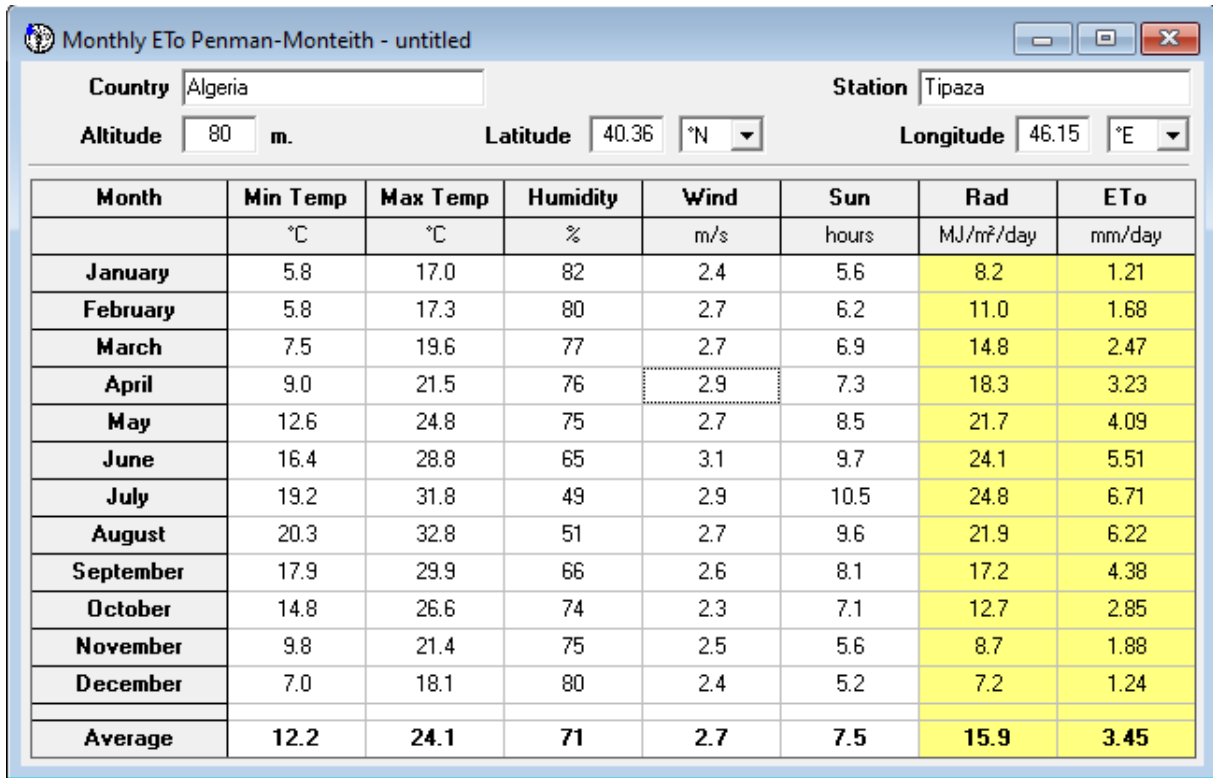


Figure IV.1 Résultat de calcul de L'Evapotranspiration de référence (ETo)

### 3 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures (Bi)

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

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

$$B_i = ET_M - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \dots \dots \dots (IV-10)$$

ET<sub>M</sub> : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois)

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

RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période, **K** est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.

→ L'irrigation est faite lorsque Bi (bilan hydrique) > 0

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times Da \times Z \dots \dots \dots (IV-11)$$

Avec :

H<sub>cc</sub> : Humidité a la capacité aux champs (31%)

H<sub>pf</sub> : Humidité au point de flétrissement (15%)

**Da** : densité apparente (1.7)

**Y** : degré de tarissement (2/3)

**Z** : profondeur d'enracinement en mm

**Tableau IV.2 Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures**

Cultures	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
Blé	0	0	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0	0
Orge	0	0	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0
P de terre	0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	0.6	0.6	0	0
Tomate	0	0	0	0	0	0	0.6	0.8	0.9	1	0	0
pêcher	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Vigne	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Oranger	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

### 3.1 Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, il faut calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface et par percolation en profondeur.

La pluie efficace est estimée comme suit :

$$P_{\text{eff}} = 0,8 \times P_{\text{sec80\%}} \quad (\text{IV-12})$$

Avec : **A** : coefficient estimé à 0.8

Les valeurs moyennes mensuelles de  $P_{\text{eff}}$  sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3 Précipitation efficace dans la zone d'étude**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>P<sub>sec80%</sub></b> (mm/mois)	12,3	25,7	55,7	69,3	66,6	47,7	49,0	38,8	25,0	4,1	1,3	1,0
<b>P<sub>eff</sub></b> (mm/mois)	9,8	20,6	44,6	55,4	53,3	38,2	39,2	31,0	20,0	3,3	1,0	0,8

### 3.2 Choix des cultures

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.
- Des disponibilités des moyens de production.
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs.

La répartition des cultures dans notre périmètre est détaillée dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.4 Occupation de l'aire d'étude**

Les cultures	Surface occupé en %	Surface occupée en Ha
<b>Céréales</b>	<b>44.8</b>	<b>140</b>
Blé	25.6	80
Orge	19.2	60
<b>Maraichères</b>	<b>16.7</b>	<b>52</b>
Pomme de terre	10.9	34
Tomate	5.8	18
<b>Arboricultures</b>	<b>38.5</b>	<b>120</b>
Pêcher	12.8	40
Oranger	19.3	60
Vigne	6.4	20
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>312</b>

### 3.3 L'évapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle (**ETR**) d'une région représente l'eau réellement perdue par celle-ci sous forme de vapeur. Elle est définie comme l'évapotranspiration de la culture lorsque l'humidité du sol est inférieure à la capacité au champ, c'est la valeur dans le cas d'une alimentation en eau insuffisante de la plante.

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

### 3.4 Calcul des besoins en eau des céréales

Tableau IV.5 Calcul des besoins en eau du Blé

<b>Blé</b>									
<b>Mois</b>	<b>Pmoy (mm)</b>	<b>Peff (mm)</b>	<b>ETP (mm/mois)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>RFU_ THE</b>	<b>RFU_ REEL</b>	<b>KC</b>	<b>ETM</b>	<b>B (mm)</b>
<b>sep</b>	14,1	11,28	131,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
<b>oct</b>	29,4	23,52	85,5	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
<b>nov</b>	63,8	51,04	56,4	0,3	44,8	22,4	0,7	39,48	0,00
<b>Déc</b>	79,3	63,44	37,2	0,5	65,3	65,3	0,75	27,90	0,00
<b>jan</b>	76,2	60,96	36,3	0,5	65,3	65,3	0,85	30,86	0,00
<b>fév</b>	54,6	43,68	50,4	0,6	78,4	78,4	0,9	45,36	0,00
<b>mar</b>	56	44,8	74,1	0,7	91,5	91,5	1	74,10	0,00
<b>avr</b>	44,4	35,52	96,9	0,7	91,5	45,7	1,15	111,44	0,00
<b>Mai</b>	28,6	22,88	122,7	0,8	104,5	52,3	1,15	141,11	72,49
<b>jui</b>	4,7	3,76	165,3	0,9	117,6	0,0	0,6	99,18	43,15
<b>juil</b>	1,5	1,2	201,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
<b>Août</b>	1,1	0,88	186,6	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00

Tableau IV.6 Calcul des besoins en eau de l'orge

Orge									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B(mm)
sep	14,1	11,28	131,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
oct	29,4	23,52	85,5	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
nov	63,8	51,04	56,4	0,3	54,4	27,2	0,3	16,92	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	0,5	90,7	90,7	0,6	22,32	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	0,5	90,7	90,7	0,85	30,86	0,00
fév	54,6	43,68	50,4	0,6	108,8	108,8	0,9	45,36	0,00
mar	56	44,8	74,1	0,6	108,8	108,8	1,15	85,22	0,00
avr	44,4	35,52	96,9	0,6	108,8	54,4	1,15	111,44	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	0,6	108,8	54,4	0,8	98,16	20,88
jui	4,7	3,76	165,3	0,6	108,8	0,0	0,6	99,18	41,02
juil	1,5	1,2	201,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Août	1,1	0,88	186,6	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00

### 3.5 Calcul des besoins en eau des maraichages

Tableau IV.7 Calcul des besoins en eau de tomate

Tomate									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THE	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Sep	14,1	11,28	131,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Oct	29,4	23,52	85,5	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
nov	63,8	51,04	56,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Fév	54,6	43,68	50,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
mar	56	44,8	74,1	0,6	108,8	108,8	0,5	37,05	0,00
Avr	44,4	35,52	96,9	0,8	145,1	72,5	0,8	77,52	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	0,9	163,2	81,6	0,98	120,25	24,83
Jui	4,7	3,76	165,3	1	181,3	0,0	0,8	132,24	46,88
Juil	1,5	1,2	201,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Août	1,1	0,88	186,6	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00

Tableau IV.8 Calcul des besoins en eau de pomme de terre

Pomme de terre									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_TH	RFU_RE	KC	ETM	B (mm)
Sep	14,1	11,28	131,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Oct	29,4	23,52	85,5	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
nov	63,8	51,04	56,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Fév	54,6	43,68	50,4	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
mar	56	44,8	74,1	0,4	72,5	72,5	0,5	37,05	0,00
Avr	44,4	35,52	96,9	0,5	90,7	45,3	0,85	82,37	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	0,6	108,8	54,4	1,04	127,61	59,39
juin	4,7	3,76	165,3	0,6	108,8	0,0	0,89	147,12	88,96
juil	1,5	1,2	201,3	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
Août	1,1	0,88	186,6	0	0,0	0,0	0	0,00	0,00

### 3.6 Calcul des besoins en eau arboriculture

Tableau IV.9 Calcul des besoins en eau d'oranger

Oranger									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THE	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
sep	14,1	11,28	131,4	1,5	272,0	0,0	0,72	94,61	83,33
oct	29,4	23,52	85,5	1,5	272,0	90,7	0,72	61,56	38,04
nov	63,8	51,04	56,4	1,5	272,0	90,7	0,72	40,61	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	1,5	272,0	272,0	0,72	26,78	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	1,5	272,0	272,0	0,72	26,14	0,00
fév	54,6	43,68	50,4	1,5	272,0	272,0	0,72	36,29	0,00
mar	56	44,8	74,1	1,5	272,0	272,0	0,61	45,20	0,00
avr	44,4	35,52	96,9	1,5	272,0	90,7	0,61	59,11	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	1,5	272,0	90,7	0,61	74,85	0,00
juin	4,7	3,76	165,3	1,5	272,0	0,0	0,61	100,83	0,00
juil	1,5	1,2	201,3	1,5	272,0	0,0	0,61	122,79	121,59
Août	1,1	0,88	186,6	1,5	272,0	0,0	0,61	113,83	112,95

Tableau IV.10 Calcul des besoins en eau de vigne

Vigne									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THE	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
sep	14,1	11,28	131,4	1,2	217,6	0,0	0,45	59,13	47,85
oct	29,4	23,52	85,5	1,2	217,6	72,5	0	0,00	0,00
nov	63,8	51,04	56,4	1,2	217,6	72,5	0	0,00	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	1,2	217,6	217,6	0	0,00	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	1,2	217,6	217,6	0,6	21,78	0,00
fév	54,6	43,68	50,4	1,2	217,6	217,6	0,7	35,28	0,00
mar	56	44,8	74,1	1,2	217,6	217,6	0,9	66,69	0,00
avr	44,4	35,52	96,9	1,2	217,6	72,5	0,77	74,61	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	1,2	217,6	72,5	0,6	73,62	0,00
jui	4,7	3,76	165,3	1,2	217,6	0,0	0,55	90,92	14,62
juil	1,5	1,2	201,3	1,2	217,6	0,0	0,35	70,46	69,26
Août	1,1	0,88	186,6	1,2	217,6	0,0	0,4	74,64	73,76

Tableau IV.11 Calcul des besoins en eau de pêcher

Pêcher									
Mois	Pmoy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THE	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
sep	14,1	11,28	131,4	1,5	272,0	0,0	0,55	72,27	60,99
oct	29,4	23,52	85,5	1,5	272,0	90,7	0,55	47,03	23,51
nov	63,8	51,04	56,4	1,5	272,0	90,7	0,55	31,02	0,00
Déc	79,3	63,44	37,2	1,5	272,0	272,0	0,75	27,90	0,00
jan	76,2	60,96	36,3	1,5	272,0	272,0	0,75	27,23	0,00
fév	54,6	43,68	50,4	1,5	272,0	272,0	0,75	37,80	0,00
mar	56	44,8	74,1	1,5	272,0	272,0	0,75	55,58	0,00
avr	44,4	35,52	96,9	1,5	272,0	90,7	0,55	53,30	0,00
Mai	28,6	22,88	122,7	1,5	272,0	90,7	0,55	67,49	0,00
jui	4,7	3,76	165,3	1,5	272,0	0,0	0,55	90,92	0,00
juil	1,5	1,2	201,3	1,5	272,0	0,0	0,55	110,72	109,52
Août	1,1	0,88	186,6	1,5	272,0	0,0	0,55	102,63	101,75

Tableau IV.12 Récapitulatif des besoins nets des différentes cultures (en mm).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout
<b>Blé</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	72.49	43.15	0	0
<b>Orge</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	20.88	41.02	0	0
<b>P de terre</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	59.39	88.96	0	0
<b>Tomate</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	24.83	46.88	0	0
<b>pêcher</b>	60.99	23.51	0	0	0	0	0	0	0	0	109.52	101.75
<b>Oranger</b>	83.33	38.04	0	0	0	0	0	0	0	0	121.59	112.95
<b>Vigne</b>	47.85	0	0	0	0	0	0	0	0	14.62	69.26	73.76
<b>Bmax</b>	83.33	38.04	0	0	0	0	0	0	72.49	88.96	121.59	112.95
<b>Total (mm)</b>	192.17	61.55	0	0	0	0	0	0	177.59	234.63	300.37	288.46

#### 4 Calcul du débit spécifique ( $q_s$ )

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calcule par la formule suivante :

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot N_h \cdot n_j \cdot 3600} \quad (IV-13)$$

Avec :

- $B_{net}$  : Besoins de pointe (mm/mois).
- $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha).
  - $K$  : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ( $k=0,75$ ).
  - $N_h$  : nombre des heures d'irrigation = 22 h.
  - $n_j$  : nombre de jours par mois = 26 jours.

Dans notre cas, les besoins de pointe correspondent au mois de **Juillet** (mois de pointe) dont **Bm = 300.97mm**

On a donc  **$q_s = 1.95$  l/s/ha  $> 1.5$  l/s/ha.**



Dans ce cas, on doit calculer le débit spécifique de la culture la plus exigeante est l'**oranger** au mois de **juillet** avec un besoin de **121.59 mm**.

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

$$q_s = 0.79 \text{ l/s/ha}$$

## 5 Évaluation du débit caractéristique ( $Q_{car}$ )

Le calcul du débit caractéristique 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, voir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \times S$$

Avec :

$q_s$  : Débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha) ;  $q_s = 0.79 \text{ l/s/ha}$

$S$  : La superficie nette à irriguer ;  $S = 312 \text{ ha}$

$$Q_{car} = 246.48 \text{ l/s}$$

## 6 Estimation des volumes d'eau d'irrigation

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

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

Tableau IV.13 Besoins en eau totaux en m<sup>3</sup>

Culture	Surface (ha)	Besoins nets (mm)	Besoins nets (m <sup>3</sup> /ha)	Efficienc	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	Besoin en eau totaux (m <sup>3</sup> )
<b>Blé</b>	80	115,65	1156,5	0,75	1542,00	123360,00
<b>Orge</b>	60	61,9	619	0,75	825,33	49520,00
<b>P de terre</b>	34	148,35	1483,5	0,75	1978,00	67252,00
<b>Tomate</b>	18	71,71	717,1	0,75	956,13	17210,40
<b>Vigne</b>	20	205,49	2054,9	0,75	2739,87	54797,33
<b>Pêcher</b>	40	295,76	2957,6	0,75	3943,47	157738,67
<b>Orangers</b>	60	355,91	3559,1	0,75	4745,47	284728,00
<b>Total</b>	312	1254,77	12547,70	0,00	16730,27	754606,40

D'après les résultats du tableau ci-dessus, les besoins en eau totaux bruts pour l'irrigation du périmètre sont estimés à environs de **754606,4m<sup>3</sup>** soit de **0.75 Mm<sup>3</sup>**.

## 7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé, la phase la plus importante d'un projet d'irrigation, il s'agit de la détermination des besoins en eau des cultures. Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit par la suite le volume total des besoins en eau d'irrigation de notre périmètre qui est de l'ordre de **754606,4m<sup>3</sup>** soit de **0.75 Mm<sup>3</sup>**. De ce résultat on conclue que la capacité du barrage de « Bouroumi » qui est de l'ordre de **172 Mm<sup>3</sup>** suffit largement à irriguer la surface d'étude (**312 ha**).

Après avoir déterminé les besoins en eau d'irrigation des cultures, on est arrivé à calculer le débit spécifique en tenant compte de la culture la plus exigeante (**l'oranger**) pendant le mois de pointe (**juillet**), et calculer par la suite le débit caractéristique arrêté à **Q<sub>car</sub> = 246.48 l/s** .

**Chapitre V :**  
**« Dimensionnement du réseau  
d'adduction et distribution »**

## 1 Introduction

Dans tout aménagement hydro-agricole d'une certaine taille, on peut distinguer trois types d'équipement.

- **Les ouvrages de transports** transitent l'eau d'irrigation depuis la prise d'eau jusqu'aux périmètres à desservir. Ces ouvrages transitent des débits importants sur de longues distances.
- **Les réseaux de distribution** répartissent à l'intérieur du périmètre et jusqu'aux prises d'irrigation propres à chaque agriculteur, l'eau amenée par les ouvrages ramifiés.
- **Les équipements à la parcelle** conduisent l'eau des prises d'irrigation jusqu'aux plantes.

Ce chapitre est spécifiquement consacré aux ouvrages de transport et réseaux de distribution pour lesquels nous examinerons facteurs essentiels qui conduisent à définir l'organisation spatiale des ouvrages et les débits à transiter par tronçon.

L'objet du présent chapitre est la détermination des caractéristiques techniques et du gabarit des différents éléments dont l'ensemble constitue le réseau de distribution de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'aux lieux d'utilisation à des fins agricoles.

## 2 Découpage des îlots d'irrigation

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimenté par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants. Chaque borne doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au module.
- Régler la pression.
- Assurer le comptage de l'eau livrée.
- Encaisser les suppressions accidentelles.

Le réseau d'irrigation de la ferme pilote est de type ramifié .la ferme est partagé en îlots d'irrigation, chaque îlots est desservi par une borne d'irrigation. Les bornes sont alimentés par des conduites secondaires, en suite le réseau secondaire est alimenté par un réseau principale jusqu' le pointe de picage.

## 2.1 Taille des îlots d'irrigation

La taille de l'îlot est déterminée en fonction des modèles d'exploitations élaborés suivant Plusieurs critères : fonciers, topographiques, hydro-agricoles.

Dans certains cas, la taille de l'îlot dépend du débit d'équipement de prise en relation avec le débit fictif continu maximum au niveau de l'îlot.

En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

## 2.2 Le plan de bornage

Le plan de bornage est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs (qui souhaiteraient disposer d'une borne chacun, idéalement située par rapport à leur champ) et celui de l'organisme d'aménagement qui cherche à en limiter le nombre (de manière à diminuer le coût du réseau collectif).

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

La base du regroupement des parcelles sur une même borne est le découpage des propriétés.

Dans le cas de petites propriétés morcelées :

- une prise par îlot d'exploitations ;
- quatre (04) prises maximum sur une même borne ;
- bornes implantées en limites d'îlots ;
- dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.

Pour les grandes propriétés :

- La borne se situe au centre de la parcelle ;
- 4 prises sur la même borne.

## 2.3 Choix du tracé

Le tracé du réseau est projeté suivant le principe de proximité : plus courte distance pour relier l'ensemble des bornes au réseau de conduites principales, en tenant compte des contraintes du terrain qui limitent fortement les possibilités de choix : les règles générales suivies sont les suivantes :

- La recherche d'un tracé au plus court et avec le minimum de changement de direction concerne principalement la conduite maîtresse ;

- Eviter dans la mesure du possible de faire passer des conduites en plein champs ;
- Essayer de positionner la borne le plus proche de chaque parcelle à desservir afin d'éviter de pénaliser des exploitants par des têtes mortes trop longues ;
- Les conduites suivront au maximum (dans la mesure du possible) les routes et pistes et éviterons les plantations et zones bâties.

### 3 Calcul du Débits aux bornes

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

$$Q_b = q_s \cdot S \quad (V-1)$$

Avec :

$Q_b$  : Débit caractéristique de chaque borne (l/s) ;

$q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha) ;

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

#### Donné de base du dimensionnement (chapitre IV)

Le débit spécifique est évalué à **0.79 l/s/ha**.

La surface de la ferme à irrigée est **312 ha**

Donc le débit caractéristique est :

$$Q_c = 0.79 \times 312 = \mathbf{246.48 \text{ l/s}}$$

Les caractéristiques des bornes et les ilots d'irrigation desservie sont donnés par le tableau ci-après.

#### 3.1 Choix du diamètre et du type des bornes

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'ilot et du nombre de parcelles.

Généralement on admet :

Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre **[4 -8]**, et dont la superficie est inférieure à **15 ha**, on prend la borne à quatre prises (Borne de **type A4**).

Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à **15 ha**, on prend la borne à deux prises (borne de type **A2**).

Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse **15 ha**, on prend la borne à deux prises (Borne de **type B**).

Pour les grands ilots ( $S > 50 \text{ ha}$ ) on prévoit des bornes de **type C**.

Tableau V.1 Type de bornes en fonction de superficies des ilots

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
<b>Type A2</b>	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80, \Phi 100$	2 Entrées $\Phi 65$
<b>Type A4</b>	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrées $\Phi 80, \Phi 100$	4 Entrées $\Phi 65$
<b>Type B</b>	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrées $\Phi 80, \Phi 100,$ $\Phi 125$	2 Entrées $\Phi 100$
<b>Type C</b>	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrées $\Phi 80, \Phi 100,$ $\Phi 125$	1 Entrée $\Phi 150$

Tableau V.2 Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes.

Ilots	Bornes	Nombre des parcelles	Superficie ilot (ha)	Débit (l/s)	Matériel	Type de bornes
<b>I1</b>	B1	2	8,98	7,09	Fonte	<b>A2</b>
<b>I2</b>	B2	2	7,89	6,23	Fonte	<b>A2</b>
<b>I3</b>	B3	4	8,85	6,99	Fonte	<b>A4</b>
<b>I4</b>	B4	4	15,07	11,91	Fonte	<b>B</b>
<b>I5</b>	B5	4	13,62	10,76	Fonte	<b>A4</b>
<b>I6</b>	B6	4	11,9	9,40	Fonte	<b>A4</b>
<b>I7</b>	B7	2	6,87	5,43	Fonte	<b>A2</b>
<b>I8</b>	B8	2	12,38	9,78	Fonte	<b>A2</b>
<b>I9</b>	B9	4	14,56	11,50	Fonte	<b>B</b>
<b>I10</b>	B10	2	13,33	10,53	Fonte	<b>B</b>
<b>I11</b>	B11	2	7,78	6,15	Fonte	<b>A2</b>
<b>I12</b>	B12	2	7,14	5,64	Fonte	<b>A2</b>
<b>I13</b>	B13	2	5,73	4,53	Fonte	<b>A2</b>
<b>I14</b>	B14	2	8	6,32	Fonte	<b>A2</b>
<b>I15</b>	B15	4	16	12,64	Fonte	<b>B</b>
<b>I16</b>	B16	4	7	5,53	Fonte	<b>A4</b>
<b>I17</b>	B17	4	13,53	10,69	Fonte	<b>B</b>
<b>I18</b>	B18	4	13,29	10,50	Fonte	<b>B</b>

<b>I19</b>	B19	2	8,47	6,69	Fonte	<b>A2</b>
<b>I20</b>	B20	2	4,8	3,79	Fonte	<b>A2</b>
<b>I21</b>	B21	4	13,14	10,38	Fonte	<b>B</b>
<b>I22</b>	B22	4	13,57	10,72	Fonte	<b>B</b>
<b>I23</b>	B23	4	10,79	8,52	Fonte	<b>A4</b>
<b>I24</b>	B24	4	6,67	5,27	Fonte	<b>A4</b>
<b>I25</b>	B25	4	16,03	12,66	Fonte	<b>B</b>
<b>I26</b>	B26	4	7,87	6,22	Fonte	<b>A4</b>
<b>I27</b>	B27	4	9,33	7,37	Fonte	<b>A4</b>
<b>I28</b>	B28	4	13,44	10,62	Fonte	<b>B</b>
<b>I29</b>	B29	4	16	12,64	Fonte	<b>B</b>
<b>TOTAL</b>		<b>93</b>	<b>312</b>	<b>246,48</b>	-	

#### 4 Schéma d'aménagement hydro-agricole

Une conduite d'adduction de diamètre 1000mm va alimenter le réservoir à partir d'une station de pompage de l'affroune à partir du canal du barrage bouroumi.

##### 4.1 Schéma d'adduction

A partir du barrage, une conduite principale va alimenter tout le périmètre. A noter que le point de départ de la conduite d'adduction sera la prise d'eau pied du barrage.

Le réseau primaire sera constitué par une canalisation de conduites de grand diamètre, de Ø 1500 mm jusqu'à Ø 600 mm. Dans ses différents tronçons, le réseau primaire sera soumis à des pressions internes pas très élevées.

#### 5 Dimensionnement du réseau de distribution

##### 5.1 Caractéristiques des conduites du réseau de 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 l'ouvrage vers les bornes.



## 5.2 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 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale.

## 5.3 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

## 5.4 Caractéristiques des canalisations

### a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- coût relativement important

### b) Conduite 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).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

### 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.

Leur inconvénient est

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

## 5.5 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 normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \quad (\text{V-2})$$

Avec : Q : débit, exprimé en l/s ;

D: diamètre exprimé en mm.

V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s

## 5.6 Calcul des pertes de charge :

Pour la détermination du diamètre de la conduite gravitaire de la bache vers le périmètre , nous avons utilisé la formule de Lechapt et Calmon, les pertes de charge sont détaillées comme suit :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \quad (\text{V-3})$$

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

Q : débit en m<sup>3</sup>/s.

D : diamètre de la conduite considérée.

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

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

$$J = L \times Q^M / D^N \quad (\text{V.4})$$

**Tableau V.3 Les paramètres de perte de charge :**

<b>(mm)</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>
<b>0,1</b>	1,2	1,89	5,01
<b>0,5</b>	1,4	1,96	5,19
<b>1</b>	1,6	1,975	5,25

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité  $K=0,1\text{mm}$ , avec les paramètres suivants :  $L=1.2$ ,  $M=1.89$ ,  $N= 5.01$ .

Les résultats de calculs sont donnés dans le tableau :

Tableau V.4 Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Débit Q (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Vitesse V réelle (m /s)	Perte de charge linéaire $\Delta Hl$ (m)	Perte de charge totale $\Delta Ht$ (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point P(m)	Pression au point P (bars)
<b>ba-che-N1</b>	619	246,48	511,52	630	0,79	0,49	0,54	100	130,46	30,46	3,0
<b>N1-B1</b>	49	7,09	86,76	90	1,12	0,81	0,89	99,8	129,57	29,77	3,0
<b>N1-N2</b>	167	25,13	163,33	200	0,80	0,55	0,61	98	129,85	31,85	3,2
<b>N2-B2</b>	35	6,23	81,32	90	0,98	0,45	0,50	97,5	129,36	31,86	3,2
<b>N2-N3</b>	210	18,9	141,65	160	0,94	1,24	1,36	93,8	128,49	34,69	3,5
<b>N3-B3</b>	42	6,99	86,14	90	1,10	0,68	0,74	92	127,75	35,75	3,6
<b>N3-B4</b>	197	11,91	112,44	125	0,97	1,67	1,84	88,2	126,65	38,45	3,8
<b>N1-N4</b>	399	214,26	476,92	500	1,09	0,77	0,85	91,9	129,62	37,72	3,8
<b>N4-B5</b>	32	10,76	106,88	110	1,13	0,43	0,47	91,2	129,15	37,95	3,8
<b>N4-N5</b>	284	24,61	161,63	200	0,78	0,90	0,99	94,4	128,62	34,22	3,4
<b>N5-B6</b>	17	9,4	99,89	110	0,99	0,18	0,19	93,8	128,43	34,63	3,5
<b>N5-N6</b>	306	15,21	127,07	160	0,76	1,20	1,32	79,5	127,30	47,80	4,8
<b>N6-B7</b>	176	5,43	75,92	90	0,85	1,76	1,93	77	125,37	48,37	4,8
<b>N6-B8</b>	40	9,78	101,89	110	1,03	0,44	0,49	91,1	126,82	35,72	3,6
<b>N4-N7</b>	560	178,89	435,78	450	1,13	1,30	1,43	84,9	128,19	43,29	4,3

<b>N7-B9</b>	42	11,5	110,49	125	0,94	0,33	0,37	85,8	127,82	42,02	4,2
<b>N7-B11</b>	317	6,15	80,80	90	0,97	4,01	4,41	70,5	123,78	53,28	5,3
<b>N7-N8</b>	479	161,24	413,72	450	1,01	0,91	1,01	84,3	124,37	40,07	4,0
<b>N8-B10</b>	48	10,53	105,73	110	1,11	0,61	0,67	84,8	123,69	38,89	3,9
<b>N8-N9</b>	325	16,49	132,31	160	0,82	1,48	1,63	77,5	122,73	45,23	4,5
<b>N9-B12</b>	49	5,64	77,38	90	0,89	0,53	0,58	74	122,16	48,16	4,8
<b>N9-N10</b>	83	10,85	107,32	110	1,14	1,12	1,23	82,9	121,50	38,60	3,9
<b>N10-B13</b>	22	4,53	69,35	75	1,03	0,39	0,43	84,4	121,07	36,67	3,7
<b>N10-B14</b>	99	6,32	81,91	90	0,99	1,32	1,45	84,6	120,05	35,45	3,5
<b>N8-N11</b>	453	134,22	377,47	400	1,07	1,10	1,21	83	123,15	40,15	4,0
<b>N11-B16</b>	45	5,55	76,76	90	0,87	0,47	0,52	81,9	122,64	40,74	4,1
<b>N11-B15</b>	316	12,64	115,84	125	1,03	3,01	3,31	63,1	119,85	56,75	5,7
<b>N11-N12</b>	95	116,03	350,96	400	0,92	0,18	0,19	85,2	122,96	37,76	3,8
<b>N12-B18</b>	63	10,5	105,58	110	1,11	0,80	0,88	83,1	122,08	38,98	3,9
<b>N12-N13</b>	393	24,51	161,30	200	0,78	1,24	1,36	75,8	121,59	45,79	4,6
<b>N13-B22</b>	27	10,72	106,68	110	1,13	0,36	0,39	77,1	121,20	44,10	4,4
<b>N13-N14</b>	204	13,79	120,99	125	1,12	2,29	2,52	67	119,08	52,08	5,2
<b>N14-B23</b>	39	8,52	95,10	110	0,90	0,33	0,37	69,1	118,71	49,61	5,0
<b>N14-B24</b>	279	5,27	74,80	110	0,55	0,96	1,06	88,6	118,02	29,42	2,9
<b>N12-N15</b>	177	81,02	293,27	315	1,04	0,55	0,60	81,5	122,35	40,85	4,1

<b>N15-B17</b>	44	10,69	106,53	110	1,13	0,58	0,64	81,8	121,72	39,92	4,0
<b>N15-N16</b>	145	70,33	273,24	315	0,90	0,34	0,38	82,2	121,97	39,77	4,0
<b>N16-B19</b>	67	6,69	84,27	90	1,05	0,99	1,09	79,6	120,88	41,28	4,1
<b>N16-N17</b>	539	29,26	176,24	200	0,93	2,38	2,62	80,9	119,36	38,46	3,8
<b>N17-B21</b>	45	10,38	104,97	110	1,09	0,56	0,62	79,8	118,74	38,94	3,9
<b>N17-N18</b>	329	18,88	141,57	160	0,94	1,94	2,13	89,2	117,23	28,03	2,8
<b>N18-B25</b>	20	12,66	115,93	125	1,03	0,19	0,21	89	117,02	28,02	2,8
<b>N18-B26</b>	312	6,22	81,26	110	0,65	1,47	1,62	89,2	115,61	26,41	2,6
<b>N16-N19</b>	303	34,38	191,04	200	1,09	1,81	1,99	79,6	119,98	40,38	4,0
<b>N19-B20</b>	59	3,79	63,43	75	0,86	0,74	0,82	73,3	119,16	45,86	4,6
<b>N19-N20</b>	79	30,45	179,79	200	0,97	0,38	0,41	76,6	119,57	42,97	4,3
<b>N20-B29</b>	45	12,46	115,01	125	1,02	0,42	0,46	75	119,11	44,11	4,4
<b>N20-N21</b>	411	17,99	138,19	160	0,90	2,21	2,43	78	117,14	39,14	3,9
<b>N21-B27</b>	33	7,37	88,45	90	1,16	0,59	0,65	78,8	116,49	37,69	3,8
<b>N21-B28</b>	353	10,62	106,18	125	0,87	2,42	2,66	82	114,48	32,48	3,2

## 6 Dimensionnement de la bache de distribution

L'emplacement d'une bache de distribution doit répondre aux conditions suivantes :

- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de périmètre.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre à alimenter.
- La cote du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau.
- L'emplacement du réseau du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à assurer la pression nécessaire.

Le volume de la bache de distribution correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

On sait que :

$$V = Q_{\text{car}} \times T$$

Avec:

V : volume de la bache.

$Q_{\text{car}}$  : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage de la bache : 2 H

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

Surface totale = 312 ha

Q caractéristique = **246.48 l/s**

Donc :

$$V = 246.48 \times 10^{-3} \times 2 \times 3600 = \mathbf{1774.66 \text{ m}^3}$$

On peut prendre  $V = 2000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H$$

H : La hauteur de réservoir : 5m

S : section de réservoir :  $S = a \times b = 25 \times 16 = 400 \text{ m}^2$

a : La longueur de réservoir.

b : La largeur de réservoir

## 7 Etablissement des profils en long

Les profils en long ont été établis à partir des levés sur site et au moyen du logiciel COVADIS. Cet outil informatique a pour objet :

- De calculer la position de la ligne du projet, c'est - à dire l'axe des conduites successives constituant le profil en long des canalisations,
- De dessiner les profils en long du terrain naturel et du projet.
- De positionner les pièces spéciales (ventouses, vidanges, vannes de sectionnement...).

### 7.1 Pièces spéciales

#### 7.1.1 Vannes de sectionnement

- Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux et permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.
- Il est prévu d'installer des vannes de sectionnement au départ de toutes les branches et des sous branches importantes.

#### 7.1.2 Ventouses

- Elles sont destinées à évacuer les poches d'air et sont placées aux points hauts des adductions et systématiquement entre deux vannes.
- Le choix de la ventouse est fait directement en fonction du diamètre de la conduite.
- Elle est portée sur le profil en long et désignée par le diamètre de l'orifice assurant l'évacuation de l'air.
- La mise en place de ventouses à chaque point haut, espacées de 500 mètres au maximum, est également indispensable.
- Le tableau ci-après précise le choix de la ventouse en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau V.5 Choix de la ventouse**

<b>DIAMETRE DE LA CONDUITE</b>	<b>TYPE DE VENTOUSE</b>
D < 500 mm	D 80 mm
600 < D < 900 mm	D 100 mm
900 < D < 1200 mm	D 150 mm
D > 1200 mm	D 200 mm



### 7.1.3 Vidange :

- Les vidanges sont placées en des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau. Pour les branches extrêmes de petit diamètre la vidange sera faite par pompage vu les faibles volumes à évacuer ou par des bornes placées à des points bas.
- Le tableau ci-après précise le choix de la vidange en fonction du diamètre de la conduite.

**Tableau V.6** Choix de la vidange

Diamètre de la conduite	Type de vidange
100 < D < 500 mm	D 100 mm
600 < D < 800 mm	D 150 mm

## 8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé le réseau de distribution et détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un réseau ainsi que les calculs relatifs aux bornes d'irrigation.

Dans le cadre de la réalisation du projet, la ferme pilote est découpé en 29 îlots d'irrigation, avec 29 bornes et une superficie totale de 312 ha.

En deuxième phase, nous avons entamé le calcul hydraulique des canalisations du réseau de distribution du périmètre d'étude qui présente une superficie de 312 ha.

**Chapitre VI :**  
**« Choix de la technique  
d'irrigation »**

## 1 Introduction

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

Les nécessités économiques et les demandes sociétales ont conduit depuis longtemps les agriculteurs à optimiser l'utilisation de l'eau. L'efficacité de l'irrigation a ainsi régulièrement progressé. Actuellement, il existe plusieurs méthodes d'irrigation pour la desserte en eau des cultures. Chaque méthode présente en même temps des avantages et des désavantages, qui doivent être pris en considération lors de la sélection de la méthode qui s'adapte le mieux aux conditions locales, c'est ce que on va détailler dans ce chapitre.

## 2 Choix des techniques d'irrigation

Plusieurs facteurs sont à prendre en considération pour le choix des techniques d'irrigation :

- La topographie.
- Les ressources en eau.
- La nature de sol.
- Le type de cultures.
- L'automatisation et la télégestion.
- Le facteur économique.

## 3 Différentes techniques d'arrosages

Il existe deux grandes classes des techniques, qui sont :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation sous pression :
  - Irrigation par aspersion.
  - Irrigation localisé ou micro-irrigation (par goutte à goutte).

### 3.1 Irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage, qui consiste à apporter aux champs de grande quantité d'eau à l'air libre où l'écoulement se fait gravitaire à travers des canaux ouverts se situant au niveau du sol. La totalité du champ peut être submergée,

ou bien l'eau peut être dirigée vers des raies ou des planches d'irrigation. Le procédé de cette technique repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle est subdivisée en :

**a) Irrigation par ruissellement**

Cette méthode consiste à apporter de grosses quantités d'eau et les faire couler sur la surface du sol. On laisse l'eau s'écouler pour s'y infiltrer verticalement jusqu'à atteindre la couche active du sol.

**b) Irrigation par bassins (submersion)**

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur. Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents. Ils peuvent être placés dans le sens de la pente ou selon les courbes de niveau. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières. En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée. La forme et la taille d'un bassin sont essentiellement déterminées en fonction de la pente du terrain, du type du sol, du débit du courant d'eau disponible (faible, suffisant ou fort), de la dose d'irrigation à fournir, et des pratiques agricoles.



**Figure VI.1 : Irrigation par submersion**

Le débit unitaire est considérablement réduit et cette technique peut être pratiquée avec des pentes allant jusqu'à 12% si les raies sont placées selon les courbes de niveau avec un débit dimensionné pour être non érosif. Si les raies ne sont pas disposées selon les courbes de niveau, la pente maximale recommandée est de 3% ou moins.

**c) Irrigation à la raie (sillons)**

Les sillons sont des petites rigoles en terre, aménagées dans le sens de la pente du terrain, pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltré dans le sol, principalement par les côtés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain. Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée. Les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée. Ces ouvrages de prise peuvent être soit de simples ouvertures aménagées sur les berges du canal d'amenée, soit des siphons, ou bien des tuyaux d'alimentation passant à travers la berge du canal d'amenée.



Figure VI.2      **Irrigation à la raie**

**d) Irrigation en planches**

Les planches sont des bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. L'alimentation en eau des planches est faite de plusieurs façons: soit à l'aide de prises d'eau aménagées sur le canal d'amenée et équipées d'une vannette, soit par des siphons, ou bien par des tuyaux d'alimentation passant à travers les berges du canal d'amenée.

**➤ Avantages et inconvénients de l'irrigation gravitaire****❖ Les avantages :**

- Permet d'irriguer des grandes surfaces
- Coût d'investissement relativement faible
- Besoins en énergie nuls.



**❖ Les inconvénients :**

- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- Pertes d'eau considérable.
- Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

**3.2 Irrigation sous pression****3.2.1 Irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion consiste à fournir l'eau nécessaire aux cultures sous forme de pluie artificielle grâce à des distributeurs appelés asperseurs qui fonctionnent sous pression. L'eau est mise sous pression, généralement par pompage, pour être ensuite distribuée au moyen d'un réseau de canalisations généralement enterrées. La distribution d'eau est faite au moyen de rampes d'arrosage équipées d'asperseurs. L'eau sort sous la forme d'un jet et se répartit en gouttelettes d'eau qui tombent sur le sol. Le choix du dispositif de pompage, des asperseurs et la bonne gestion de l'eau doivent garantir la distribution uniforme de l'eau d'irrigation.



**Figure VI.3**      **Irrigation par aspersion**

**➤ Cultures recommandées**

Elle convient aux cultures en lignes, de plein champ et à l'arboriculture. La distribution de l'eau peut se faire sur ou sous frondaison. Cependant, les asperseurs géants sont à éviter dans le cas des cultures délicates telles que la salade, car les grosses gouttes d'eau risquent de provoquer le dépérissement des plantes.

➤ **Pentes adéquates**

L'irrigation par aspersion s'adapte à toutes les pentes des terrains cultivable, qu'elles soient uniformes ou irrégulières. Les rampes d'arrosage portant les asperseurs doivent suivre autant que possible les courbes de niveau. Cette disposition a l'avantage de minimiser les variations de pression le long de la rampe et de garantir un arrosage uniforme.

➤ **Types de sol appropriés**

C'est la meilleure technique pour les sols sableux à taux d'infiltration assez fort, sans ignorer qu'elle s'adapte parfaitement à la plupart des types de sol. La pluviométrie moyenne des asperseurs doit être inférieure au taux d'infiltration permanent du sol, pour éviter le ruissellement des eaux en surface.

➤ **Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion**

❖ **Les avantages :**

- Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation.
- Elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.

❖ **Les inconvénients :**

- elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec.
- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, car toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- Provoque un risque de salinité.
- Mal adaptée aux régions ventées.

➤ **Types d'installation à la parcelle**

En pratique, on distingue deux types d'installations : l'installation fixe et l'installation mobile.

- **Installation fixe** : Dans cette installation, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseurs) sont fixés de façon permanente pendant l'arrosage, ce qui limite la main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.
- **Installation mobile** : Dans ce cas, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseurs) se déplacent en permanence pendant l'arrosage.

### 3.2.2 Irrigation localisée (Goutte à goutte)

L'irrigation goutte à goutte, consiste à délivrer l'eau en gouttes à la surface du sol avec une faible dose. L'eau est canalisée dans des tuyaux en plastique munis d'orifices appelés goutteur. L'eau est délivrée au voisinage immédiat de la plante de sorte que l'humidification soit limitée à la zone racinaire du sol. Ceci correspond à une utilisation plus efficace de l'eau qu'avec l'irrigation de surface ou par aspersion, où l'humidification concerne la totalité du sous-sol des plantations. En irrigation par goutte à goutte, la fréquence des arrosages est supérieure à celle des autres méthodes, ce qui maintient une forte humidité du sol, favorable à la croissance des cultures.



Figure VI.4

Irrigation par goutte à goutte

#### ➤ Cultures recommandées

L'irrigation goutte à goutte convient surtout aux cultures en lignes (légumes, fruits), arboriculture et vigne. On peut utiliser un ou plusieurs goutteurs pour assurer une irrigation adéquate. A cause du coût d'installation élevé, cette technique d'irrigation est réservée pour l'irrigation des cultures à forte productivité et de haute qualité.



➤ **Pentes adéquates**

Elle s'adapte à tout terrain irrigable. Les plantes sont cultivées le long d'une courbe de niveau et les canalisations de distribution d'eau (rampes en plastique) suivent elles aussi les courbes de niveau. Cette pratique a l'avantage de réduire les variations de pression de service des goutteurs résultant de l'irrégularité de la pente du terrain.

➤ **Type de sols appropriés**

Cette méthode d'irrigation s'adapte presque à tous les types du sol. En sols argileux, le débit des goutteurs ou distributeurs est faible pour éviter la stagnation de l'eau ou bien l'écoulement par ruissellement. En sols sableux, les goutteurs doivent avoir un débit fort pour que l'infiltration latérale des eaux soit suffisante.

➤ **Les avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée**

❖ **Les avantages :**

- Meilleur développement et meilleur rendement des cultures dû à l'humidification permanent de la couche active de sol.
- Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle.
- Economie d'eau et main d'œuvres (système fixe) éradication des mauvaises herbes.
- Réduction de l'évaporation.

❖ **Les inconvénients :**

- Coût très élevé du matériel.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés.

## **4 Choix de la technique d'arrosage**

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de connaître toutes les contraintes de chaque type d'arrosage. Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée.

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

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par Aspersion	Irrigation localisée
	Par Rigole	Par Planche		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contraintes naturelle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Évaporation</b>     +                     +                     + +                     + +</li> <li>▪ <b>Vent</b>                     + + +                     + + +                     + +                     + + +</li> <li>▪ <b>Texture (limono-argileuse)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Perméabilité (moy)</b>     + +                     + +                     + + +                     + +</li> <li>▪ <b>Pente (&lt;0.5%)</b>     + + +                     + + +                     + + +                     + + +</li> <li>▪ <b>Qualité d'eau d'irrigation (bonne)</b>     + + +                     + + +                     + + +                     + + +</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Contraintes agronomique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Maraîchage</b>     x                     x                     + + +                     x</li> <li>▪ <b>céréales</b>             + + +                     +                     x                     + + +</li> <li>▪ <b>arbres</b>                     + + +                     + + +                     + + +                     + + +</li> </ul> </li> <li>• <b>C. technique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Personnel qualifié</b>     x                     x                     + +                     + + +</li> </ul> </li> <li>• <b>économie d'eau</b></li> </ul>				

**Remarque :**

x: Déconseillé ; +: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ; + + + : Très Adapté

## **5 Conclusion**

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

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

**Chapitre VII :**  
**« Dimensionnement à la parcelle »**

## 1 Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, pour cela il faut réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), il faut bien la répartir sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant on doit envisager un choix minutieux du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage en compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

L'objectif du présent chapitre, est le calcul des installations d'irrigation à la parcelle, pour l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisée dont les calculs vont être portés sur une parcelle type.

## 2 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

Le dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte appelé aussi système d'irrigation localisé, nous avons choisis d'étudier la culture du pommier et cela par l'intermédiaire des caractéristiques calculées précédemment.

### 2.1 Données générales

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°6 alimenté par la borne B6 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **3.5 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **11.9 hectares**

- **Culture** : Oranger
- **Besoins de pointe** : **121.59 mm**
- **Culture** : orange
  - Espacement entre arbres : 4 m
  - Espacements entre rangs : 4 m
- **Caractéristique du goutteur** :
  - Débit nominal : 04 l/h

- Pression nominal : 10 m.c.e
- Espacement des goutteurs : 02 m
- Le nombre de goutteurs par arbre : 02

## 2.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

### 2.2.1 Les besoins journaliers

Les besoins en eau journaliers ( $B_j$ ) d'irrigation localisée pour le pommier sont calculés par les formules suivantes :

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de point}}{\text{Nombre de jours}} \quad (\text{VII-1})$$

$$B_j = \frac{121.59}{31} = 3.92 \text{ mm/j}$$

### 2.2.2 Besoin journalier en tenant compte de la réduction $K_r$

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

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

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol ( $C_s = 60\%$ ) par les plantes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après [Ollier et Poirre, 1983] :

1. KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots (\text{VII.2})$$

2. La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots (\text{VII.3})$$

3. La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots (\text{VII.4})$$

On prévoit un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$$K_r = 0.70 \text{ Selon KELLER et KARMELI}$$

$$K_r = 0.80 \text{ Selon Freeman et Garzoli}$$

$$K_r = 0.70 \text{ Selon Decroix (CTGREF)}$$

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$B_{jL} = B_j * K_r = 3.92 * 0,8 = 3.14 \text{ mm/j}$$

### 2.2.3 Dose nette (dose pratique)

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

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

$$D_p = RFU * P = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot D_a \cdot Z * P \quad (\text{VII-5})$$

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ (31 %).

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (17 %).

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

$Z$  : profondeur d'enracinement en (1500 mm).

$D_a$  : densité apparente du sol ( $D_a = 1,45$ ).

$$RFU = [(31-17)/100] * (2/3) * (1,45) * (1500) \quad \Rightarrow \quad RFU = 203 \text{ mm}$$

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

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad (\text{VII-6})$$

$P$  : Volume du sol humidifié ;

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre ( $n=2$ ) ;

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

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

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

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

$$P = 25\%$$

$$\text{Donc la dose nette : } D_p = RFU * P = 203 \times 0,25 = 40,6 \text{ mm}$$

### 2.2.4 Fréquence des arrosages

La fréquence des arrosages est fonction d'une part du besoin journalier qu'il faut satisfaire et d'autre part de la dose réelle net dont profite les plantes.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} \quad (\text{VII-7})$$

$$= \frac{40,6}{3,14} = 12,9 \text{ jours}$$

Donc on prend  $Fr = 13$  jours.

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

- **La dose réelle :**

$$Dr = Fr * Bjl = 13 * 3.14 = 40.82 \text{ mm}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{Dr}{Cu * eff} = \frac{40.82}{0.9 * 0.9} = 50.39 \text{ mm}$$

Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%

### 2.2.5 La durée d'arrosage par heures

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots \text{(VII.8)}$$

Avec :

S<sub>d</sub> : Espacement entre les distributeurs = 2m ;

S<sub>r</sub> : Espacement entre les rangs = 4m ;

n : le nombre des goutteurs = 2 ;

Q<sub>g</sub> : Débit des goutteurs = 4 L/h.

$$\theta = \frac{50.39 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = 50.39 \text{ heures}$$

### 2.2.6 Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r} \dots\dots\dots \text{(VII.9)}$$

$$D_j = \frac{50.39}{13} = 3.88$$

Donc D<sub>j</sub> = 4 heures

### 2.2.7 Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} \dots\dots\dots \text{(VII-10)}$$

$$= \frac{22}{4} = 6 \text{ postes}$$

### 2.2.8 Surface de la parcelle arrosée par un (01) poste

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} \dots\dots\dots \text{(VII-11)}$$

$$= \frac{11.9}{6} = 1.98 = 2 \text{ Ha}$$



## 2.3 Calculs hydrauliques

### 2.3.1 Condition hydraulique

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \dots\dots\dots (\text{VII.12})$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \quad \dots\dots\dots (\text{VII.13})$$

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabriquant

H : la pression dans la rampe en mètre colonne d'eau

X : exposant caractérisant le goutteur

(X= 0.3 à 8) pour les goutteurs non autorégulant, pour les goutteurs autorégulant X est voisin de 0, dans notre cas on prend X=0.5.

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

Avec :

$q(g)$  : Débit nominal du goutteur ;

$H(n)$ : Pression nominale = 10 mce.

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

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

Donc selon la règle de Christiansen :

- Les pertes de charges singulières ( $\Delta h_{\text{sin}}$ ) sont estimées à **10%** de la variation maximale de pression ( $\Delta H$ ). Donc :  $\Delta h_{\text{sin}} = 0.2 \text{ m}$
- Le reste la variation maximale de pression est considéré comme des pertes de charges linéaires ( $\Delta h_{\text{lin}}$ ). Donc :  $\Delta h_{\text{sin}} = 1.8 \text{ m}$

### 2.3.2 Le débit

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots (\text{VII.14})$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots (\text{VII.15})$$

Avec :

$Q_r$  : *debit de la rampe* (L/h);

$Q_{pr}$  : *debit du porte rampe* (L/h);

$Q_g$ : débit du goutteur (L/h);

$N_r$  : nombre de rampes;

$N_g$ : nombre de goutteurs.

Les deux porte rampe coupe la surface du terrain au milieu et à l'extrémité de la parcelle, et chaque porte rompe j'ai divisé entre deux zone donc on a :

La longueur de la rampe est de :  $L_r=108$  m

La longueur de la porte rampe est de :  $L_{pr}=271$  m

### 2.3.3 Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{arbres/rampe} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{108}{4} = 27 \text{ arbres} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.16})$$

### 2.3.4 Le nombre de goutteurs par rampe :

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 27 \times 2 = 54 \text{ goutteurs} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.17})$$

### 2.3.5 Le nombre des rampes :

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{271}{4} = 67.75 = 67 \text{ rampes} \quad \dots\dots\dots (\text{VII.18})$$

### 2.3.6 Débit de la rampe :

Les débits des goutteurs sont de 1 à 8 L/h et ils ont une pression de 1 bar. En pratique, on utilise le plus souvent 2 L/h pour les cultures maraîchères et 4 L/h pour les cultures pérennes.

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots (\text{VII.19})$$

$$Q_r = 4 \times 54 = 216 \text{ l/h}$$

### 2.3.7 Débit de la porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots (\text{VII.20})$$

$$Q_{pr} = 216 \times 67 = 14472 \text{ L/h}$$

### 2.3.8 Le nombre de porte rampe :

$$N_{pr} = 2 \text{ porte rampe}$$

## 2.4 Dimensionnement des canalisations du réseau :

Les rampes et les portes rampes sont généralement fabriquées en polyéthylène de basse densité (PEBD) ou bien en polyéthylène de haute densité (PEHD), et qui sont conçues pour résister à des pressions nominales de 4 à 6 bars.

### 2.4.1 Porte-rampes :

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

### 2.4.2 Les rampes :

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations ou l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

### 2.4.3 Le diamètre :

Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

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

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

Avec :

- Q(r) : le débit de la rampe en L/h, (Q<sub>r</sub> = 216 L/h) ;
- Q(pr) : le débit de la rampe en L/h, (Q<sub>pr</sub> = 14472 L/h) ;
- L(r) : la longueur de la rampe en m, (L<sub>r</sub> = 108 m) ;
- L(pr) : la longueur de la porte rampe en m, (L<sub>pr</sub> = 271 m)
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

La répartition de la perte de charge est :

D'après le calcul précédent on a la perte de charge maximale est égale à  $\Delta H(\mathbf{max}) = 2 \text{ mce}$

On prend que les pertes de charges singulières sont de 10% alors = 0,2 mce

Et les pertes ce charges linéaires = 1,8 mce

On n'admit que 1/3 de pertes de charges linéaires pour la porte rampe et 2/3 de pertes de charges pour la rampe

- Pdc(r) : la perte de charge dans la rampe = (1,8\*1/3= **0,6 mce**) ;
- Pdc(pr) : la perte de charge dans la porte rampe = (1,8\*2/3 = **1,2 mce**) ;

Donc le résultat calcul des diamètres pour les deux cas c'est comme suite :

- Ør (cal) = 14.9 mm
- Øpr (cal) = 73.9 mm

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation après choix du diamètre, On recalcule les pertes de charges pour les diamètres normalisés de la rampe  $\varnothing_r$  (normal) et le port rampe  $\varnothing_{pr}$  (normal) selon **Hazen-Williams**.

$$\Delta H = 0,178 * D^{(-4,75)} * Q^{1,75} \dots\dots\dots (VII.23)$$

Avec :

- L: longueur de la conduite (m) ;
- Q : débit en (l/h) ;
- D : diamètre intérieur de a canalisation (mm) ;
- Cw= 140 PEBD.

➤ **Pour la Rampes :**

- $\varnothing_r$  (cal) = 14.9 mm
- $\varnothing_r$  (normal) = 16 mm**
- Lr =108 m
- Q<sub>r</sub> =216 L/h
- $\Delta H$  (rampes) = 0.004 m/m
- $\Delta H$  (rampes) totale = 0,004\*108 = 0,432 m**

➤ **Pour la porte Rampes :**

- $\varnothing_{pr}$  (cal) = 73.9 mm
- $\varnothing_{pr}$  (normal) = 75 mm**
- Lpr = 271 m
- Q<sub>pr</sub> = 14472 L/h
- $\Delta H$  (porte-rampes) =0.004 m/m
- $\Delta H$  (porte-rampes) totale = 0,004\*271 = 1.084 m**

- Les pertes de charges totales dans le réseau sont de **1.516 mce** sont inférieur à **1.8 mce** on remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

#### 2.4.4 La pression d'eau a la borne de distribution

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

**Tableau VII-2 : Tableau récapitulatif.**

Conduites	La rampe	Porte rampe
Longueur(m)	108	271
Diamètre(m)	16	75
Débit (L/h)	216	14472
Pertes de charge(m)	0.432	1.084

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le goutteur le plus défavorable.

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale plus la somme des pertes de charges.

$$P(m) = 10 + 0.432 + 1.084 = 11.516 \text{ m} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.24)}$$

- Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.1 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

### 3 Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable la quantification de certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

#### 3.1 Données générales :

1. **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé par aspersion.
2. **Choix de la parcelle** : Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N°23 alimentée par la borne **B23** et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **5 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 10.79 ha et présente une forme relativement rectangulaire.
3. **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
4. **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
5. **Besoins en eau de pointes** : 72.49 mm pour le mois mai.
6. **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de :  $K = 7 \text{ mm/h}$ .

#### 3.1.1 Calcul de la Dose pratique :

La RFU est calculée comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \quad \dots\dots\dots \text{(VII.25)}$$

Y : degré de tarissement : égal à 2/3

Da : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm (0,6 m pour Le blé)

Hcc : humidité à la capacité au champ (31%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (17%).

$$\mathbf{RFU} = \frac{(31-17)}{100} \times 1.4 \times 0.6 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{78.4 \text{ mm}}$$

### 3.2 Dimensionnement théorique :

#### 3.2.1 Calcul du diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol  $K = 7 \text{ mm/h}$

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

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots (\text{VII.26})$$

D'où : 
$$d = \frac{1.04 \times 7}{1.5} = \mathbf{4.85 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type (caractéristique de l'asperseur circulaire **PERROT ZF 30**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **4.8mm**.

#### 3.2.2 calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots (\text{VII.27})$$

Tel que :

$d$  : diamètre de la buse en (mm)

$h$  : pression de la buse en (m), dans notre cas  $h = 3.0 \text{ bars} = 30 \text{ m}$ .

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 30^{0.25} = \mathbf{15.38 \text{ m}}$$

- Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue du fournisseur **PERROT** pour le diamètre de la buse de **4,80mm** à une pression de service minimale de **3.0 bars** la portée calculée est de **16,0m**.

### 3.2.3 Ecartement entre les rampes et les arroseurs :

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

1. L'écartement  $E_l$  entre les lignes d'arrosage est égal à 1,25 L pour un vent faible et à 1,02 L pour un vent fort.
2. L'écartement  $E_a$  entre les arroseurs sur la rampe est égal à 0,8 L pour un vent faible et à 0,5 L pour un vent fort.

Notre zone d'étude présente des vitesses de vents une moyenne annuelle oscillant autour de 2,7 m/s, cette valeur est relativement faible. donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.25 \times 16 = 20 \text{ m}$$

$$E_a = 0.8 \times 16 = 12.8 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements, d'où :

$$E_l = 18 \text{ m}$$

$$E_a = 12 \text{ m}$$

### 3.2.4 Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(\text{VII.28})$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.2.5 Verification de la pluviométrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_a \times E_l} \dots\dots\dots(\text{VII.29})$$

$$p = \frac{1.50 \times 1000}{12 \times 18} = 6.95 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie  $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$ .

### 3.2.6 Calcul du tour d'eau :

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{Dose}_{\text{RFU}} \times \text{NJ}}{B_{\text{pointe}}} \dots\dots\dots(\text{VII.30})$$

Avec :

$$\text{Dose}_{\text{RFU}} = 78.4 \text{ mm}$$

$$\text{NJ} = 26 \text{ jours/mois}$$

$$B_{\text{pointe}} = 72.49 \text{ mm}$$

$$T_{\text{eau}} = \frac{78.4 \times 26}{72.49} = 28.12 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 2 irrigations par mois,  $F_i=2$  fois/mois

Efficiencce d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier =  $72.49/30 = 2.42$  mm

La nouvelle dose réelle =  $28 \times 2.42 = 67.76$  mm

La nouvelle dose brute =  $67.76/0.75 = 90.35$  mm

Le temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration :

$$T_a = \frac{\text{dose brute}}{P} \dots\dots\dots (\text{VII.31})$$

Pour  $P = 7$  mm/h on aura :

$T_a = 90.35 / 7$  le temps d'arrosage est de  $7,17 = 12.9$  heures.

Donc on pourra adopter deux positions par jour pour chaque asperseur.

### 3.2.7 Calcul de l'unité d'arrosage $S_u$ :

La surface unitaire arrosée ou unité de surface se calcule comme suit :

$$S_u = \frac{S}{T \times n} \dots\dots\dots (\text{VII.32})$$

$$S_u = \frac{10.79}{12 \times 2} = 0.45 \text{ Ha}$$

### 3.2.8 Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{\text{asp}} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}} \dots\dots\dots (\text{VII.33})$$

$$N_{\text{asp}} = \frac{0.45 \times 10000}{18 \times 12} = 20 \text{ asperseurs}$$

### 3.2.9 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a$$

.....(VII.34)

$$V = \frac{2 \times 2 \times 72.49 \times 18 \times 12}{1000} = 65.63 \text{ m}^3$$



### 3.3 Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes :

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, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de **269m**, la largeur du terrain est de **400m**.

#### 3.3.1 La longueur de la rampe / porte rampe :

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \text{ Et } L_{pr} = \frac{\text{Longueur du terrain}}{2} - \frac{E_l}{2} \dots\dots\dots (\text{VII.35})$$

$$L_r = \frac{269}{2} - \frac{12}{2} = 128.5 \text{ m}$$

On prend :  $L_r = 129 \text{ m}$

$$L_{pr} = \frac{400}{2} - \frac{18}{2} = 191 \text{ m}$$

On prend :  $L_{pr} = 191 \text{ m}$

#### 3.3.2 Le nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots (\text{VII.36})$$

$$N_{asp/r} = \frac{129}{12} = 10.75 = 10 \text{ asperseurs}$$

#### 3.3.3 Nombre de rampes :

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/r}} = \frac{17}{10} = 1.7 = 2 \text{ rampes} \dots\dots\dots (\text{VII.37})$$

Donc on travaille avec 2 rampes

#### 3.3.4 Débit des rampes :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe} \dots\dots\dots (\text{VII.38})$$

$$Q_{rampe} = 1.50 \times 10 = 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 3.3.5 Débit de la porte rampe :

$$Q_{porte rampe} = Q_{rampe} \times N_{rampes} \dots\dots\dots (\text{VII.39})$$

$$Q_{porte rampe} = 16.5 \times 2 = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 3.3.6 Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse Où :  $V \leq V_{ADM}$ ,

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

On suppose que  $V = 1.5$  m/s et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times \left(\frac{15}{3600}\right)}{\pi \times 1.5}} = 0.059 \text{ m} = 59 \text{ mm}$$

On prend  $D_r = 63$  mm

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times \left(\frac{30}{3600}\right)}{\pi \times 1.5}} = 0.084 \text{ m} = 84 \text{ mm}$$

On prend  $D_{pr} = 90$  mm

### 3.3.7 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 :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H}\right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots \text{(VII.40)}$$

Avec :

$\Delta H$  : Perte de charge unitaires (m/m)

$Q$  : Debit de la conduite en m<sup>3</sup>/s

$C_H$  : coefficient equivaut à 140.

Pour **la rampe** on a :  $L_r = 129$  m,  $D_r = 63$  mm,  $Q_r = 15$  m<sup>3</sup>/h

Pour **le porte rampe** on a :  $L_{pr} = 191$  m,  $D_{pr} = 90$  mm,  $Q_{pr} = 30$  m<sup>3</sup>/h

On trouve :

$$\Delta H_{pr} = 0.019 \text{ m/m}$$

Les pertes de charge totale de la porte rampe :  $\Delta H_{pr} \text{ totale} = 3.63$  m

$$\Delta H_r = 0.031 \text{ m/m}$$

Les pertes de charge totale de la rampe :  $\Delta H_r \text{ totale} = 3.99$  m

On a une grande perte de charge dans la rampe, pour cela on doit augmenter le diamètre à **75 mm** et on recalcule la perte de charge :

$$\Delta H_r = 0.013 \text{ m/m}$$

Pour  $D_{rampe} = 75$  mm, on trouve Les pertes de charge totale de la rampe suivantes :

$$\Delta H_r \text{ totale} = 1.68 \text{ m}$$

L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ( $P=3 \text{ bars} = 30 \text{ m}$ ) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $\Delta H = 6 \text{ m}$ .

Pour une perte de charge totale de 5.31 m, la règle de Christiansen est donc respectée. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau VII-3 : Résultat du calcul pratique d'aspersion.**

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	191	129
Diamètre (mm)	90	75
Débit (m <sup>3</sup> /h)	30	15
Vitesse (m/s)	1.31	0.94
Perte de charge totale(m)	3.63	1.68

### 3.4 Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots (\text{VII.41})$$

H : pression à la tête de la parcelle.

$H_1$ : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

$H_2$ : Perte de charge totale de la rampe

$H_3$  : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=30+1.68+3.63=35.31 \text{ m.}$$

H= 3.53 bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 5.0 bars.

## 4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

En ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent. Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture du blé par le système d'aspersion.

Pour L'irrigation localisée, nous avons une efficacité de l'eau d'irrigation très élevé, ce qui permettra d'intensifier les cultures arboricultures dans cette région.

**Chapitre VIII :**  
**« Calcul technico-économique »**

## 1 Introduction

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais. A travers ce chapitre on fera une estimation du cout global du projet de l'aménagement hydro-agricole de la ferme pilote Belalia. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Réseau de distribution.
- Travaux divers.

## 2 Différents travaux à entreprendre :

### 2.1 Travaux concernant le réseau distribution :

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

#### A) Exécution des tranches :

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

#### B) Pose du lit de sable :

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

#### C) Pose des conduits :

Avant la descente des conduites dans la fouille, on procède à un triage des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs, et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour ne pas avoir des difficultés au raccordement des conduites.

**D) Epreuve de joint et de la canalisation :**

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar.

**E) Remblayage des tranches :**

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

**F) Nivellement et compactage :**

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite.

**2.2 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution :****2.2.1 Calcul du volume de terrassement :****A) Largeur du fond de la tranchée :**

Largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

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

$$B = D + 0.6 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

**B) Profondeur de la tranche :**

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

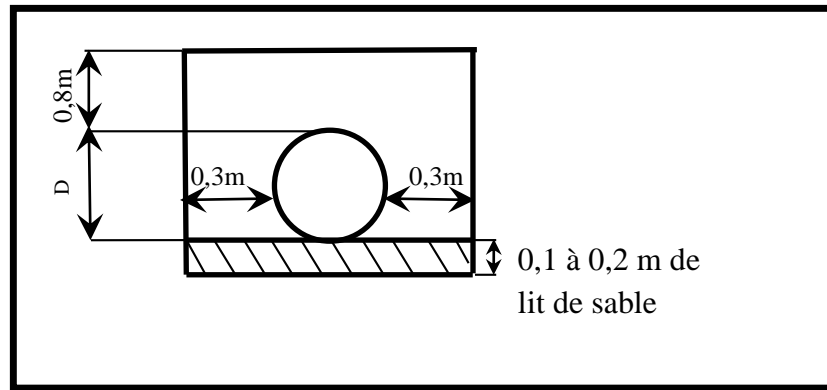


Figure VIII.1 Schéma d'une tranchée

$$H_{tr} = e + D + h \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.2})$$

Avec

e : hauteur du lit de pose. (0,12 m)

D : diamètre de la conduite. (m)

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite. (0,8m)

**C) Section de la tranchée :**

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.3})$$

Avec :

$H_{tr}$  : Profondeur total de la tranchée (m)

B : Largeur du fond de la tranchée (m)

**D) Volume de lite du sable :**

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

$$V_{sable} = e \times L \times B \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.4})$$

Avec :

e : hauteur du lit du sable (0,12 m) ;

L : Longueur de la tranchée (m) ;

B : Largeur de la tranchée (m).

**E) Volume du Déblai :**

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deblai}} = L \times H_{\text{tr}} \times B \dots\dots\dots (\text{VIII.6})$$

Avec :

L : Longueur de la tranchée (m).

$H_{\text{tr}}$  : La hauteur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

**F) volume de Remblai :**

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remblai}} = V_{\text{deblai}} - V_{\text{conduite}} \dots\dots\dots (\text{VIII.7})$$

$$\text{Tell que : } V_{\text{conduite}} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L \dots\dots\dots (\text{VIII.8})$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remblai}} = V_{\text{deblai}} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$$



Tableau VIII.1 : Quantité des travaux de terrassement

Conduites (PEHD)	L (m)	B (m)	H <sub>tr</sub> (m)	S <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>sable</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>déblai</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>conduite</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>remblai</sub> (m <sup>3</sup> )
Ø75	81	0,675	0,995	0,67	6,56	54,40	0,36	54,04
Ø90	912	0,69	1,01	0,70	75,51	635,57	5,80	629,77
Ø110	1029	0,71	1,03	0,73	87,67	752,51	9,77	742,73
Ø125	1177	0,725	1,045	0,76	102,40	891,72	14,44	877,29
Ø160	1581	0,76	1,08	0,82	144,19	1297,68	31,77	1265,91
Ø200	1765	0,8	1,12	0,90	169,44	1581,44	55,42	1526,02
Ø315	322	0,915	1,235	1,13	35,36	363,87	25,08	338,79
Ø400	548	1	1,32	1,32	65,76	723,36	68,83	654,53
Ø450	1039	1,05	1,37	1,44	130,91	1494,60	165,16	1329,44
Ø500	399	1,1	1,42	1,56	52,67	623,24	78,30	544,93
Ø630	619	1,23	1,55	1,91	91,36	1180,12	192,86	987,26
<b>Total</b>					961,83	9598,52	647,80	8950,73

Tableau VIII.2 Cout des travaux de terrassement

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m <sup>3</sup>	9598,52	300,00	2879556
Lit de sable	m <sup>3</sup>	961,83	800,00	769464
Remblai	m <sup>3</sup>	8950,73	200,00	1790146
<b>Total 1 (HT)</b>				5439166
<b>TVA 1 (19%)</b>				1033442
<b>Montant TTC 1</b>				6472608

Tableau VIII.3 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Pièces (PEHD)	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø75	ml	81	289,41	23442,21
Tube Ø90	ml	912	381,88	348274,56
Tube Ø110	ml	1029	568,93	585428,97
Tube Ø125	ml	1177	721,36	849040,72
Tube Ø160	ml	1581	1 181,58	1868077,98
Tube Ø200	ml	1765	1 848,65	3262867,25
Tube Ø315	ml	322	4 322,93	1391983,46
Tube Ø400	ml	548	6 936,23	3801054,04
Tube Ø450	ml	1039	8759,36	9100975,04
Tube Ø500	ml	399	10 783,03	4302428,97
Tube Ø630	ml	619	17 077,20	10570786,80
			<b>Total 2 (HT)</b>	36104360
			<b>TVA 2 (19%)</b>	6859828
			<b>Montant TTC 2</b>	42964188

Tableau VIII.4 Fourniture de pose des pièces spéciales

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
Fourniture pose de borne d'irrigation type A2 PN 10	U	10	300000	3000000
Fourniture pose de borne d'irrigation type A4 PN 10	U	8	300000	2400000
Fourniture pose de borne d'irrigation type B PN 10	U	11	360000	3960000
Fourniture et pose de Vannes Ø 630 PN 10	U	1	416270,4	416270,4
Fourniture et pose de Vannes Ø 500 PN 10	U	1	295601,3	295601,3
Fourniture et pose de Vannes Ø 400 PN 10	U	2	64 783,27	129566,54
Fourniture et pose de Vannes Ø 315 PN 10	U	2	29 684,30	59368,6
Fourniture et pose de Vannes Ø 200 PN 10	U	3	16 737,18	50211,54
Fourniture et pose de Vannes Ø 160 PN 10	U	3	11 098,26	33294,78
Fourniture et pose de Vannes Ø 110 PN 10	U	3	9 334,92	28004,76
			<b>Total 3 (HT)</b>	10372318
			<b>TVA 3 (19%)</b>	1970740
			<b>Montant TTC 3</b>	12343058

Alors le cout total du projet en rapport à toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 6472608 + 42964188 + 12343058$$

$$CT = 61779854 \text{ Da}$$

### 3 Conclusion

L'estimation du coût total du projet a donné un montant global de **soixante et un millions sept cent soixante-dix-neuf mille huit cent cinquante-quatre Dinars Algérien.**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Le dimensionnement du réseau d'irrigation de la ferme pilote **Bellalia** dans le **secteur A** de la **Mitidja Ouest** (Wilaya de **Tipaza**) qui s'étend sur une superficie nette de **312 ha** irrigué à partir du barrage de **Bouroumi** a fait l'objet de ce mémoire de fin d'études qui comporte plusieurs chapitres.

En premier lieu, une étude détaillée de la région et sous différents angles a permis de classer son climat comme étant subhumide avec un hiver humide et un été chaud.

Deuxièmement il a été question d'identifier les ressources en sol et en eau disponibles dans notre région afin de les exploiter au mieux dans la réalisation du projet et mettre en évidence la détermination de l'année de calcul en passant par l'étude hydrologique.

Puis vient alors l'estimation et le calcul des besoins en eau des cultures mise en place dans l'objectif de leur assurer une bonne alimentation en eau car les rendements en dépendent.

Pour compléter notre travail, un choix des techniques d'irrigation s'est imposé tout en veillant à ce que l'économie et la gestion de l'eau soit une priorité.

Après avoir opté pour les techniques d'irrigation par goutte à goutte et aspersion, étant donné les multiples avantages qu'elle offre, on est passé au dimensionnement à la parcelle.

Estimer le cout du projet est primordiale car l'ingénieur doit avoir la notion de la faisabilité technique mais aussi de la rentabilité économique, dans notre cas le dimensionnement demande un montant d'environ **soixante-deux millions Dinars Algérien**.

## ANNEXE

### Annexe 01 : Caractéristiques 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)

# ANNEXE

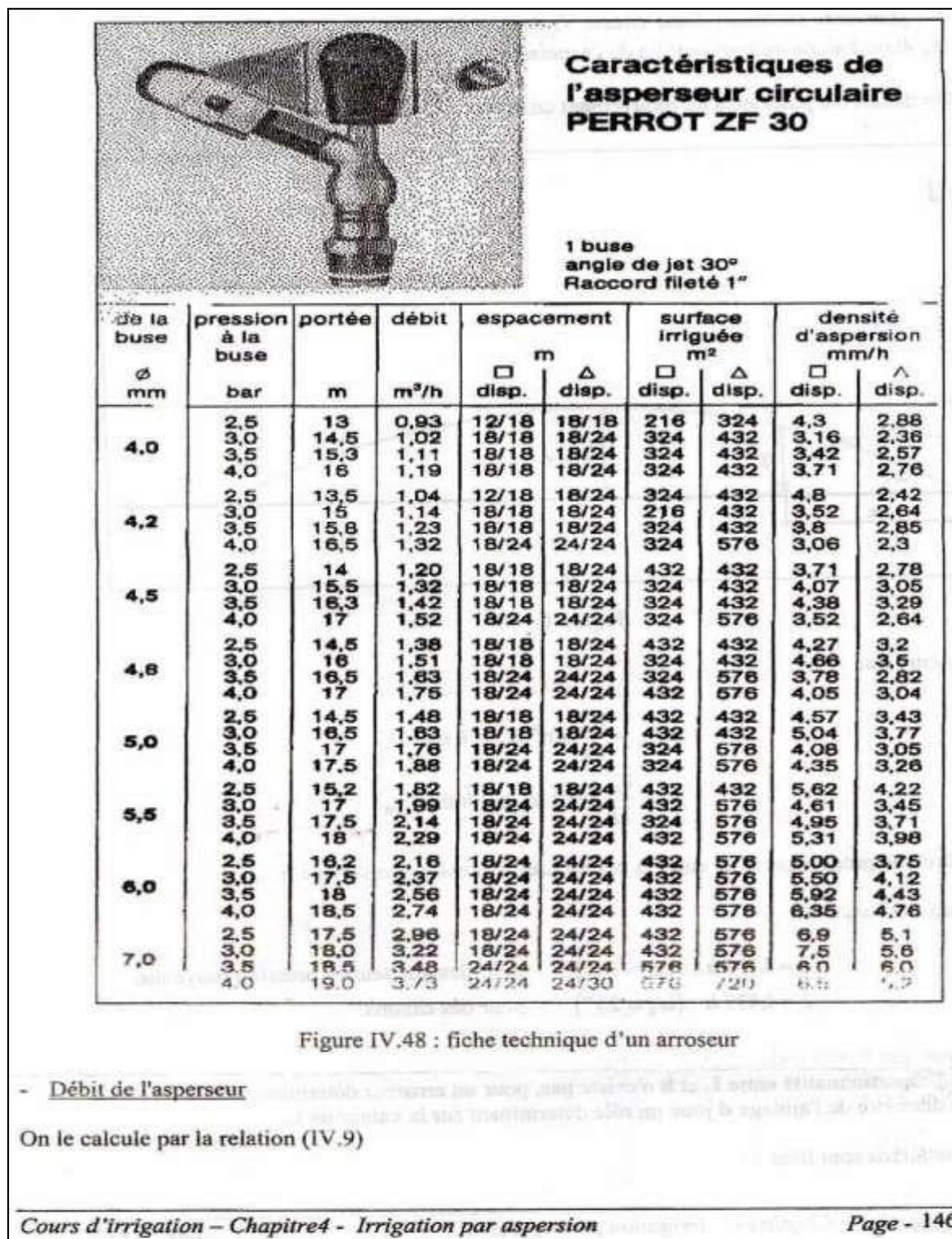
## Annexe 02 : Coefficients culturaux (Kc)

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

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



Annexe 03 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZT 30



## ANNEXE

### Annexe 04 : Perte de charge Lechapt Calmom

#### A/ NOTATIONS - EXPLOITATION DE LA TABLE

##### Formule utilisée

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

où Q est en m<sup>3</sup>/s ; D en mètre ; J en mm/m  
valable pour une eau à 10° centigrades.

1 - K = 2	L = 1,863	M = 2	N = 5,33
2 - K = 1	L = 1,601	M = 1,975	N = 5,25
3 - K = 0,5	L = 1,40	M = 1,96	N = 5,19
4 - K = 0,25	L = 1,160	M = 1,93	N = 5,11
5 - K = 0,1	L = 1,100	M = 1,89	N = 5,01
6 - K = 0,05	L = 1,049	M = 1,86	N = 4,93
7 - K = 0,025	L = 1,01	M = 1,84	N = 4,88
8 - K = 0			



## ANNEXE

### Annexe 05 : Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

**TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur**

Diamètre extérieur nominal $d_n$ (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	$d_{m1}$ (mm)	$d_{m2}$ (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

**BOUSLIMANI, (2012).** Etude du périmètre de la Mitidja Ouest « ONID ».

**Zella L, (2010)** Micro irrigation .Office des Publications Universitaire. Algérie.

**SIRMA, (2008)** Système Irrigué au Maghreb. Etude détaillé sur le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest.

**Touaibia.B, (2004)** Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

**Graf, W., Altinakar, M. S. (1993).** Hydraulique fluviale, Tome 1. Ecoulement uniforme et non uniforme, Volume 16. Traité de Génie Civil de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

**BROUWER, (1990)** Méthodes d'irrigation.

**Veschambre & Vaysse, (1980)** Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs, service de développement et de l'information technique, Paris (208p).

**FAO 1975.** Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.

**BULLTIN DE FAO N° 36,** L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33