



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Etude du périmètre d'irrigation de Bir Bouhouch (400 ha) dans  
La wilaya de Souk Ahras**

**Présenté par :**

**GALLA TADJ EDDINE**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M.ZEROUAL Ayoub	M.C.A	Président
M.BENKACI ALI TAREK	M.C.B	Examinateur
Mme. MAZOUZI SABRA	M.A.A	Examinatrice
Mme. SADOUNE SAMRA	M.C.B	Promotrice

Session Novembre 2020

# *Dédicace*

JE DÉDIE CE TRAVAIL

À MA FAMILLE ,ELLE QUI M'A DOTÉ D'OTÉ D'UNE ÉDUCATION  
DIGNE , SON AMOUR A FAIT DE MOI CE QUE JE SUIS  
AUJOURD'HUI

PARTICULIÈREMENT À MON CHERS PARENTS, CE FUT POUR MOI  
UN HONNEUR D'AVOIR SUIVI CE PARCOURS  
INIMAGINABLE,ET À TOUS LES SACRIFICE ON FAIT POUR MOI ,ET  
LEUR AMOUR INCONDITIONNEL

À MA TRÈS CHÈRE MÈRE

TU AS FAIT PLUS QU'UNE MÈRE PUISSE FAIRE POUR QUE SES  
ENFANTS SUIVENT LE BON CHEMIN DANS LEUR VIE ET LEUR ÉTUDE ,  
JE TE DÉDIE CE TRAVAIL EN TÉMOIGNAGE DE MON PROFOND AMOUR  
PUISSE DIEU, LE TOUT PUISSANT , TE PRÉSERVER ET T'ACCORDER  
SANTÉ, LONGUE VIE ET BONHEUR

À MES CHERS FRÈRES

KHALID (DIEU REPOSE SON ÂME) À MOKHTAR. ALI. MOHAMED

MARWÂN. RAMDAN. BELKACEM

À TOUS MES CHERS AMIS SURTOUT

HENDI AMIN. RACHID.ISSAM,DJILALI,ABDALLAH,HICHAM

# Remerciement

*« Je remercie Dieu qui nous a offert la vie et seul capable de nous offrir la joie, le bonheur, la prospérité et la santé. »*

*Je réserve une couronne de remerciements qui restera éternelle à mon encadreur Madame SADOUNE Samra qui a dirigé ce travail, pour son assistance et ses judicieuses orientations. Qu'elle trouve ici mes remerciements les plus humbles et sincères.*

*Mes vifs remerciements vont à monsieur M.ZEROUAL Ayoub pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

*Je tiens à remercier et à exprimer mes reconnaissances et mes gratitudes envers Messieurs les membres du jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en prenant part à ce jury.*

*Mes remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail, qu'ils trouvent tous ici d'expression de ma gratitude et ma parfaite considération.*

## ملخص

إن الهدف من هذا المشروع يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات الزراعية المسقية من أجل رفع المردودية الفلاحية لمنطقة " بئر بوحوش"، الواقعة بإقليم ولاية سوق اهراس وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أمثل للموارد المائية. وهذا لن يتحقق إلا بوجود أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها في الميدان كنظام السقي بالتقطير الأكثر تطورا في الأونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي ومن بين ما يتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

## Résumé :

L'objectif de ce projet rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de Bir bouhouch Wilaya de Souk Ahras; il est question d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela en adoptant des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

## Abstract:

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feedback, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and from other part. This by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e: localized irrigation which is the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water preservation.

## SOMMAIRE

Introduction générale.....	I
----------------------------	---

### **Chapitre I : conditions naturelles de la zone d'étude**

Introduction .....	1
I.1.Etude préliminaire.....	1
I.1.1.Situation actuelle .....	1
I.1.2.Situation socio-économique. ....	1
I.2. Situation et localisation de la zone d'étude .....	2
I.3.L'Hydrographie et Les Massifs Montagneux .....	3
I.4. Présentation du périmètre de Bir Bouhouch .....	3
I.5. Le cadre Géologique .....	4
I.5.1.La Géologie régionale et stratigraphie .....	5
I.6. Etude Climatique .....	5
I.6.1.Les précipitations .....	6
I.6.2. Les Températures .....	7
I.6.3. L'humidité relative .....	8
I.6.4.L'évaporation.....	8
I.6.5. Ensoleillement.....	9
I.6.6. Pluies mensuelles.....	9
I.6.7 Le vent .....	10
I.6.8. Les phénomènes climatiques accidentels.....	10
I.6.9.Calcul des indices Agro-météorologiques.....	12
I.6.9.1.L'indice d'aridité de Martonne .....	12
I.6.9.2.Quotient Ombrothermique d'Emberger.....	13
I.6.9.3.Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen .....	14
I.7. Etude Socio-économique .....	16
Conclusion.....	16

## **Chapitre II : Etude Agro- pédologique**

Introduction .....	17
II.1.Méthodologie.....	17
II.1.1. Le levé pédologique .....	17
II.1.2. Les Analyses physico-chimiques .....	17
II.2.Fertilité des sols .....	20
II.2.1. La Fertilité physique des sols .....	20
II.2.2. La Fertilité chimique des sols : .....	22
II.2.3. La Fertilité biologique des sols : .....	22
II.3.Classification des sols : .....	22
II.3.1. Classe des sols peu évolués : .....	22
II.3.2. Classe des sols calcimagnésiques : .....	23
II.4.Les contraintes à la Mis en valeur .....	25
II.4.1.Les contraintes Socio-économique.....	25
II.4.2.Les contraintes climatiques .....	25
II.4.3.Les contraintes édaphiques.....	26
II.5.Les Aptitudes culturales : .....	26
Conclusion.....	28

## **Chapitre III : Ressources en eau-hydrologie**

Introduction .....	29
III.1. Ressources en eau.....	29
III.1.1 Caractéristiques hydrauliques du barrage d'Oued El Charef : .....	29
III.2 Qualité de l'eau d'irrigation .....	30
III.2.1. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation.....	30
III.2.2. La conductivité électrique .....	31
III.2.3 Coefficient d'adsorption du sodium S.A.R.....	32
III.3.Etude Hydrologique .....	34
III.3.1.choix de la station pluviométrique .....	34
III.3.2.Répartition de la pluie moyenne annuelle.....	35
III.3.3.Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique (test de Wilcoxon).....	36
III.3.4.Ajustement statistiques des pluies .....	39

III .3.4.1.Ajustement des pluies annuelle par la loi de Gauss (loi Normale) .....	39
III .3.4.2.Ajustement des pluies annuelle par la loi de Galton (loi log- Normale).....	41
III.3.4.3. Test de validité d'une Ajustement statistiques.....	42
III.3.4.4. Détermination de l'année de calcule.....	43
Conclusion.....	43

## **Chapitre IV : Etude des besoins en eau des cultures**

Introduction .....	44
IV.1. Besoins en eau des cultures .....	44
IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration .....	44
IV.1.1 .1.L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou $ET_0$ ) .....	44
IV.1.1. 2.L'évapotranspiration maximale (ETM).....	45
IV.1.1. 3.L'évapotranspiration réelle (ETR).....	45
IV.1.1. 4.Eléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration.....	45
IV.1.2. Pluie efficace (Peff) .....	47
IV.1.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures .....	48
IV.1.4. Détermination des besoins bruts .....	51
IV.1.5. Détermination des besoins bruts .....	56
IV.1.6. Evaluation du débit caractéristique.....	57
IV.1.7. Estimation des volumes d'eau d'irrigation .....	57
Conclusion.....	58

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

Introduction .....	59
V .1. Alimentation en eau du périmètre .....	59
V .2. Dimensionnement de la réservoir .....	59
V.3. Organisation et structure du périmètre .....	60
V.4. Réseau de distribution .....	60
V.4.1. Les îlots d'irrigation.....	60
V.4.1.1. Définition .....	60

V.4.1.2. Découpage du périmètre en ilots d'irrigation.....	60
V.4.1.3. Tracé du réseau d'irrigation .....	60
V.4.2. Calcul de débits aux bornes .....	61
V.4.2.1. Choix du type de borne .....	61
V.4.2.2. Choix de diamètre de la borne .....	61
V.4.3. Calcul de diamètre des conduites.....	66
V.4.3.2. Matériaux de construction des canalisations.....	66
V.4.4. Calcul des pertes de charge .....	67
V.4.5. Interprétation des résultats .....	71
V.4.5.1. Les vitesses .....	71
V.4.5.2. Les pressions .....	71
Conclusion.....	72

## **Chapitre VI : Les techniques d'irrigation**

Introduction .....	73
VI.1. Choix de la technique d'irrigation .....	73
VI.2. Irrigation par aspersion .....	73
VI.2.1. Les différents types d'installations par aspersion.....	74
VI.2.1.1 : Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions .....	74
VI.2.1.2 : Arroseurs à poste fixe, à haute pression .....	75
VI.2.1.3 : Arroseurs automoteurs (enrouleurs) .....	75
VI.2.1.4 : Rampes géantes automotrices (pivots, rampes frontales).....	75
VI.2.2. Avantages .....	77
VI.2.3. Inconvénients .....	77
VI.3. Irrigation localisée.....	77
VI.3.1. Composition d'une installation goutte à goutte .....	77
VI.3.2. Avantages .....	79



VI.3.3. Inconvénients .....	79
Conclusion.....	80

## **Chapitre VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par asperseur et goutte à goutte**

Introduction .....	81
VII.1. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	81
VII.1.1. Données générales .....	81
VII.1.2. Choix de distributeur .....	81
VII.1.3. Projection de système d'irrigation localisée sur notre parcelle .....	82
VII.1.3.1. Influence du taux de couverture du sol .....	82
VII.1.3.2. Dose nette .....	83
VII.1.3.3. Pourcentage du sol humidifié .....	83
VII.1.3.4. Dose Brute .....	84
VII.1.3.5. Fréquence des arrosages.....	84
VII.1.3.6. Durée d'arrosage .....	84
VII.1.3.7. Durée d'arrosage journalière .....	84
VII.1.3.8. Nombre d'arbre par hectare.....	84
VII.1.3.9. Nombre d'arbre par rampe .....	84
VII.1.3.10. Nombre des goutteurs par rampe.....	84
VII.1.3.11. Débit d'une rampe .....	84
VII.1.3.12. Nombre de rampes.....	85
VII.1.3.13. Débit du porte rampe .....	85
VII.1.4. Calcul hydraulique .....	85
VII.1.4.1. Calcul des diamètres des portes rampes et rampes.....	85
VII.1.4.2. Pression en tête du réseau.....	86
VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'asperseur .....	87
VII.2.1. Données générales .....	87

VII.2.2. Dose pratique : RFU .....	87
VII.2.3. Diamètre de l'ajutage .....	87
VII.2.4. Calcul de la portée du jet (L).....	87
VII.2.5. Vérification de la pluviométrie (P<K).....	89
VII.2.5.1. Débit de l'asperseur.....	89
VII.2.5.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur .....	89
VII.2.6. Paramètres d'arrosage .....	89
VII.2.6.1. Calcul du tour d'eau .....	89
VII.2.6.2. Nombre d'irrigation par mois.....	89
VII.2.6.3. Calcul de la dose réelle.....	90
VII.2.6.4. Calcul de la dose brute .....	90
VII.2.6.5. Temps d'arrosage .....	90
VII.2.6.6. Calcul du débit d'équipement.....	90
VII.2.6.7. Nombre d'aspersion (à acheter).....	90
VII.2.7. Calculs hydrauliques .....	90
VII.2.7.1. Dimensionnement hydraulique des rampes.....	90
VII.2.7.2. Dimensionnement de la porte rampe.....	92
VII.2.7.3. Calcul des pertes de charge .....	92
Conclusion.....	94

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

Introduction .....	95
VIII.1. Différents travaux à entreprendre.....	95
VIII.1.1. Exécution des tranchées .....	95
VIII.1.2. Pose du lit de sable.....	95

VIII.1.3. Pose des conduites .....	95
VIII.1.4. Epreuve de joint et de la canalisation.....	95
VIII.1.5. Remblayage des tranchées .....	96
VIII.1.6. Nivellement et compactage .....	96
VIII.2. Calcul des volumes des travaux de distribution .....	96
VIII.2.1. Calcul du volume de terrassement .....	96
VIII.2.2. Calcul du volume de déblai.....	97
VIII.2.3. Calcul du volume de lit de sable .....	97
VIII.2.4. Calcul du volume de remblai .....	97
VIII.3. Estimation de cout total de projet.....	98
VIII.3.1. Estimation de cout de pose de canalisation de distribution .....	98
VIII.3.2. Estimation Des équipements interne de la parcelle N° 21 .....	101
Conclusion.....	101

# Liste des figures

## *Chapitre I : Analyse des conditions naturelles*

<b>Figure. I.1:</b> carte de situation de la zone d'étude Google Earth Pro, version 7.1.2.2041, image satellitaire du 22.8.2015) .....	2
<b>Figure. I.2 :</b> Vue aérienne de la parcelle à aménager (Source : Google earth).....	3
<b>Figure. I.3:</b> principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord (d'après Caire 1967).....	5
<b>Figure. I.4:</b> Shéma structurel des confins Algéro-Tunisiens.....	5
<b>Figure. I.5 :</b> Les précipitations moyennes mensuelles (ONM-Alger).....	7
<b>Figure. I.6 :</b> Répartition des températures moyennes (Station de Souk Ahras).....	9
<b>Figure. I.7 :</b> Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	15
<b>Figure. I.8 :</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	16

## *Chapitre II : Etude Agro-Pédologique*

<b>Figure II.1 :</b> Distribution du Sable (source : BET Aqua engineering, 2016).....	19
<b>Figure II.2 :</b> distribution d'Argile.....	19
<b>Figure II.3 :</b> distribution du Limon.....	19

## *Chapitre III : Ressources en eau-hydrologie*

<b>Figure. III .1 :</b> Diagramme de classification de l'eau d'irrigation.....	33
<b>Figure III.2. :</b> Ajustement des pluies annuelles à la loi normal.....	41
<b>Figure III.3 :</b> Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal.....	42

## *Chapitre IV : Etude des besoins en eau des cultures*

<b>Figure.IV.1 :</b> Diagramme de réserve d'eau dans le sol à partir de L'humidité de sol .....	49
<b>Figure.IV.2 :</b> Caractéristique hydrique de quelque sol.....	49

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

<b>Figure .V.1</b> : borne d'irrigation .....	62
<b>Figure .V.2</b> : conduite en PEHD .....	67
<b>Figure .V.3</b> : conduite en Font.....	67
<b>Figure .V.4</b> : réducteur de pression .....	72
<b>Figure .V.5</b> : vanne de régulation de pression.....	72

## ***Chapitre VI : Les techniques d'irrigation***

<b>Figure.VI.1</b> : Implantation des arroseurs .....	74
<b>Figure.VI.2</b> : Arroseurs à poste fixe .....	76
<b>Figure.VI.3</b> : Arrosage par enrouleur .....	76
<b>Figure .VI.4</b> : Système élémentaire pour irrigation goutte à goutte .....	79

## ***Chapitre .VII : Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par asperseur et goutte à goutte***

<b>Figure.VII.1</b> : fiche technique d'un arroseur de type Perrot.....	88
<b>Figure VII.2:</b> Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	91

## ***Chapitre .VIII : Etude technico-économique***

<b>Figure.VIII.1</b> : Schéma d'une tranchée.....	97
---	----

## *Liste Des Planches*

*PLANCHE N°1* :Plan de situationde la zone d'étude

*PLANCHE N°2* :Projection du réseau de distributiondu périmètre BirBouhouch  
(W.SoukAhras)

*PLANCHE N°3* :Plan d'occupationdes sols

*PLANCHE N°4*:Réseau d'irrigation par asperseur de la parcelle N21

*PLANCHE N°5*:Profile en long distribution P2 et P1

## **Liste des annexes**

**Annexe 1** Coefficient culturel Kc

**Annexe 2** Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

**Annexe 3** Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

## Introduction Générale

En Algérie, la satisfaction de la demande en eau domestique et agricole a diminué ces dernières années. Par conséquent, on parle de plus en plus de «sécheresses» et de «sécheresse durable», ce qui fait de plus en plus croire que la réduction des ressources est causée par le changement climatique.

En effet, dans les zones arides, le problème de l'approvisionnement en eau est plus important. Pour garantir que l'approvisionnement en eau puisse maintenir les activités agricoles de plus en plus importantes, il faut utiliser les nouvelles techniques, l'irrigation, ce qui rendra possible une consommation d'eau raisonnable. Par conséquent, le principal enjeu de la mise en œuvre du plan de gestion environnementale est d'étudier les réserves de sol et d'eau de surface.

Le manque des ressources en eau dans la région Souk Ahras Bir bouhouch limite le développement de Ce dossier a été préparé pour étudier le développement autour Bir Bouhouch à Walaya, Souk Ahras, fourni par le barrage de Oued charef. À cette fin, sur la base de l'étude des caractéristiques de la zone d'étude, des paramètres climatiques et écologiques et de la qualité de l'eau du barrage, nous déterminons la demande en eau des cultures et déterminons le réseau d'approvisionnement en eau et le système de distribution et son système de stockage l'agriculture dans la zone malgré les bonnes potentialités des terres, et en fin choisir les cultures a implanté pour dimensionner le système d'arrosage qui convient.

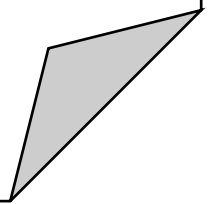
Après une introduction générale, le travail débutera par une analyse des conditions naturelles suivis par le calcul des besoins en eau d'irrigation et une estimation technico-économique du cout totale de projet pour une bonne réalisation des travaux à la fin..

;



# ***Chapitre I***

*condition naturelles de la zone d'étude*



**Introduction**

Dans ce chapitre, Nous présenterons notre domaine de recherche, à savoir la situation géographique, les caractéristiques climatiques et socio-économiques, Afin de caractériser la zone et de mieux valoriser le potentiel de la zone.

La zone d'étude concerne le périmètre de Bir bouhoouch situé dans la wilaya de Souk Ahrasse.

**I.1.Etude préliminaire :****I.1.1.Situation actuelle :****a-Infrastructure routière :**

La zone d'étude est desservie par l'infrastructure routière, le site se trouve situé à environ 6 km au Nord-Ouest Bir bouch et Sud-Ouest de SOUK AHRAS.

On y accède par la route asphaltée menant à Ksar Sbahi, ensuite par une piste sur environ 40m pour arriver au site. L'accès est facile que ce soit en période estivale ou hivernale.

**I.1.2.Situation socio-économique:****a- Superficies de la commune :**

L'occupation actuelle du sol de la commune de SEDRATA est évaluée à 18 512 ha constitués de forêt, céréaliculture ou cultures annuelles, parcours ou terrains de parcours.

**b- Population :**

Sur un total de 11 888 habitants (chiffre avancé par les services de la commune au titre du recensement de 2014), la croissance démographique est de l'ordre de (1,2%) (ONS 2004-2014).

Quant aux routes et pistes : un important réseau routier dessert la zone d'étude, en plus de la RN 80, de la RN 81 la RN 32 et des pistes réalisées, il reste encore insuffisant pour un meilleur désenclavement des Mechta devant assurer une couverture en matière de transport, notamment scolaire et commercialisation des produits agricoles.

**c- Activité agricole :**

L'activité agricole reste prépondérante et occupe la majeure partie de la population active de la commune. Le Projet de réalisation du périmètre d'irrigation va permettre une intensification

des cultures par un apport d'eau complémentaire pendant les périodes sèches ainsi qu'au développement d'autres cultures plus rentables que les céréales traditionnellement cultivées par les agriculteurs tels que le maraîchage, l'arboriculture et autres.

## I.2. Situation et localisation de la zone d'étude :

La région d'étude est située dans la WILAYA de Souk Ahras , elle est rattachée administrativement à la commune de Bir Bouhouch avec une superficie totale de 400 ha.

Elle se localise à environ 06 Km au Nord- Ouest du chef-lieu de la commune de Bir

Bouhouch, au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de SOUK AHRAS, elle est limitée par :

- Au Nord-Ouest par la daïra de Ksar sbahi.
- Au Sud par la commune de safel ek ouiden.
- Au Sud-Est par les commun de Oum El Adham et safel el ouiden.
- Nord-Est par la daïra de Ain Khemissa et sedrata.



**Figure I.1:** carte de situation de la zone d'étude Google Earth Pro, version 7.1.2.2041, image satellitaire du 22.8.2015) .

### I.3.L'Hydrographie et Les Massifs Montagneux :

Le relief est découpé par deux oueds :

- Le réseau de l'oued la Hamimine à l'Est,
- l'oued Krab à l'Ouest

Les massifs montagneux les plus importants sont au Nord celui d'El Moulah (1279 m), à l'Est la forêt de Rass El Youdi (1266 m), au Sud Djebel Zouabi (1164 m) et enfin à l'Ouest le Rass El Alia (1317m).

### I.4. Présentation du périmètre de Bir Bouhouch :

Le périmètre d'irrigation Bir bouhouch est rattaché administrativement à la commune de Bir Bouhouch . Il est situé à environ 06 Km au Nord- Ouest du chef-lieu de la commune de Bir bouhouch au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de SOUK AHRAS, il est limité par :

- Au Nord : RN 32 sur 2761 m
- Au Sud : la zone urbaine de l'agglomération du chef lieu.
- A l'Est : les communes : Sedrata et Zouabi.
- Au Sud Ouest et à l'Ouest : la commune de Ksar Sbahi.

La figure ci-dessous représente une photo aérienne de la parcelle en question :

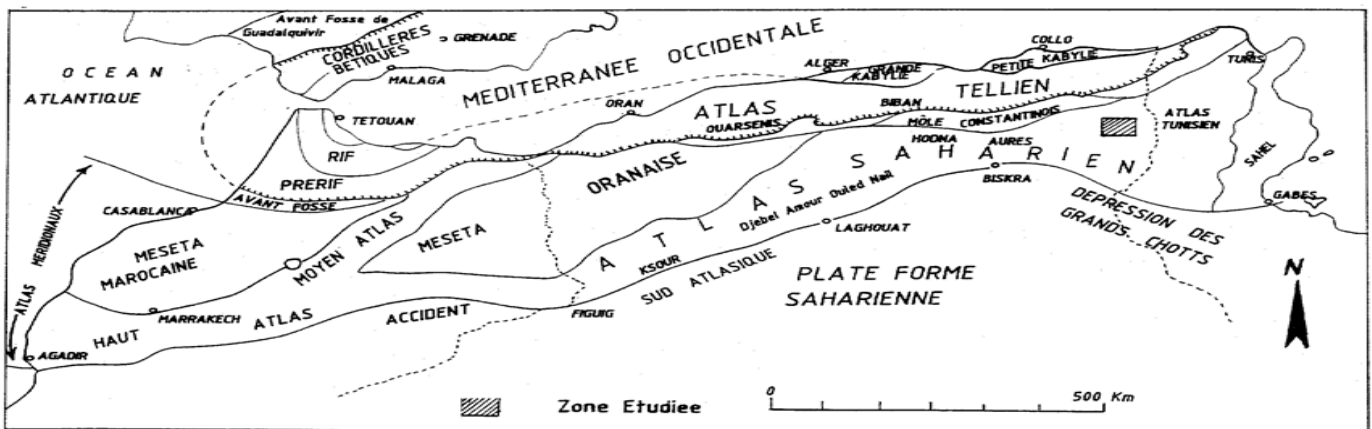


**Figure I.2 :** Vue aérienne de la parcelle à aménager (Source : Google earth)

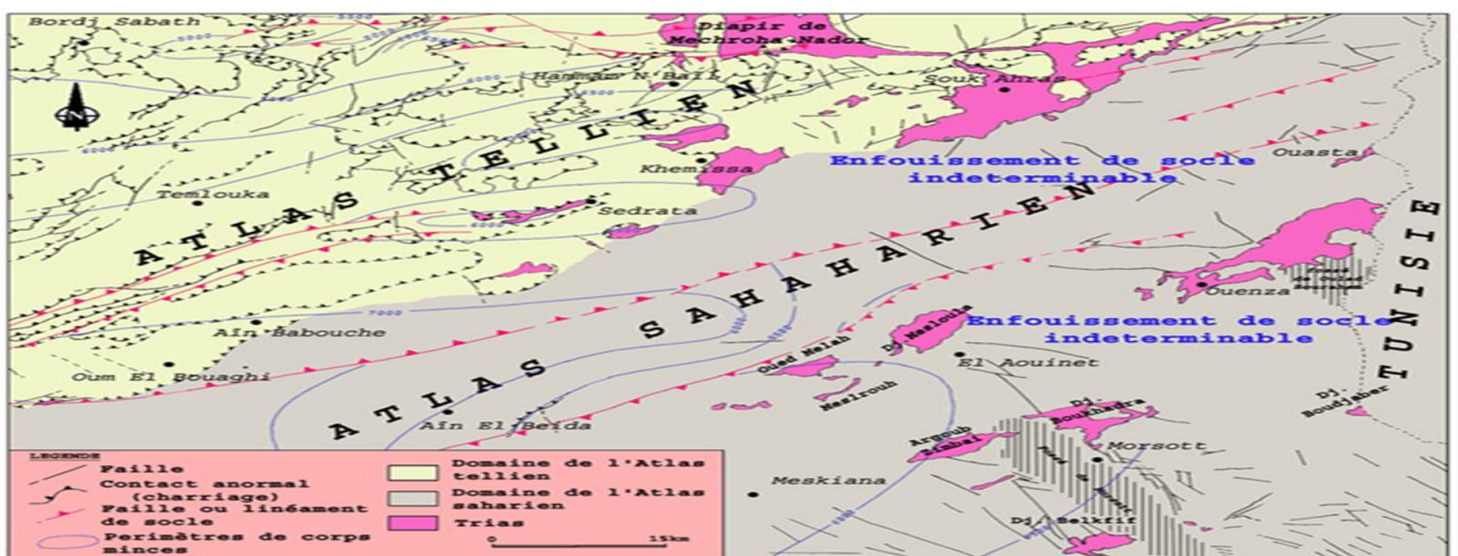
**I.5. Le cadre Géologique :**

La région d'étude qui s'insère dans les monts de la Medjerda, Constitue une zone charnière entre deux domaines structuraux distincts ; l'Atlas Saharien Oriental au Sud, qui se poursuit en Tunisie par l'Atlas Tunisien, il s'agit d'une chaîne de montagne caractérisée par des anticlinaux et synclinaux perchés et orientés suivant une ligne directrice SW-NE.

L'Atlas Saharien est composée d'une série de plis synclinaux larges et d'anticlinaux plus étroits datant du crétacé. Leur couverture et généralement mince, elle présente une épaisseur de quelques milliers de mètres au maximum. Les plis organisés en échelons d'orientation SW vers le NW (Fig.3) et (Fig.5). (D'après Caire 1967).



**Figure I.3:** principaux ensembles structuraux de l'Afrique du Nord (d'après Caire 1967).



**Figure I.4:**Shéma structurel des confins Algéro-Tunisiens (bull.soc.geol.fr).

### I.5.1. La Géologie régionale et stratigraphie :

La région de Bir Bouhouch est caractérisée par la présence d'éléments caractéristiques de la chaîne alpine d'Algérie orientale : Un témoin des nappes de Flysch, plusieurs témoins des nappes télliennes et un imposant ensemble allochtone de type Sellaoua. La zone autochtone Nord aurésienne ne couvre qu'une surface réduite.

➤ **La stratigraphie de la zone d'étude est comme suite :**

- **Quaternaire :** [terres arables, formations des pentes, alluvions anciennes et quaternaire indéterminé.]
- **mp - Miopliocène continental:** [argiles conglomérat, grès et calcaires lacustres.]
- **gn-Nappe numidienne:** [grès numidiens.]
- **e4-5-Eocène:** [yprésien à lutetien inférieur-calcaires blancs bitumineux à cassure noire et à silex noirs, facies à globigerines et à debris.]
- **mb- Miocène:** [miocène à dominante marneuse.]
- **N6 -Crétace:** [Albien- marnes schisteuses grises et biomicrites à patine grise.]
- **T – Trias :** [facies argilo gypseux varicolore.]
- **mH-Miocène :** [Miocène marin transgressif –conglomérats et grès roux-calcaireux.]
- **CH5-Crétace:** [Campanien surtout calcaires.]

### I.6. Etude Climatique:

Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus déterminants sont les températures, l'humidité relative, l'intensité des vents et leur direction, la fréquence des jours de gelée et de sirocco ; ils constituent un ensemble d'éléments décisifs. L'analyse du climat de la région de Bir bouhouch ; zone où est situé le périmètre d'étude permet de choisir les cultures à pratiquer, les techniques culturales et le calcul des besoins en eau de chaque culture.

➤ **Choix de la Station météorologique :**

**Tableau I. 1:** caractéristiques des stations climatiques

Stations	Longitude	Latitude	Altitude	Période d'observation
Sedrata	7° 58' Est	36° 17' Nord	812 m	1981-2013
Oum El Bouaghi	7° 7' Est	35° 52' Nord	890 m	1978-2008
Tébessa	8° 13' Est	35° 48' Nord	792 m	1980-2013

I.6.1. Les précipitations :

Tableau 0.2: Répartition mensuelle moyen des pluies (1999-2013) (ONM-Alger)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Sedrata	28.3	20.7	23	32.6	30.3	15.3	4.9	12.1	38.1	32.8	23.3	21.5	282.4
Oum El Bouaghi	103.7	72.9	66	77.4	58.4	21.8	8.9	19.6	41.6	41.3	62.9	108.5	683
Tébessa	33.7	17.7	30.5	37.4	42.2	25.3	14.4	34.3	51.9	35.2	36.3	39.8	397.7

Ce tableau montre que la pluviométrie moyenne annuelle est importante dans la zone de SOUK-AHRAS. Elle dépasse fréquemment le seuil de 600 mm ce qui confère à la zone d'étude un climat de type montagnard et pluvieux. Cependant, la pluviométrie est mal répartie au cours des différents mois de l'année avec des écarts mensuels pouvant passer du simple au double. Par contre pour la zone d'OUM EL BOUAGHI et TEBESSA la pluviométrie est mal répartie au cours des différents mois de l'année, elle est moyennement importante et irrégulière. La situation orographique de la zone d'étude et l'existence d'une chaîne de hautes montagnes au Nord qui créent une barrière naturelle vont diminuer la force des perturbations climatiques en limitant les précipitations à 336 mm environ.

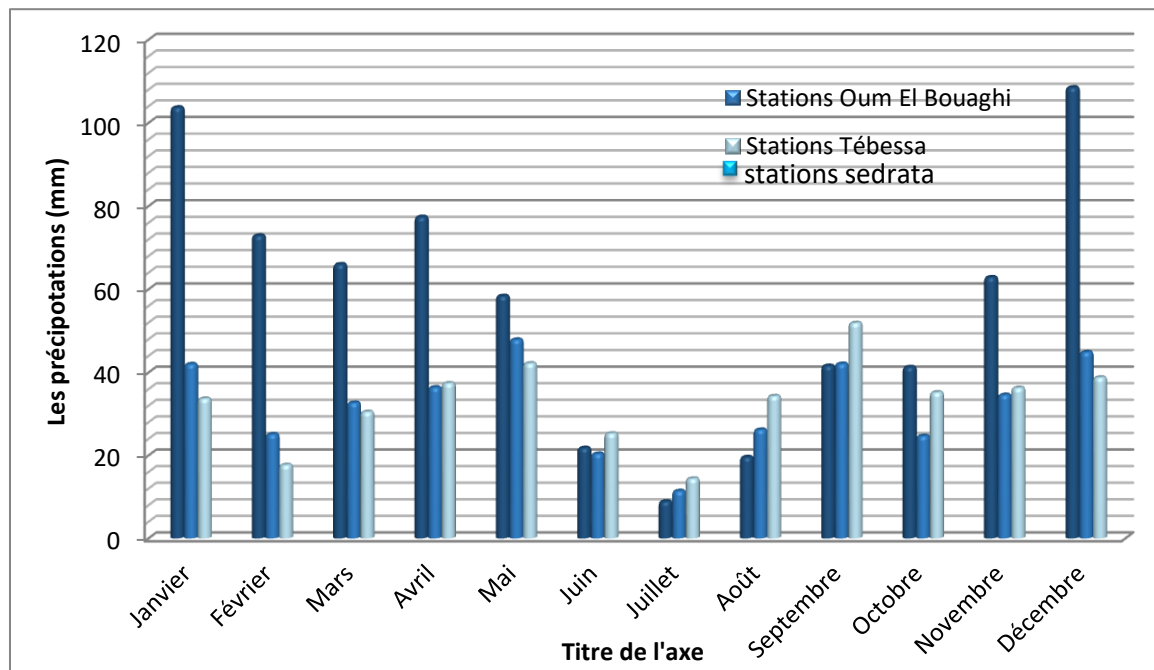


Figure I.5 : Les précipitations moyennes mensuelles (ONM-Alger)

**Observation :**

En générale, le régime pluviométrique dans la région est irrégulier. En effet, il connaît des variations au cours de l'année.

La moyenne annuelle des précipitations de la station de SEDRATA est d'environ 282.4 mm /an, le mois le plus pluvieux est September avec 38.1mm de précipitation moyenne, le plus sec est juillet avec une hauteur moyenne de 4.9mm

**I.6.2. Les Températures**

La température de l'air permet la détermination du climat, elle influe sur la croissance des plantes et elle conditionne l'évaporation et le cycle végétatif des cultures (photosynthèse et de la respiration).

Les relevés mensuels moyens des températures sur une période de 14 ans de (1999 à 2013) sont donnés par le tableau I.3 :

**Tableau 0.3:** moyenne des températures mensuelles de la station de Souk Ahras (1999-2013) (ONM-Alger)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyennes Annuelles
T (C°)	7.2	7.7	10.3	12.4	17.4	22.4	25.7	25.7	21.6	17.2	11.9	8.2	15.64
T <sub>min</sub> (C°)	3,3	3,6	5,5	7,2	11,4	15,4	18,3	18,8	16	12,6	7,8	4,5	10.36
T <sub>max</sub> (C°)	11.7	12.5	15.7	18.2	24.1	29.5	33.3	33.4	28.3	23.7	17.3	12.8	21.70

Source : ONM Alger

Avec :

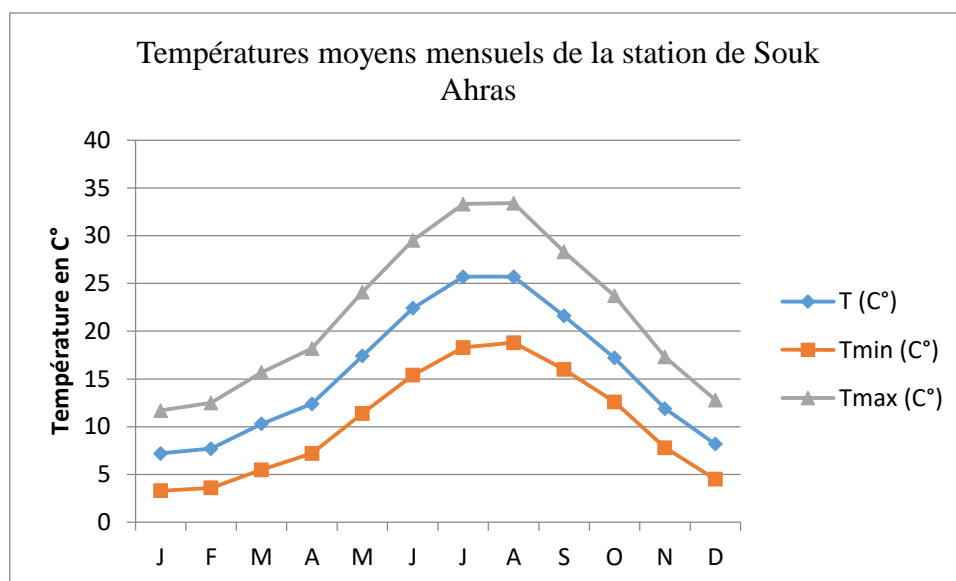
T C° : température moyenne mensuelle en degré Celsius,

TminC° : température moyenne mensuelle minimale en degré Celsius,

TmaxC° : température moyenne mensuelle maximale en degré Celsius,

D'après le tableau I.3 on remarque que la période la plus chaude correspond au mois de juillet et Aout avec une température moyenne de 25.7 °C, tandis que la période la plus froide correspond au mois de Fevrie et janvier avec une température moyenne de 7.2 °C et 7.7 °C.





**Figure I.6 :** Répartition des températures moyennes (Station de Souk Ahras).

### I.6.3. L'humidité relative :

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à celle que pourrait contenir s'il était saturé à la même température.

**Tableau I.4:** Humidité relative à la station de Souk Ahras.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité (%)	73	68	60	59	60	59	55	59	57	60	67	74

(Source : ONM Alger).

L'analyse du tableau I.4 fait ressortir l'humidité moyenne annuelle qui est de 60% pour les mois les plus secs. Les mois de Décembre et Janvier sont les plus humides, avec une moyenne de 73 %.

### I.6.4.L'évaporation :

L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux, son effet est de réduire la température de l'environnement.

Le tableau suivant résume les moyennes de l'évapotranspiration au niveau de la station de Souk Ahras (ONM) (1992-1994).

**Tableau 0.5:** la moyenne mensuelle de l'évaporation.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
Évaporation (mm)	46	49	52	69	91	105	119	127	103	76	68	58	963
Évaporation (%)	4,78	5,09	5,4	7,17	9,45	10,9	12,36	13,19	10,7	7,89	7,06	6,02	100

**I.6.5. Ensoleillement:**

Le paramètre climatique d'insolation dans la zone d'étude relevée dans la station Souk ahras, figurée dans le tableau ci-après :

**Tableau 0.6:** Insolation moyenne mensuelle (1999-2013) « Souk Ahras (ONM) »

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Insolation (heures)	160,4	190,1	242,3	249,7	281,9	288,9	353,7	304,6	243,0	220,3	182,6	165,6	240,2

Les résultats du tableau montrent que la quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est élevée: La moyenne annuelle pour la station de Souk Ahras est de 8.00 heures par jour.

**I.6.6. Pluies mensuelles :**

La connaissance des pluies mensuelles permet de connaître le régime pluviométrique saisonnier et leurs fluctuations ce qui est indispensable en irrigation.

Les pluies mensuelles sont présentées dans le tableau I.7.

**Tableau I.7 :** les pluies moyennes mensuelles à la station de SEDRATA (1981-2013).

Mois	Jan	Fév	Mars	avri	Mai	Juin	juil.	Aou	sept	Oct	nov	déc.
P <sub>moy</sub> (mm/mois)	28.3	20.7	23	32.6	30.3	15.3	4.9	12.1	38.1	32.8	23.3	21.5
P <sub>moy80%</sub> (mm/mois)	22.86	16.72	18.58	26.34	24.48	12.36	3.95	9.77	30.78	26.5	18.82	17.37

La moyenne de pluie annuelle serait donc de 282.4 mm pour la station.

### I.6.7 Le vent :

C'est un facteur déterminant pour le choix du système d'irrigation. Les valeurs présentées dans le tableau I.8 représentent la vitesse moyenne du vent.

Tableau I.8: Vitesse du vent moyenne mensuelle.

mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	Déc
Vitesse de vent (m/s)	3,6	3.7	3.6	3.5	3.3	3	3.2	3	2.8	3.3	3.6	3.9

Les vitesses du vent sont relativement faibles et homogènes durant toute l'année.

### I.6.8. Les phénomènes climatiques accidentels :

a- La neige :

Il neige en moyenne 3 jour/an dans la région Souk Ahras.

Les chutes importantes sont surtout enregistrées sur les hauteurs que sur les plaines.

**Tableau 0.9:** fréquence mensuelle de neige a la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S.Souk Ahras	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3,00

b- La grêle :

La grêle qui provoque en général des dégâts sur la production végétale est très peu ré pondue dans la région d'étude.

**Tableau 0.10 :** fréquence mensuelle de grêle à la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S.Souk Ahras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00

c- La gelée :

La gelée s'observe à partir du mois de Novembre jusqu'à la fin du mois d'Avril avec un maximum de Neuf jours aux mois de Décembre et Janvier. La pratique de la culture sous serre est actuellement le meilleur moyen pour protéger les cultures primeurs contre la gelée.

**Tableau 0.11** : fréquence mensuelle de gelée à la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S.Souk Ahras	0	0	2	9	12	8	4	1	0	0	0	0	36

d- Les brouillards :

Les Brouillards peuvent influencer d'une manière appréciable sur la durée totale d'ensoleillement.

**Tableau 0.12**: fréquence mensuelle des brouillards à la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S. Souk Ahras	0	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	11

e- Les orages:

Les orages violents provoquent avec l'action éolienne des dégâts importants sur les cultures en place.

**Tableau 0.13**: fréquence mensuelle des orages à la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S.Souk ahras	5	2	1	0	0	1	2	2	4	4	4	5	30

Les orages sont observés dans la région en particulier durant la période estivale.

f- Le Sirocco:

C'est un vent saharien violent, très sec et très chaud qui souffle sur l'Afrique du Nord, il a un effet négatif sur les cultures car il influe sur l'évapotranspiration des plantes. Le nombre de jours moyen de siroco (1990 – 2013), est indiqué dans le tableau I.14 :

**Tableau 0.14:** fréquence mensuelle de Sirocco à la station de Souk Ahras (1990-2013)

Mois	S	O	N	D	J	f	M	A	M	J	J	A	Année
S. Souk Ahras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	01

### I.6.9.Calcul des indices Agro-météorologiques :

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température. Les indices les plus connus sont ceux de De Martonne et le quotient ombrothermique d'Emberger.

#### I.6.9.1.L'indice d'aridité 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 :

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

Avec :

IA: indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Les limites des climats d'après l'indice climatique de De Martonne sont données dans le tableau I.15.

**Tableau I.15:** 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

$P=282.4\text{mm}$  et  $T=15.64^\circ\text{C}$ , on trouve donc :

$$I_A = \frac{282.4}{15.64 + 10} = 11.01$$

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

### I.6.9.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique :

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

Avec :

Q : coefficient Ombrothermique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour :  $P=282.4\text{mm}$  ;  $M=21.7^\circ\text{C}$  et  $m=10.36^\circ\text{C}$

$$Q = \frac{2 \times 1000 \times 282.4}{(21.7 + 273)^2 - (10.36 + 273)^2} = 72.16$$

D'où Q=72.16

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid (7.2°C), on peut confirmer que notre région se situe dans :

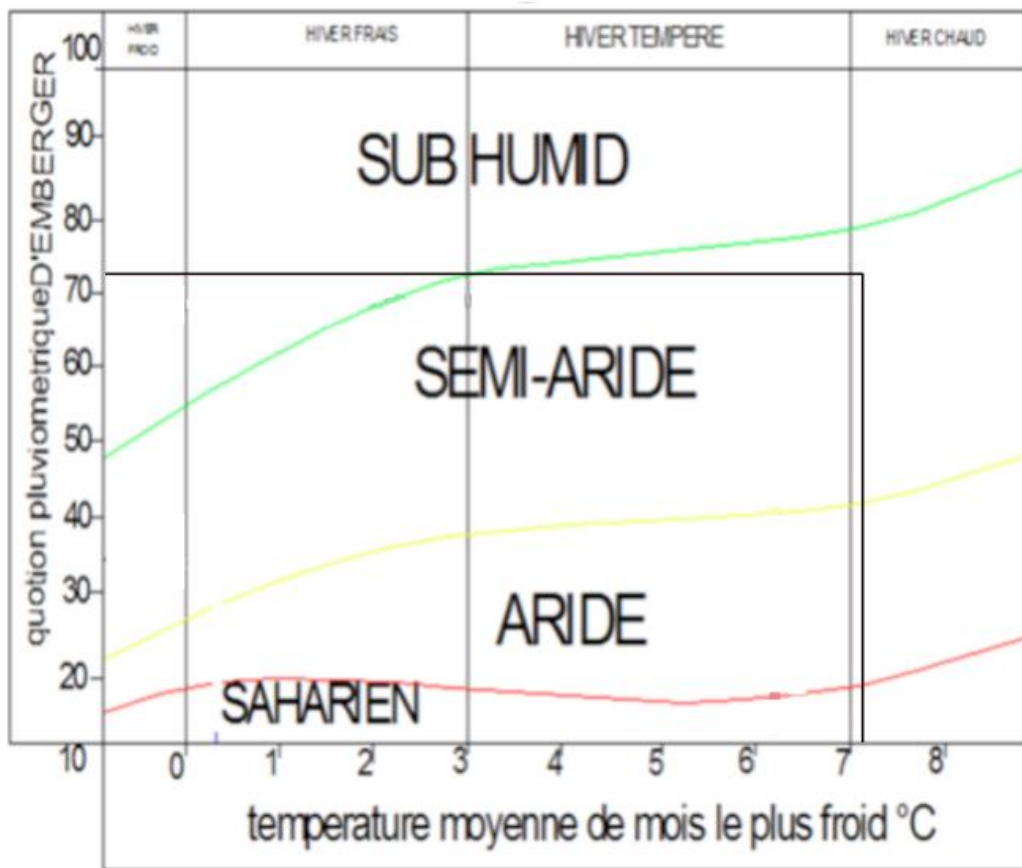


Figure. I.7 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

-l'étage bioclimatique : Semi-aride

### I.6.9.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :

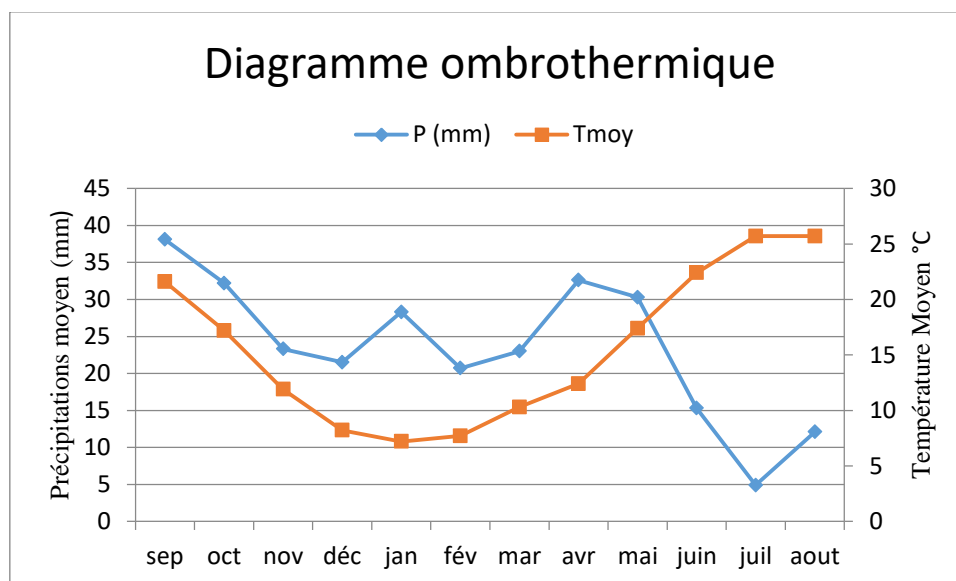
Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnouls et H.Gaussen permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. Dans ce diagramme, on considère un mois sec quand le

total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C ( $P \leq 2T$ ), c'est-à-dire quand la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures.

La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.

**Tableau I.16:** Les précipitations mensuelles et la température (1999-2013)

MOIS	sep	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	aout
P (mm)	38.1	32.2	23.3	21.5	28.3	20.7	23	32.6	30.3	15.3	4.9	12.1
Tmoy	21.6	17.2	11.9	8.2	7.2	7.7	10.3	12.4	17.4	22.4	25.7	25.7



**Figure I.8 :** Diagramme ombrothermique de Gausson .

### Description du graphe :

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, la différence des abscisses nous donne la durée de la saison ; donc :

➤ La saison humide est de (6) mois allant du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai.



➤ La saison sèche est plus marquée, s'étalé sur Cinq (5) mois, allant du mois de mai jusqu'au fin de mois de Septembre.

### **I.7. Etude Socio-économique :**

La wilaya de souk Ahras est une wilaya à vocation agricole recelant d'énormes potentialités sur les plans culturels et touristiques. . Ces surfaces seront irriguées à partir du barrage de Oued Charef et Barrage de Ain Dalia barrage de Oued Djedra .

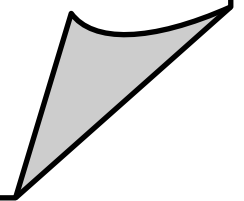
### **Conclusion**

A travers ce chapitre, qui est basé principalement sur l'étude des données pluviométriques et climatiques du périmètre d'étude, nous avons estimé que le périmètre de Bir Bouhouch est caractérisé par un climat chaud en été et frais en hiver, et par une moyenne pluviométrique de l'ordre de 282.4 mm/an qui tombe essentiellement durant la période Novembre –Avril.

L'agriculture constitue la principale activité de la zone, ce qui importe son développement, en implantant des cultures à haut rendement.

Les paramètres climatiques et agro-météorologiques indiquent que la zone d'étude est relativement semi-aride. L'introduction de l'irrigation est donc indispensable pour un développement des cultures et une intensification de l'agriculture dans cette zone rurale

***Chapitre II***  
*Etude Agro-Pédologique*



## Introduction

Le sol est la partie superficielle de l'écorce terrestre résultant de l'altération de la roche mère sous l'action du climat et des organismes vivants. Le sol est dans l'ensemble hétérogène constitué de composantes minérales, qui ont été décomposé avec le temps, à partir d'une roche mère due aux facteurs climatiques (**Gobat et Al, 1998**).

Sa composition doit permettre un bon approvisionnement en éléments nutritifs (N,P,K), en eau et en oligo-éléments, sa couleur foncée traduit sa richesse en carbone.

L'étude pédologique du sol d'un périmètre a pour but :

- ✓ apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation ;
- ✓ fournir les données fondamentales caractérisant les relations eau-sol.

## II.1.Méthodologie :

### II.1.1. Le levé pédologique :

Le bureau d'étude Aqua engineering en 2016 a réalisé par le biais de sondage pédologique (gisement ou profils creusés mécaniquement) et par l'observation des coupes naturelles et/ou artificielles existantes. La profondeur des profils creusés dépasse généralement 1.2 m avec une largeur de 1 m. Sur la base de la prospection et de la caractérisation de la zone, le nombre de profils (gisements) a été fixé à Trente (30). Ce nombre et sa distribution spatiale couvre d'une manière satisfaisante la superficie à prospecter.

Tous les profils creusés ont fait l'objet d'une description détaillée horizon par horizon. Des profils représentatifs ont été échantillonnés pour analyses physico-chimiques. Chaque horizon du profile est échantillonné.

### II.1.2. Les Analyses physico-chimiques :

La connaissance des constituants du sol, leur composition et leurs principales propriétés physico-chimiques, constitue en tout état de cause un préalable indispensable à l'étude du milieu édaphique. Ces connaissances fondamentales permettent d'entreprendre l'étude des processus de formation des sols en relation avec les conditions de milieu, leur cartographie, ainsi que l'étude de leurs potentialités agronomiques en liaison avec leurs principales propriétés physico-chimiques.

Les échantillons ont été prélevés et analysés à l'INSID de OUM EL BOUAGHI en 2016 Les analyses ont porté sur :

- La Granulométrie
- La matière organique
- L'Azote (N)
- Les minéraux Ca, Mg

- Le Calcaire total et actif( $\text{CaCO}_3$ )
- Le Phosphore assimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )
- Le sodium (Na)
- Le PH
- La Conductivité électrique (C.E)

Les recommandations qui découlent, à la fois, de l'information descriptive et de l'information analytique ont pour objectifs de contribuer à valoriser le potentiel physique, chimique et biologique des sols de la zone d'étude. Elles sont le fruit d'un cheminement logique qui impose une synchronisation des étapes suivantes :

- La phase de terrain (reconnaissance et prospection),
- Analyse des échantillons au laboratoire,
- Interprétation proprement dite des résultats d'analyses,

#### **a- Ressources en sol:**

Le sol, objet d'étude de la pédologie, peut être défini comme étant la couche superficielle de l'écorce terrestre "couverture pédologique" qui possède des caractéristiques morphologiques et minéralogiques ainsi que des propriétés physico-chimiques distinctes de celles du matériau originel dont il dérive (un substrat géologique ou tout autre matériau apparenté), du fait de sa position à la surface de la lithosphère et de l'influence des facteurs du milieu qui y agissent.

Les "couvertures pédologiques" sont le plus souvent continues, mais il arrive qu'elles soient très réduites. En outre, elles sont fréquemment modifiées par des activités humaines, sur des profondeurs variables et de façon plus ou moins apparente.

Sur les hautes plaines steppiques algériennes, la quasi-totalité des sols est calcaire dès la surface ; il en résulte des PH basiques, parfois proches de la neutralité et des complexes adsorbants saturés. C'est la principale caractéristique commune en relation avec la nature des roches mères, pratiquement toujours calcaires, et avec le climat, les précipitations étant insuffisantes pour produire une décarbonatation complète des horizons de surface.

Ces caractères, présence de calcaire, pH, saturation du complexe adsorbant, ne jouent donc qu'un rôle très limité dans la différenciation pédologique, mais aussi comme facteur écologique responsable de certains déterminismes écologiques.

Dans ces régions, la dynamique (dissolution, transport, précipitation) des éléments solubles dans le sol, dépend étroitement du mouvement de l'eau à travers le profil ; elle dépend donc au premier lieu des précipitations. Or « le drainage climatique » c'est-à-dire la quantité d'eau

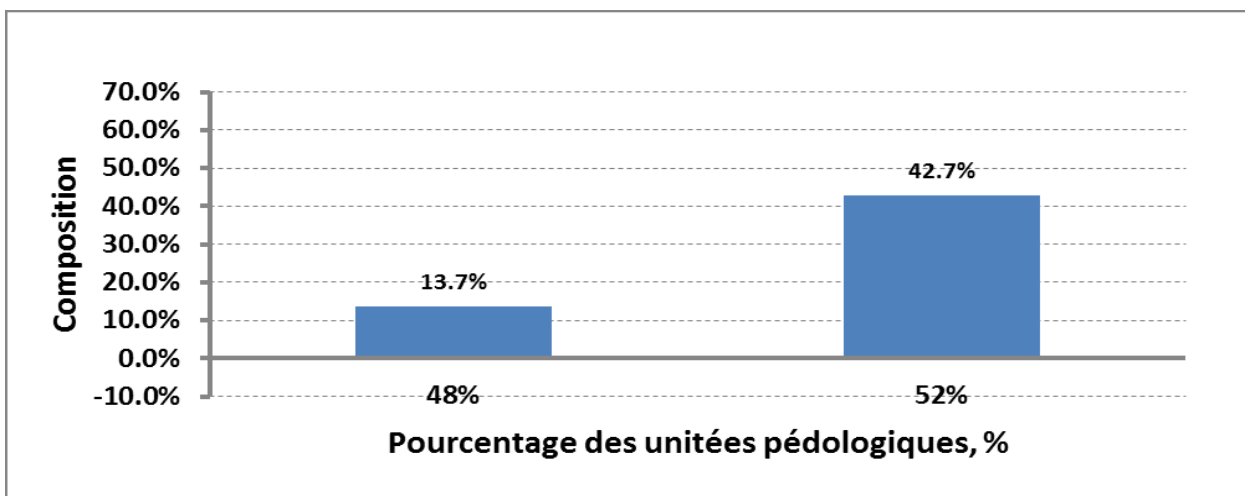
traversant le sol pour arriver au sous-sol et aux nappes phréatiques, jouant un rôle dans la pédogenèse, est pratiquement nulle.

Interprétation des résultats (source : BET Aqua engineering, 2016) :

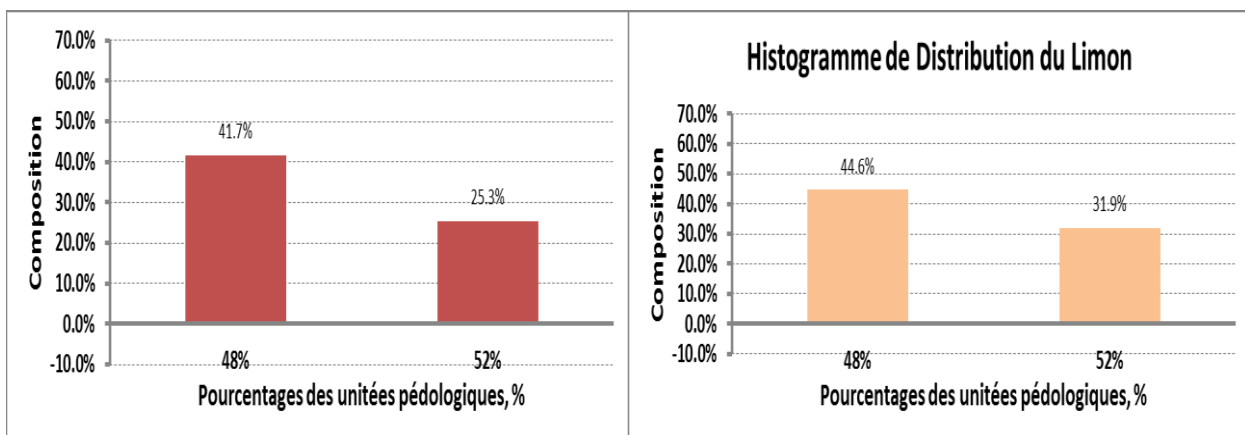
**Tableau II.1:** Analyse Statistique de la Composition du Sol

Sable	Argile	Limon	Surface	Pourcentage des unités pédologiques
Classes				
13,7%	41,7%	44,6%	58	48%
42,7%	25,3%	31,9%	62	52%
<b>Nombre total d'Echantillon</b>		120	100%	

(Source : BET Aqua engineering, 2016)



**Figure II.1 :** Distribution du Sable (source : BET Aqua engineering, 2016)



**Figure II.2 :** distribution d'Argile

**Figure II.3 :** distribution du Limon

Sur la base de la démarche présentée ci-dessus, deux (02 unités pédologiques homogènes ont été définies, l'une 1-limon-argileuse et l'autre 2-sable –limoneuse.

**Tableau II.2:** Capacité au champ (CC°%)

Profil	Pourcentage	Sable	Argile	Limon	Densité	* CC	* CC	** CC	CC moy
Unité Pédo 1	48%	13,72	41,68	44,60	1,60	40,60	35,81	36,11	37,51
Unité Pédo 2	52%	42,75	25,33	31,92	1,60	31,46	26,49	27,94	28,63

(Source : BET Aqua engineering, 2016)

## II.2.Fertilité des sols :

### II.2.1. La Fertilité physique des sols :

La composition plus fine de la texture, la profondeur de la couche de terre satisfaisante, et les propriétés physiques et chimiques favorables de ces sols, contribuent largement à ce que ces sols soient potentiellement fertiles.

Parfois les propriétés physiques sont défavorables en raison de la quantité excessive d'argile ; la capacité au champ est certes élevée et la quantité d'eau utile pouvant être mise en réserve dans ces sols reste limité. En outre la texture peu lourde provoque en période sèche une dessiccation profonde du sol, leur capacité de production est assez limitée pour les conditions climatiques de la zone (pluviométrie et température).

Pour augmenter le niveau de la fertilité active de ces sols, il est nécessaire d'appliquer des engrais et l'introduction de l'irrigation augmente les rendements et varie les cultures. (Source : BET Aqua engineering, 2016)

#### a- L'état de drainage :

Le drainage du sol est déduit directement des observations des profils. Il implique la compacité du sol en profondeur, sa texture, la différence dans la composition texturale entre horizons sous-jacent et sus-jacent), sa perméabilité et enfin la présence ou l'absence des indicateurs d'hydromorphie (taches d'oxydo-réductions). (Source : BET Aqua engineering, 2016)

La structure du sol est aussi un indicateur de l'état physique du sol. La forme des agrégats, leur taille, leur mode d'agencement et le volume des vides (pores) de ces agrégats sont autant de paramètres qui décrivent la structure d'un sol. Elle renseigne sur l'état de stabilité des agrégats et sur les conditions de développement du système racinaire des plantes.

## b- Les caractéristiques hydrodynamiques :

### 1. La perméabilité liée à la structure et la texture du sol :

La taille des pores du sol a beaucoup d'importance en ce qui concerne le taux d'infiltration (pénétration de l'eau dans le sol) et le taux de percolation (déplacement de l'eau à l'intérieur du sol). La taille et le nombre des pores dépendent étroitement de la texture et de la structure du sol et influent également sur sa perméabilité.

#### ➤ Variation de la perméabilité en fonction de la texture du sol :

D'après le Tableau II.3 : On remarque que l'unité pédologique 01-limon-argileuse à la capacité aux champs mieux que le 2<sup>ème</sup> unité.

**Tableau II.3:** Perméabilité du Sol (cm/h)

Profil	Pourcentage	CC moy	PWP moy	**Ks(cm/h)	***Ks (cm/h)	Ksmoy(cm/h)
Unité Pédo 1	48%	37,51	20,01	1,18	1,43	1,31
Unité Pédo 2	52%	28,63	14,15	2,94	2,02	2,48
Moyenne Pondérée		32,92	16,98	2,09	1,74	1,91

(Source : BET Aqua engineering, 2016)

#### ➤ Les classes de perméabilité retenues :

- **Classe I** :  $K_s \leq 1$  cm/h : sols très imperméables à ne pas irriguer
- **Classe II** :  $1 \text{ cm/h} \leq K_s \leq 2$  cm/h : sols imperméables à irriguer avec précautions

$K_s$  perméabilité ou conductivité hydraulique en saturé.  $K_s$  a la dimension d'une vitesse, mais pour les sols sous saturés la conductivité hydrique varie avec l'humidité. Une terre argileuse (au moins 45 % à 50% d'argile) gonfle avec l'humectation et se rétracte avec dessiccation.

Une terre argileuse est plastique à l'état humide colle à l'outil. A l'état sec, ce type de terre cohérente, sa capacité au champ et son point de flétrissement équivalent à des humidités élevées du sol. Cela est dû au fait que les particules d'argile étant petites, la surface d'adhésion de l'eau y est considérable. Or cette eau est difficilement utilisée par les plantes puisqu'elle est fortement liée aux particules d'argile. La quantité d'eau utile du sol est également élevée. Lorsqu'une terre est sèche, il faut de grandes quantités d'eau pour les ré-humecter en profondeur.

- Par analogie avec le fameux  $p_h$ , les pédologues ont défini le  $p_F$  exprimé en hauteur d'eau (cm) qui augmente très rapidement avec le dessèchement. (Source : BET Aqua engineering, 2016)

### 2. Le point de Flétrissement(PF) :

Donne l'humidité minimale du sol, en-dessous de quoi la plante se fane irréversiblement.

Suivant le type de sol, le point de flétrissement apparaît pour des taux d'humidité différents :

**Tableau II.4:** Point de Flétrissements Permanent (PFP), %

Profil	Pourcent	Sable	Argile	Limon	Densité	*PFP	*PFP	**PFP	PFP <sub>moy</sub>	Pourcent
Unité Pédologique 1	48%	13,72	41,68	44,60	1,60	22,59	19,10	18,34	20,01	48%
Unité Pédologique 2	52%	42,75	25,33	31,92	1,60	15,05	14,69	12,72	14,15	52%

(Source : BET Aqua engineering, )

- Sable : 13-62%
  - Limon : 31-45%
  - Sol argileux : jusqu'à 42%.
- D'après les résultats montrés dans le Tableau II.4: on déduit que la valeur de Flétrissement moyenne dans l'unité pédologique 01 est supérieure que la deuxième unité

**II.2.2. La Fertilité chimique des sols :**

Nombre de paramètres ont été déterminés au laboratoire par: BET Aqua engineering, 2016 pour évaluer le niveau de fertilité chimique des sols de la région. Il s'agit de la CE (conductivité électrique) au rapport 1/5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (phosphore assimilable), K<sub>2</sub>O (potassium échangeable), CaCO<sub>3</sub> (Calcaire Actif), pH<sub>eau</sub> (potentiel hydrogène).

**II.2.3. La Fertilité biologique des sols :**

Le niveau de décomposition de la matière organique (MO) des sols de la région est évalué par le rapport C/N (Boyer, 1982). La teneur en MO est appréciée, quant à elle, en rapport avec la teneur en argile dans le sol. (OILB : Organisation International de Lutte Biologique).

**II.3. Classification des sols :**

Les observations des profils pédologiques sur le terrain et l'analyse des résultats de laboratoire fait ressortir quatre groupes de sols. Ses groupes sont divisés en 2 classes :

- Classe des sols peu évolués.
- Classe des sols calcimagnésiques.

**II.3.1. Classe des sols peu évolués :**

Ils occupent une superficie importante. Ce sont des sols d'apport alluvial colluvial Morphologiquement, ces sols présentent un profil profond, présentant une texture moyenne sur tout le profil.

Sur le plan analytique ; les sols sont faiblement pourvus en calcaire reflétant (< 18 %) ainsi la nature des formations géologiques. Ils sont faiblement pourvus en matière organique (environ de



3 %). Le taux de phosphore assimilable est bien ( $> 34$  ppm) ; le potassium échangeable varie entre 10 et 11 ppm ; Ils ne sont pas salés. Le pH est franchement alcalin.

L'infiltration du sol appartient à la classe IV (sols perméables).

### II.3.2. Classe des sols calcimagnésiques :

Ils forment la quasi-totalité des sols du périmètre d'irrigation. Ils sont caractérisés par un profil calcaire. 3 familles ont été définies :

#### 1- sols bruns calcaires modaux Limono Argileux :

Ils occupent la partie Ouest du périmètre d'étude.

Ce sont des sols profonds, de texture moyenne à fine, formés sur des marnes calcaires gypsifères.

Ils présentent généralement un profil de couleur clair à tendance blanchâtre.

La structure des horizons est généralement polyédrique peu nette.

#### ➤ Sur le plan analytique :

- Le profil est riche en calcaire total (plus de 20%).
- Le pH est alcalin sur tout le profil.
- Salinité : sol non salé
- Réserves minérales : sol moyennement pourvu à pauvre en matière organique (entre 1.48 et 3.30 % dans les horizons de surface avec un taux d'argile variant respectivement entre 33 % et 30%).
- Le phosphore assimilable varie entre 22.9 et 47.32 ppm.
- Avec un taux d'azote qui oscille dans tous les horizons inférieur à 0.01%, le sol est considéré comme très pauvre.
- Quant au potassium, les sols en montrent des valeurs satisfaisantes puisqu'on enregistre des valeurs de  $k^+$  échangeable variant entre 7.0 et 29.0 ppm.

La valeur calculée de l'infiltration appartient à la **classe IV** (sols perméables).

#### 2-sols bruns calcaires modaux Sablo Limoneux :

Ils occupent la partie Est du périmètre d'étude Ce sont des sols profonds, de texture moyenne à fine, formés sur des marnes calcaires gypsifères. Ils présentent généralement un profil de couleur clair à tendance blanchâtre.

La structure des horizons est généralement polyédrique peu nette.

Les sols de cette unité sont caractérisés par la présence d'un encroustement calcaire à profondeur variable selon la position topographique du profil.

➤ **Sur le plan analytique :**

- Le sol moyennement pourvu en calcaire total (environ de 24%).
- Le pH est alcalin sur tout le profil.
- Salinité : sol non salé
- Réserves minérales : sol mal pourvu à pauvre en matière organique (entre 1.25 %) avec un taux d'argile de 17 %.
- Le phosphore assimilable 17.15 ppm.
- Avec un taux d'azote qui oscille dans tous les horizons inférieur à 0.7%, le sol est considéré comme pauvre.
- Le potassium, les sols en montrent des valeurs satisfaisantes puisqu'on enregistre des valeurs de k de 12.16 ppm.

L'infiltration donne à cette unité pédologique la **classe IV** (sols perméables). (**Source : BET Aqua engineering, 2016**)

**3- sols brune calcaire noircis Sablo Argileux:**

Cette unité est représentée occupent la partie centrale du périmètre caractérisée par un profil calcaire, profond, à texture sablo argileuse et affecté en profondeur par une légère salure.

➤ **Sur le plan analytique :**

- Le sol mal pourvu en calcaire total (environ de 18%).
- Le pH est neutre en surface et légèrement alcalin en profondeur.
- Salinité : sol non salé
- Réserves minérales : sol mal pourvu à pauvre en matière organique (environ de 1.46 %) avec un taux d'argile dépasse à 45 % .
- Le phosphore assimilable 34.35 ppm .
- Avec un taux d'azote qui oscille dans tous les horizons inférieur à 0.07%, le sol est considéré comme très pauvre.
- Le potassium dans les sols montrent des valeurs peut satisfaisantes puisqu'on enregistre des valeurs de k de 9.78 ppm.

La perméabilité est de l'ordre de 2.9 à 3.1 cm/h.

## II.4. Les contraintes à la Mis en valeur :

### II.4.1. Les contraintes Socio-économique:

Les paysans de la région se sont accoutumés à un assolement céréale –jachère. Les céréales sont conduites d'une manière extensive et les rendements sont généralement faibles puisqu'ils dépendent exclusivement des précipitations enregistrées. La polyculture intensive en irrigué nécessite une certaine expérience et technicité qui apparemment n'est pas disponible actuellement chez les exploitants du périmètre. Il demeure impératif de prévoir des séances de vulgarisation voire des formations en matière de conduite des cultures en irrigué.

### II.4.2. Les contraintes climatiques:

En tant que contrainte à la mise en valeur en irrigué, le climat agit par les trois principales composantes : les températures, les gelées et les vents.

#### a- Les Températures :

Les températures de la région de Tébessa restent dans les normes saisonnières. Donc ce paramètre ne constitue pas une contrainte majeure pour la conduite en irrigué du périmètre. La mise en culture en irrigué du périmètre aura un effet positif sur l'atténuation de l'amplitude thermique diurne-nocturne.

#### b- Les gelées :

La période gélive dans la région s'étale sur 24 jours du mois Décembre au mois de Mars. Ce paramètre représente une contrainte sérieuse et redoutable surtout au début du printemps lorsqu'elles coïncident avec la floraison de beaucoup d'espèces fruitières à noyaux.

Afin de surmonter cette contrainte, Il convient de prendre certaines dispositions ; telles que le choix des variétés, choix des dates de semis et de repiquage, utilisation des films plastiques...etc.

#### c- Les Vents :

Qu'ils soient secs ou humides, les vents ont une influence très marquée sur les sols et surtout les cultures. Le périmètre d'étude est situé dans une dépression entourée par des monts qui le protègent des vents soufflant du nord et du Nord- Ouest. Reste à craindre le côté Sud- Ouest qui est dégagé et d'où soufflent les vents secs et chauds pendant la saison chaude. Les relevés des intensités des vents dans la région montrent des valeurs faibles ce qui ne peut pas constituer une contrainte pour la mise en valeur du périmètre. Néanmoins, un réseau de brise vent reste toujours profitable. (Source : BET Aqua engineering, 2016)

**II.4.3. Les contraintes édaphiques:**

L'étude pédologique a mis en évidence certains paramètres qui représentent des contraintes potentielles pour la conduite en irrigué du périmètre. Il s'agit principalement du :

Taux du calcaire, de la texture, de la salure et de la réaction du sol (pH).

**a- Taux du calcaire :**

Les fiches analytiques ont montré que la majorité des sols du périmètre renferment un taux élevé de calcaire qui dépasse souvent 30% en poids du sol analysé. Ces valeurs constituent une contrainte majeure pour les cultures arboricoles surtout pour les espèces à pépins qui sont réputées calcifuges. La gamme des cultures maraichères se trouve également réduite. Les cultures céréalières et fourragères supportent mieux les terres calcaires.

**b- La Salure :**

Dans certains profils du périmètre les sols sont localement atteints par la salure où on a enregistré en bas de certains profils des valeurs autour de 3745  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Ce qui représente une alerte et une mise en garde afin de prendre au sérieux ce paramètre et de surveiller son évolution sous irrigation, par contre dans la totalité des sols du périmètre la conductivité électrique ne dépasse pas 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  ce qui pose aucun risque aux cultures.

**II.5. Les 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
- La réaction du sol (pH).

Comme a été indiqué dans des sections précédentes, dans nos jour, le sol n'est qu'un receveur de la plante. Celle-ci reçoit ces besoins à partir des adjuvants de nutriments. La notion d'aptitude culturale est de plus en plus abandonnée.

Dans le but de satisfaire les besoins des agriculteurs qui restent en deçà des avancées dans le domaine de l'intensification agricole et des exigences du cahier des charges, les sections suivantes présentent les éléments de réponse en ce qui concerne les aptitudes culturales du notre périmètre.

La salinité n'est pas une contrainte pour un bon nombre de cultures ; maraîchères, céréalières, fourragères et arboricoles mais les teneurs enregistrées de calcaire actif dans les deux types de sols à encroutement calcaire et sol peu évolué nécessitent des variétés qui tolèrent le calcaire actif.

La nature granulométrique des sols de la région à savoir, lourde à légère et la teneur des sols en calcaire actif seront sélective aux exigences édaphiques des cultures.

A cet effet, les cultures qui s'adaptent aux sols légers pour la zone d'aptitude culturale en tenant compte des conditions climatiques de la région, sont comme suit :

- a) **les cultures maraîchères:** tomate, oignon, ail, pomme de terre, haricot, pastèque, melon, aubergine,
- b) **les cultures céréalières :** blé, orge,
- c) **les cultures fourragères:** bersim, ray-grass, Sorgho et le triticales.
- d) **l'arboriculture fruitière :** abricotier, amandier, cerisier, vigne, pêcher
- e) **les cultures maraîchères :** Pomme de terre, haricot, aubergine, épinard,
- f) **les cultures céréalières :** Blé, orge,
- g) **les cultures fourragères:** Luzerne, bersim, ray-grass, Sorgho et le triticales.

➤ **Plan de Fertilisation des céréales et cultures fourragères :**

Ils exigent un sol meuble en surface et profond, avec :

- Fumure de fond: T.S. P 46 %
- Fumure azotée: ammonitrate 33,5 %

Si l'irrigation se fait par aspersion (centre pivot), utiliser une pompe additionnelle d'engrais.

**1- Les doses à appliquer :**

- Du 10ème au 15ème jour après semis: 9 kg/ha/jour d'ammonitrate
- Du 16ème au 45ème jour après semis: 15 kg/ha/jour d'ammonitrate

- Du 46<sup>ème</sup> au 75<sup>ème</sup> jour après semis: 9 kg/ha/jour d'ammonitrate

**2- Apport en oligo-élément :**

- Dose: 5 litres/ha du produit commercial
- Période: pour le zinc et le manganèse, du 14<sup>ème</sup> jour après le semis.
- Pour le cuivre au stade début épiaison.

Mode d'apport: avec les eaux d'irrigation, pour mieux pallier au déficit en oligo-élément, il y a lieu d'effectuer l'analyse du sol en vue de déterminer approximativement la nature et les besoins en oligo-éléments. (Source : BET Aqua engineering, 2016)

**3- Fertilisation :**

Pour le fumure de fond: T.S.P 46 %, et pour le Fumure d'entretien: ammonitrate 33,5 %

- Si l'irrigation s'effectue par centre pivot, il y a lieu d'utiliser une pompe additionnelle d'engrais. Les doses à appliquer sont :
  - Du 10<sup>ème</sup> au 15<sup>ème</sup> jour: 7,5 kg d'ammonitrate/ha/jour
  - Du 16<sup>ème</sup> au 45<sup>ème</sup> jour: 15 kg d'ammonitrate/ha/jour

Du 46<sup>ème</sup> au 75<sup>ème</sup> jour: 9 kg d'ammonitrate/ha/jour

**4- Mode d'apport :**

Avec les eaux d'irrigation pour mieux pallier au déficit en oligo-élément, il y a lieu d'effectuer l'analyse du sol en vue de déterminer approximativement la nature et les besoins en oligo-éléments.

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons obtenu que notre zone d'étude constituée de deux classes : sol calcimagnésique et sol peu évolués.

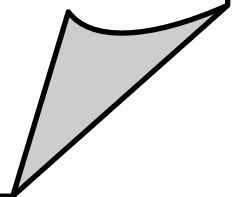
D'une manière générale la zone étudiée est composé principalement d'un sol plutôt argileux-Limoneux dont la matière organique est inexistante avec un taux faible de calcaire.

La salinité du sol n'est pas une contrainte pour le développement et la croissance des cultures vues son faible degré. Le pH des sols est neutre. C'est un pH favorable pour la disponibilité en éléments nutritifs pour les plantes. L'aptitude des sols reste assez bonne pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que les cultures maraichères.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région.

# Chapitre III

*Ressources en eau-hydrologie*



## Introduction

L'eau représente le premier élément nécessaire pour la végétation, il constitue pour la plante un support, une réserve d'eau et d'éléments nutritifs. L'analyse des ressources en eau sera axée sur la mobilisation des ressources en eau suffisantes et la qualité de l'eau d'irrigation ainsi la détermination de l'année de calcul ou la pluie de projet.

### III.1. Ressources en eau

Le barrage d'Oued Cherf est situé sur le territoire de la Wilaya de Oum El Baouaghi, sur l'Oued Charef (Bassin de Seybouse), à 20 km de Sedrata et à 15 km du confluent de l'Oued Charef avec l'Oued Nil.

Il est destiné à l'irrigation des terrains agricoles dans la plaine Bir Bouhouch Ksar Sbahi Souk ahras - Oum el Bouaghi.

#### III.1.1 Caractéristiques hydrauliques du barrage d'Oued El Charef :

Le barrage d'Oued El Charef est un barrage en enrochement en terre, de 60 m de hauteur hors sol avec la cote de la retenue normale à 745 m et la cote de la retenue maximale à 750 m. La cote du barrage se situe à la cote 752m, sa largeur étant de 9 m. Le barrage a été construit par la Société COSIDER de 1987-1995.

Le volume total de la retenue à la cote normale est voisin de  $157 \text{ Hm}^3$ , sa surface étant de  $12 \text{ Km}^2$ . Le bilan hydrique de l'Oued Charef au droit du barrage d'Oued El Charef est défini à partir des données disponibles pour la période de 1972-1993, fournies par l'ANRH.

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant est de l'ordre de 319 mm, alors que le débit moyen a été de  $1,235 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui présente l'apport moyen annuel de l'ordre de  $38,05 \text{ Hm}^3$ .

L'évaporation à partir de la surface du plan d'eau formée par le barrage d'Oued El Charef a été définie au niveau d'environ 1200 mm annuellement.

Les caractéristiques du barrage sont énumérées dans le tableau suivant :



**Tableau. III.1: Les caractéristiques du barrage Charef**

Désignation	Unité	Quantité
Année de construction		1988
Année de mise en eau		1995
Capacité	Hm <sup>3</sup>	157
Capacité dernier levé (2004)	Hm <sup>3</sup>	152,65
Apport moyen annuel	Hm <sup>3</sup>	38,05
Hauteur de la digue	m	60
Longueur de la digue	m	287
Volume utile	M.m <sup>3</sup>	129
Volume régularise	M.m <sup>3</sup>	30
Cote de fond	m	(ne pas encore trouver)
Cote au niveau mort (NVM)	m	730
Cote au niveau normal de retenue	m	745
Cde plus hautes eaux (NPHE)	m	750
Débit évacué	m <sup>3</sup> /s	1,235
Surface	Km <sup>2</sup>	12
Type de barrage		enrochement
Déversoir		Seuil libre

## III.2 Qualité de l'eau d'irrigation

### III.2.1. Etude de la qualité de l'eau d'irrigation :

Il est nécessaire d'étudier la qualité d'eau d'irrigation avant tout projet d'aménagement agricole pour cela il faut vérifier certains facteurs plus importants qui sont :

- Le pH ;
- Risque de Salinité ;
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR) ;
- Carbonate et bicarbonates Ca, Mg ;
- Anions toxiques.

Les données sur le tableau II.5 sont déterminées par l'ANRH à partir des prélèvements effectués à la station hydrométrique.

**Tableau III.2 :** La composition chimique des eaux superficielles (teneurs en mg /l)

Eléments	Quantité
Ca (mg/l)	64
CE (mmhos/cm)	0.71
NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.3
Na (mg/l)	14
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	210
CO <sub>3</sub> (mg/l)	20
SO <sub>4</sub> (mg/l)	152.02
Mg (mg/l)	30.20
Alcalinité (mg par CaCO <sub>3</sub> )	126
PH (mg/l)	8.2

### III.2.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique : permet d'avoir rapidement l'ordre de la minéralisation globale de l'eau, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

On distingue quatre classes d'eau :

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

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé

**Remarque :**

C1 : convient pour toutes les cultures

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes

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

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

**III.2.3 Coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

Le sodium contenu dans une eau peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors un Risque défloculation.

Pour diminuer ce risque il est nécessaire de comparer entre la concentration des cations  $Na^+$  Avec celle de  $Mg^{++}$  et  $Ca^{++}$ , donc on parle de l'indice du SAR qui est :

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

Avec :  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ , et  $Mg^{++}$  en meq/l.

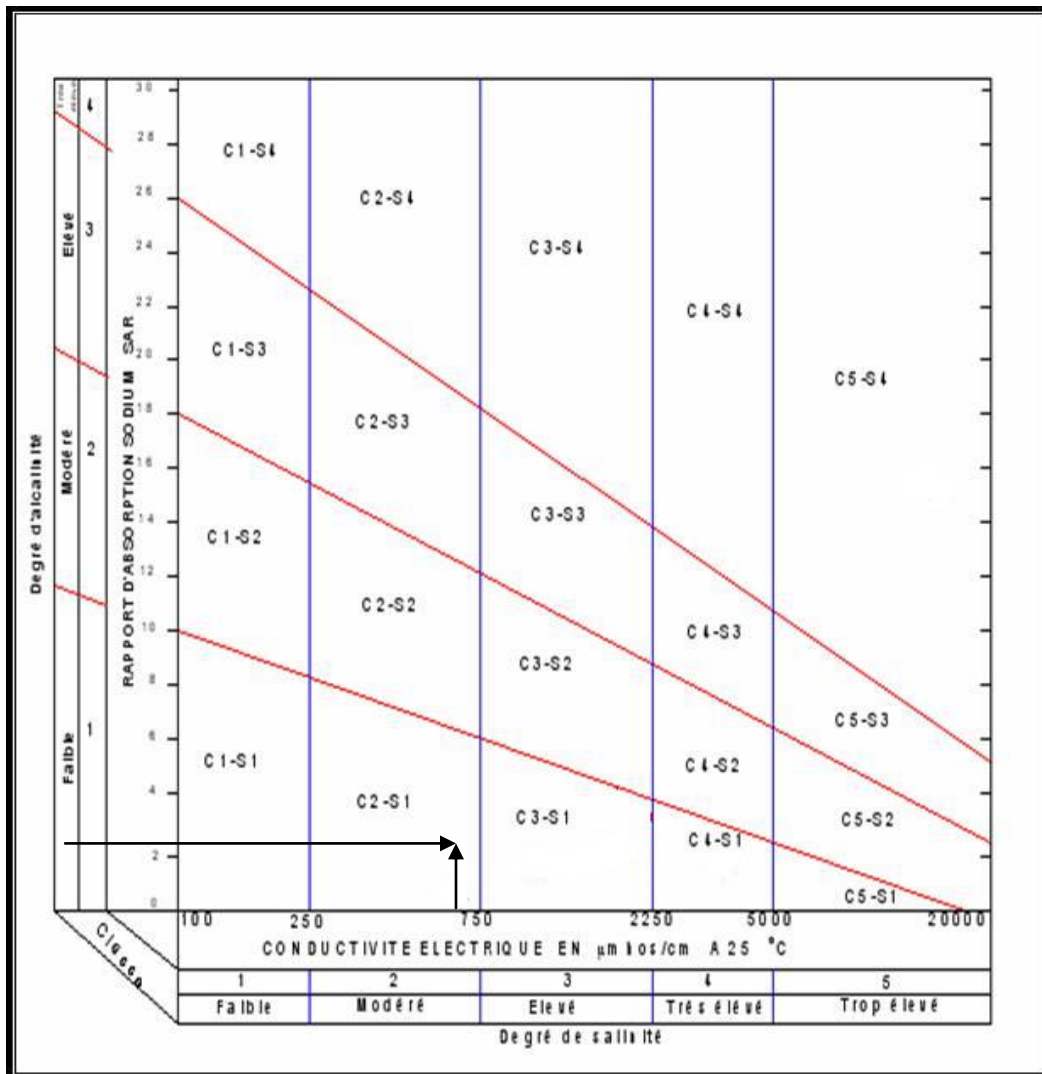
**Tableau III .4 :** Classification des eaux en fonction du SAR

Classes	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S <sub>1</sub>	$SAR \leq 10$	Risque faible
S <sub>2</sub>	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S <sub>3</sub>	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S <sub>4</sub>	$SAR > 26$	Risque très élevé

$$SAR = \frac{14}{\sqrt{\frac{64 + 30,20}{2}}} = 2,04$$

**Interprétation :**

Puisque l'eau du barrage a un SAR de 2.04 meq/l, et une CE=0.71 mmhos/cm, et en se référant, sur le diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut dire que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2-S1), donc il y'a un risque moyen de salinité.



**Figure. III .1 :** Diagramme de classification de l'eau d'irrigation

D'après au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Figure III .1), on peut affirmer que notre eau est de classe donc (C2S1), ce qui montre que la qualité des eaux est acceptable pour l'irrigation.

### III.3.Etude Hydrologique :

Le calcul de la pluie de projet est nécessaire, puisqu'elle intervient dans l'estimation dans les besoins en eau des cultures projetées dans le périmètre.

#### III.3.1.choix de la station pluviométrique:

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans le bassin versant ont été sélectionnées sur la base de l'emplacement géographique de ces stations et la période d'observation de ces dernières dont :

- Pour le choix des stations climatiques, on doit utiliser des données fiables issues des stations les plus proches à la zone d'étude.

Pour l'estimation des précipitations pour le périmètre de Bir bouhouch , les stations climatiques existantes et qui possèdent des données fiables sont celles de SEDRATA , OUM EL BOUAGHI, et TEBESSA.

**Tableau III. 5 :** caractéristiques des stations climatiques.

Stations	Longitude	Latitude	Altitude	Période d'observation
Sedrata	7° 58' Est	36° 17' Nord	812 m	1981-2013
Oum El Bouaghi	7° 7' Est	35° 52' Nord	890 m	1978-2008
Tébessa	8° 13' Est	35° 48' Nord	792 m	1980-2013

(ONM-Alger)

- Pour le périmètre de Bir bouhouch la station SEDRATA est très représentative.

Cela, étant lié à une série de facteur tel que:

- Localisation géographique, celle-ci étant très proche du périmètre.

- L'altitude de la station pluviométrique à une valeur proche de l'altitude moyenne de la zone d'étude.
- L'analyse comparative des données climatiques (température, humidité, neiges.....).

### III.3.2. Répartition de la pluie moyenne annuelle :

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique Sedrata (1981-2013) est donnée dans le tableau ci-après :

**Tableau II.6 :** Répartition mensuelle des précipitations (mm).

Année	Sept	Oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Annuel(mm)
1981	35,5	23,5	0	13,7	78	82	76,4	33,3	19,5	8,6	0	9,3	379,8
1982	52,9	0	81,4	83,9	10,5	13,7	19,3	14,8	0	51	31,3	0	358,8
1983	80,8	34,7	34,4	25,3	7,5	20,9	35,3	20,9	40,9	17,6	2,3	7,3	327,9
1984	31,5	102,1	11	7,8	2,8	55,5	11,2	35,4	1,2	1,6	0	8,8	268,9
1985	52,4	28,4	0,7	2,8	48,4	8	15,5	33,5	11,3	1,6	9	0	211,6
1986	92,2	10,3	0	16	29,5	2,2	15,8	11,8	52,6	5,8	29,4	34,9	300,5
1987	28,4	35,5	18	64	8,1	20,7	33,6	42,9	12,8	0	0	0	264
1988	16,1	23,7	43,6	24	46,2	4	24,2	33,1	36,9	15,3	5	12,2	284,3
1989	0	35,5	26,9	10,9	0	66,9	63,1	52,9	68,7	1,6	0	5,3	331,8
1990	5,2	29,8	10,3	35	67,9	33,7	0	60,5	40,9	42	0	0	325,3
1991	0	11,6	51	15,9	23,8	30,5	17	52,8	9,1	14,3	0	5,4	231,4
1992	32,2	46,1	11,3	9,5	74,3	8	24,3	61,8	51,9	0	0	18,1	337,5
1993	16,1	23,7	43,6	24	53,2	4	24,2	33,1	36,9	15,3	5	12,2	291,3
1994	16,3	52,5	0	7,3	45,1	1,5	45,2	19,9	14,4	46,2	16,8	3,1	268,3
1995	35,5	23,5	0	13,7	67	78	76,4	33,3	19,5	8,6	0	9,3	364,8
1996	14,4	0	0	4,9	13,9	0	13,3	24,8	4,2	13,7	0	22,1	111,3
1997	53,3	16,5	61,3	21,5	0	12,4	22,3	53,8	28,8	19,4	0	0	289,3
1998	25,3	21,4	21,6	9,9	43,7	13	9,5	0	9,6	23,3	0	7,5	184,8
1999	23,1	31,5	38,6	62,2	9,7	0	3,2	0	87,7	29	0	22,2	307,2
2000	33	21,7	4,6	15,2	13,9	0	0	33,3	39,8	0	0	7,3	168,8
2001	33,3	13,5	24,9	3,7	0	2,3	6,8	27,9	18,2	0	0	48,3	178,9
2002	0	11,6	51	15,9	23,8	26,5	17	52,8	9,1	14,3	0	5,4	227,4
2003	90,8	34,7	34,4	25,3	7,5	20,9	35,3	20,9	40,9	17,6	2,3	7,3	337,9
2004	52,9	0	81,4	85,9	10,5	13,7	19,3	14,8	0	51	31,3	0	360,8
2005	5,2	29,8	10,3	25	67,9	33,7	0	60,5	40,9	42	0	0	315,3
2006	28,4	35,5	18	64	8,1	20,7	33,6	48,9	12,8	0	0	0	270
2007	89,2	10,3	0	16	29,5	2,2	15,8	11,8	52,6	5,8	29,4	34,9	297,5

2008	32,2	66,1	11,3	9,5	74,3	8	24,3	61,8	51,9	0	0	18,1	357,5
2009	65,4	28,4	0,7	2,8	48,4	8	15,5	33,5	11,3	1,6	9	0	224,6
2010	0	35,5	26,9	4,9	0	66,9	63,1	52,9	88,7	1,6	0	5,3	345,8
2011	31,5	108,1	11	7,8	2,8	55,5	11,2	35,4	1,2	1,6	0	8,8	274,9
2012	20,7	1,3	26,9	1,3	13,3	20,9	24,2	32,6	36,9	15,3	5	29,8	228,2
2013	16,1	23,7	43,6	24	56,2	4	24,2	33,1	36,9	15,3	5	12,2	294,3
Moyenne(mm)	38,1	32,8	23,3	21,5	28,3	20,7	23	32,6	30,3	15,3	4,9	12,1	<b>282,4</b>

**Observation et interprétation :** D'après les résultats du tableau ci-dessus, on remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle pour la période 1981 –2013. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes durant les mois de printemps et relativement maximales en hiver.

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

**Tableau III.7:** Caractéristiques de la série pluviométrique.

moyenne	<b>282.4</b>
Ecart type	64.5
cv	0.229
pmin	111
pmax	379

### III.3.3. Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique (test de Wilcoxon) :

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

➤ **Principe de la vérification selon 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.

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

Telle que :

- $W_x$  : Somme des rangs de sous-séries x dans la série x unions y par ordre croissant.

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

Dont :  $N_1$  : taille de la sous-série X

$N_2$  : taille de la sous-série Y

$$W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min}] \quad (\text{III-2})$$

➤ **Application de test de wilcoxon sur notre série :**

- 1- On attribuer le rang pour chaque années d'observation (de 1 jusqu'à 33)
- 2- On deviser notre série on deux sous séries dont :
  - La sous série X : de 1981 jusqu'à 2002 avec  $N_1=22$
  - La sous série Y : de 2002 jusqu'à 2013 avec  $N_2=11$
- 3- 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 pour obtenir la série X unions Y.

Les résultats du test de Wilcoxon sont détaillés comme suit :

**Tableau III. 8:** Test d'homogénéité de la série pluviométrique de SEDRATA.

Rang	Série d'origine	Série Y(mm)	Série X(mm)	TRI(mm)	Xunion Y
1	379,8	337,9	379,8	111,3	X
2	360,8	360,8	360,8	168,8	X
3	337,9	315,3	337,9	178,9	X
4	274,9	270	274,9	184,8	X
5	224,6	297,5	224,6	211,6	X
6	300,5	357,5	300,5	224,6	Y
7	270	224,6	270	227,4	X
8	294,3	345,8	294,3	228,2	Y
9	325,8	274,9	325,8	231,4	X



10	315,3	228,2	315,3	264	X
11	227,4	294,3	227,4	268,3	X
12	337,5		337,5	268,9	X
13	294,3		294,3	270	Y
14	268,3		268,3	274,9	Y
15	364,8		364,8	284,3	X
16	111,3		111,3	289,3	X
17	289,3		289,3	291,3	Y
18	184,8		184,8	294,3	Y
19	307,2		307,2	297,5	Y
20	168,8		168,8	300,5	X
21	178,9		178,9	307,2	X
22	227,4		227,4	315,3	Y
23	337,9			325,3	X
24	360,8			327,9	X
25	315,3			331,8	X
26	270			337,5	X
27	297,5			337,9	Y
28	357,5			345,8	Y
29	224,6			357,5	Y
30	345,8			358,8	X
31	274,9			360,8	Y
32	228,2			364,8	X
33	294,3			379,8	X

- $W_x$  : Somme des rangs de sous-séries x dans la série x unions y par ordre croissant.

Alors :

$$W_x = 1+2+3+4+5+7+9+10+11+12+15+16+20+21+23+24+25+26+30+32+33=329$$

Donc :

$$W_x=329$$

- Nous avons :  $N_1=22$  et  $N_2=11$  dont :

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

$$= \left( \frac{(22 + 11 + 1)22 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{22 \cdot 11(22 + 11 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}} = 322.17$$

$$\text{Donc : } W_{\min} = 322$$

$$\text{Et : } W_{\max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{\min}] = [(22 + 11 + 1)22 - 322.17] = 428.829$$

$$\text{Donc : } W_{\max} = 426$$

Finalemment :  $322.17 < W_x < 428$

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

### III.3.4. Ajustement statistiques 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 log-normale.**

#### III .3.4.1. Ajustement des pluies annuelle par la loi de Gauss (loi Normale):

- Soit X est un variable aléatoire
- On dit que le variable  $x$  appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition  $F(x)$  est de la forme :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement}) \quad (\text{V-3})$$

Telle que :  $u$  Est la variable réduite de Gauss .Elle est définie par  $u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$  (V-4)

Dont :  $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique

$\sigma$  : Écart type    dont :  $\sigma^2$  c'est la variance

❖ **Le procédé d'ajustement** : consiste à :

- 1-Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- 2-Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées (rang m )

3-Calculer la fréquence expérimentale telle que pour la loi de Gauss ou normale on utilise la formule de Hazen :  $f = \frac{m-0.5}{n} 100$  avec ( m : le rang et n : taille de la série) (V-5)

4-Variable réduite de gauss  $u$

5-Calcul des caractéristiques empiriques de loi normale :

$\bar{x}$ ,  $\sigma$  ;  $Cv$  (Coefficient de variation) ;  $Cs$  (Coefficient d'asymétrie)

6-Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien dont :

$$\blacktriangleright \text{L'équation de la droite de Henry est : } x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%} \quad (\text{V-6})$$

Avec :  $x_{p\%}$  : Précipitation de probabilité P% ;

Telle que :

$$\checkmark \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i \quad (\text{avec } n : \text{la taille de la série}) \quad (\text{V-7})$$

$$\checkmark \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{pour } n \geq 30 \quad (\text{V-8}) \quad \text{alors } \sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (\text{V-9})$$

$$\checkmark Cv = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (\text{V-10})$$

$$\checkmark Cs = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3} \quad \text{pour : } n \geq 30 \quad (\text{V-11})$$

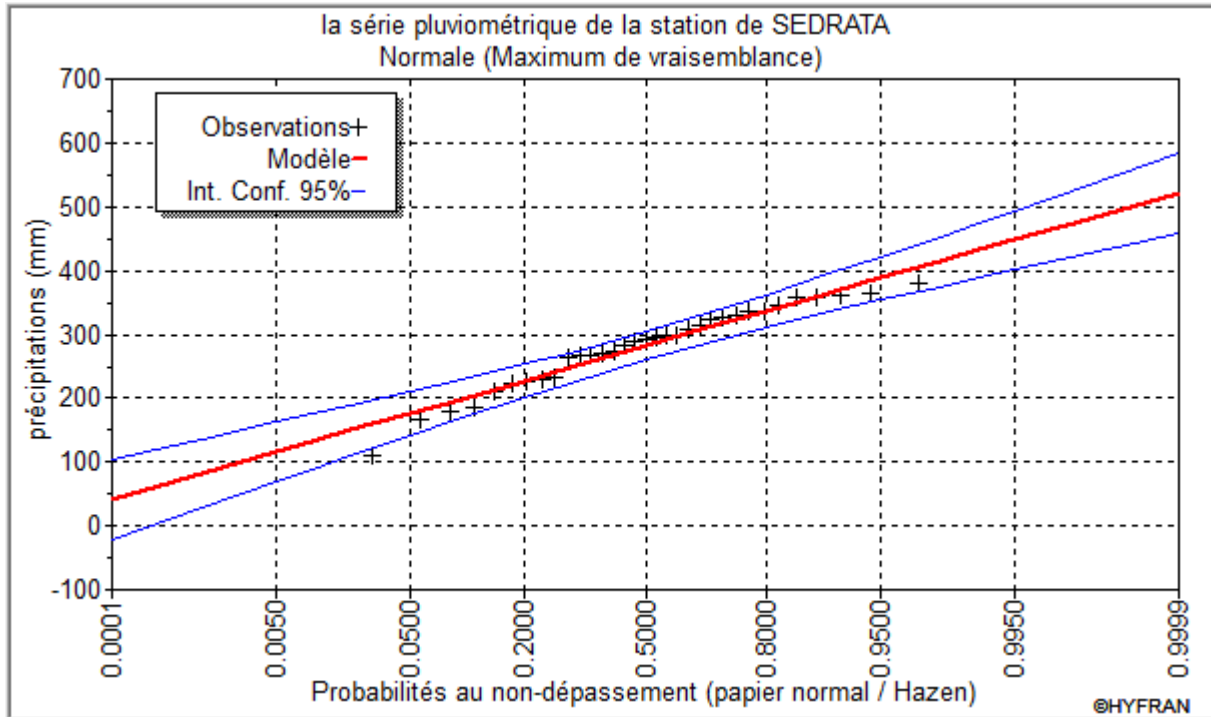


Figure III.2. Ajustement des pluies annuelles à la loi normal

III .3.4.2.Ajustement des pluies annuelle par la loi de Galton (loi log- Normale):

- Soit X est un variable aléatoire
- On dit que la Variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque :  $Y=LnX$  est normal. La loi de Dalton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

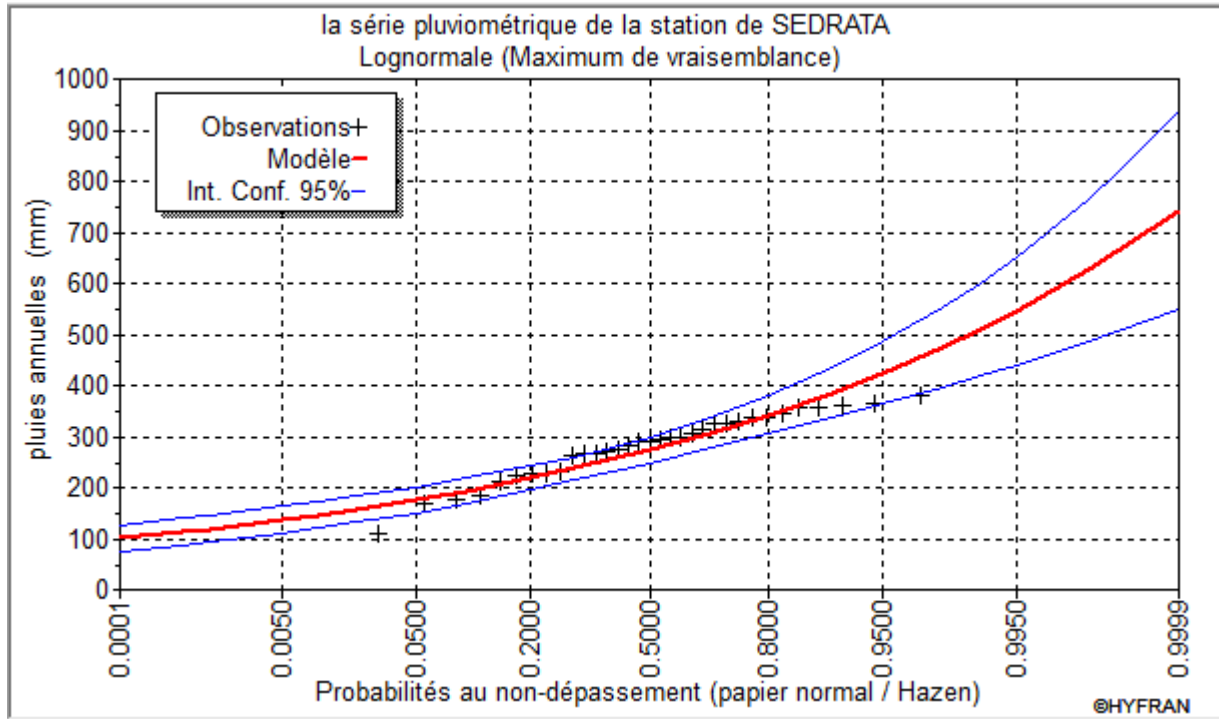
$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement}) \quad (V-12)$$

Avec la valeur réduite  $u$  est donnée par :  $u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$  . (V-13)

Dont :  $\bar{x}$  : Moyenne arithmétique

$\sigma$  : Écart type

- L'équation de la variable réduite  $u$  présente sous forme de :  $\ln x = \overline{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$  (V-14) est l'équation d'une droite sur un papier Gausso-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.



**Figure III.3.** Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal

**III.3.4.3. Test de validité d’une Ajustement statistiques:**

Après ajustement des données par la loi, Il convient de comparer l’adéquation de cette loi afin d’adopter le meilleur ajustement. Dans notre cas, nous avons a utilisé le teste de Khi carrée ( $\chi^2$ ).

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

$$\chi^2_{calculé} < \chi^2_{théorique}$$

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel **HYFRAN**.

Loi normale	Loi log normale
$\chi^2_{calculé} = 6.03$	$\chi^2_{calculé} = 9.42$
Degré de liberté $\gamma = 5$ .	Degré de liberté $\gamma = 5$ .

- Après examen des ajustements obtenus, il ressort que la **loi normale** ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de SEDRATA car  $\chi^2_{calculé} = 6.03$  pour la mémé degré de liberté  $\gamma = 5$ .

**III.3.4.4. Détermination de l'année de calcul :**

Puisque la loi normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle (fréquence 80%) représentative de la région.

**Tableau III. 9:** Ajustement à la loi de Gauss.

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
	Fréquence	Quantile	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)	
5	0.20	228	13.1	202	253
2	0.50	282	11.2	260	304
1.25	0.80	336	13.1	310	362

- La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80%.
- $P_{moy\ 80\%}$  de chaque mois =  $P_{moy}$  de chaque mois  $\times \frac{P\ théorique\ (80\%)\ annuelle}{P\ théorique\ (50\%)\ annuelle}$

Donc :

- $P_{théorique\ de\ 50\%} = 282\text{mm}$ , et  $P_{théorique\ de\ 80\%} = 228\text{mm}$ ;
- $P_{moy\ 80\%} = 0.808 \times P_{moy\ mensuelle}$ .

**Tableau III. 10:** Calcule des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq=80%)

Mois	Jan	Fév	Mars	avri	Mai	Juin	juil.	Aou	sept	Oct	nov	déc.
Pmoy (mm/mois)	28.3	20.7	23	32.6	30.3	15.3	4.9	12.1	38.1	32.8	23.3	21.5
(mm/mois) <sub>80%</sub>	22.86	16.72	18.58	26.34	24.48	12.36	3.95	9.77	30.78	26.5	18.82	17.37

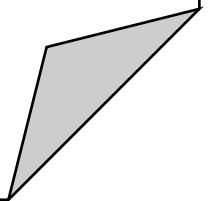
**Conclusion**

Concernant l'analyse des ressources en eau de barrage d'Oeud el charef nous avons déduit que notre eau appartient à la classe C2-S1 avec une alcalinité faible et une salinité moyenne.

L'étude hydrologique montre que la série pluviométrique et un série homogène et l'ajustement de la série fait par des lois le plus précise et donne des résultats plus exactes.

# Chapitre IV

*Etude des besoins en eau des cultures*



## ***Introduction***

Pour satisfaire les besoins en eau des cultures, il convient de les mettre dans des conditions hydriques optimales afin d'atteindre les objectifs de hauts rendements. Ces conditions peuvent être déterminées grâce à une bonne connaissance des besoins en eau de la culture (Evapotranspiration), des stocks d'eau dans le sol et des apports d'eau extérieurs (pluie, irrigation) au cours des divers stades de croissance de ces cultures.

Dans ce chapitre, nous allons analyser tous ces paramètres de la manière la mieux adaptée à la zone d'étude, afin de mieux estimer les besoins nets en eau d'irrigation.

### ***IV.1. Besoins en eau des cultures :***

Selon Doorenbos et Pruitt (1976) : « Le besoin en eau d'une culture est la quantité d'eau 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 ».

La détermination des besoins en eau d'une culture nécessite une bonne connaissance des plantes et aussi les données climatique et pédologique de la région pour pouvoir estimer la réserve en eau utile du sol 'RU' et la réserve facilement utilisable par la plante 'RFU'.

#### **IV.1.1. Calcul de l'évapotranspiration :**

L'évapotranspiration est un phénomène complexe intégrant à la fois l'évaporation de l'eau du sol (phénomène physique) et la transpiration de la couverture végétale (phénomène physiologique). Sous le nom l'évapotranspiration, englobe la totalité de la consommation d'eau d'une plante mise en place, pour éviter le stress hydrique.

On distingue l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ ), l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

##### **IV.1.1 .1-L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou $ET_0$ )**

C'est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras couvrant totalement le sol (tondu à 10 cm), bien alimenté en eau en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment.



### IV.1.1. 2.L'évapotranspiration maximale (ETM)

Elle représente la quantité d'eau maximale susceptible d'être perdue lorsque la plante est mise en bonnes conditions d'alimentation hydrique et pour un sol proche de la capacité au champ.

$$ETM = K_c \times ET_0 \dots\dots(a)$$

**Avec :**  $K_c$  : il Représente le coefficient cultural, il dépend du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent

### IV.1.1. 3.L'évapotranspiration réelle (ETR)

Elle correspond à l'évapotranspiration qui se produit dans les conditions réelles de teneur en eau du sol.

### IV.1.1. 4.Eléments climatiques intervenants dans le processus d'évapotranspiration :

Se sont des données météorologiques de base qui existent et disponibles, moyennées ou cumulées, à différentes échelles de temps (l'heure, le jour, la décade, le mois, la saison ou l'année).

Cinq variables météorologiques sont principalement utilisées:

- Il s'agit de la température de l'air (mesurée sous abri à 2 mètres au-dessus du sol).
- La pression partielle de vapeur d'eau dans l'air (mesurée sous abri à la même hauteur).
- De la vitesse du vent (mesurée à 10 mètres au-dessus du sol).
- Du rayonnement solaire global (ou de la durée d'insolation journalière)
- De la pluviométrie.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence :

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

## Méthodes empiriques

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

- Formule de Thornthwaite (1948).
- Formule de Penman.
- Formule de Blaney- Criddle (1959).
- Formule de Turc (1960).
- Formule de Bouchet (1960)
- Penman et Monteith modifiée

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures a été effectué à l'aide du logiciel *CROPWAT* version 8, qui permet l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode *Penman et Monteith* modifiée.

**Tableau.IV.1** : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Vent m/s	Sun heures	Rad MJ/m <sup>2</sup> /jour	ET <sub>0</sub> mm/mois	Eto mm/jour
Janvier	3.3	11.7	73	3,6	6.6	9,6	37,25	1,24
Février	3.6	12.5	68	3,7	7.9	12,5	47,06	1,57
Mars	5.5	15.7	60	3,6	10.1	16,9	75,49	2,52
Avril	7.2	18.2	59	3,5	10.4	20,1	95,8	3,19
Mai	11.4	24.1	60	3,3	11.7	24,1	135,47	4,52
Juin	15.4	29.5	59	3	12	24,7	165,71	5,52
Juillet	18.3	33.3	55	3,2	14.7	26,8	208,75	6,96
Aout	18.8	33.4	59	3	12.7	24	187,84	6,26
September	16	28.3	57	2,8	10.1	18,6	126,71	4,22
October	12.6	23.7	60	3,3	9.2	14,9	94,47	3,15
November	7.8	17.3	67	3,6	7.6	10,6	56,43	1,88
December	4.5	12.8	74	3,9	6.9	8,8	39,09	1,30

## Observation :

D'après l'analyse du tableau ci-dessus nous indique que les valeurs d'ET<sub>0</sub> sont variées d'un Mois à un autre durant la période de 1981–2013. Elle nous montre que la valeur mensuelle maximale de l'évaporation est enregistrée au mois de **Juillet** avec **208,75 mm** et la valeur mensuelle minimale est enregistrée au mois de **Janvier** avec **37,25 mm**

**IV.1.2. Pluie efficace (P<sub>eff</sub>) :**

Les précipitations ne profitent pas totalement à la zone racinaire. Il faut tenir compte des éléments suivants :

- Les très fortes pluies à caractère orageux peuvent conduire à un ruissellement important. La fraction ruisselée dépend de la durée et de l'intensité de la précipitation, de la topographie, de la couverture végétale, de la conductivité hydraulique du sol, de l'état d'humidité initial etc.
- Les pluies trop faibles (inférieures à 5 ou 10 mm) ne contribuent guère à réapprovisionner la réserve en eau du sol, car elles ne pénètrent que très peu.
- Les pluies de longue durée peuvent amener le sol à une humidité supérieure à la capacité de rétention si bien qu'une partie est perdue par percolation en dessous de la zone racinaire.

Plusieurs méthodes permettent de calculer ces pluies efficaces, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$P_{\text{eff}} = P_{P\%} \times 0.8$$

**Avec :**

- P<sub>eff</sub> : pluie mensuelle efficace en (mm/mois).
- P<sub>P%</sub> : pluie mensuelle de probabilité 80% en (mm/mois).

**Tableau.IV.2** : Calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm

Mois	Jan	fév	Mars	avril	mai	Juin	juil.	aout	sept	Oct	nov	déc.
P <sub>sec80%</sub>	22.86	16.72	18.58	26.34	24.48	12.36	3.95	9.77	30.78	26.5	18.82	17.37
P <sub>eff</sub>	18.29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89

**IV.1.3. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :**

Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule suivante :

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU) \dots\dots(b)$$

Tell que :

- B : besoin en eau d'irrigation (mm).
- $P_{eff}$  : est la pluie efficace.
- E.T.M : évapotranspiration (mm /mois).

Tell que :  $ETM = K_c * ET_0$

Avec :

- $ET_0$  : l'évapotranspiration de référence.
  - $K_c$  : coefficient cultural.
- RFU : Réserve facilement utilisable qui représente

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

Avec :

- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ ;
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement ;
- Y : degré de tarissement  $Y = 2/3$  ;
- $D_a$  : densité apparente ;
- Z : profondeur d'enracinement mm ;

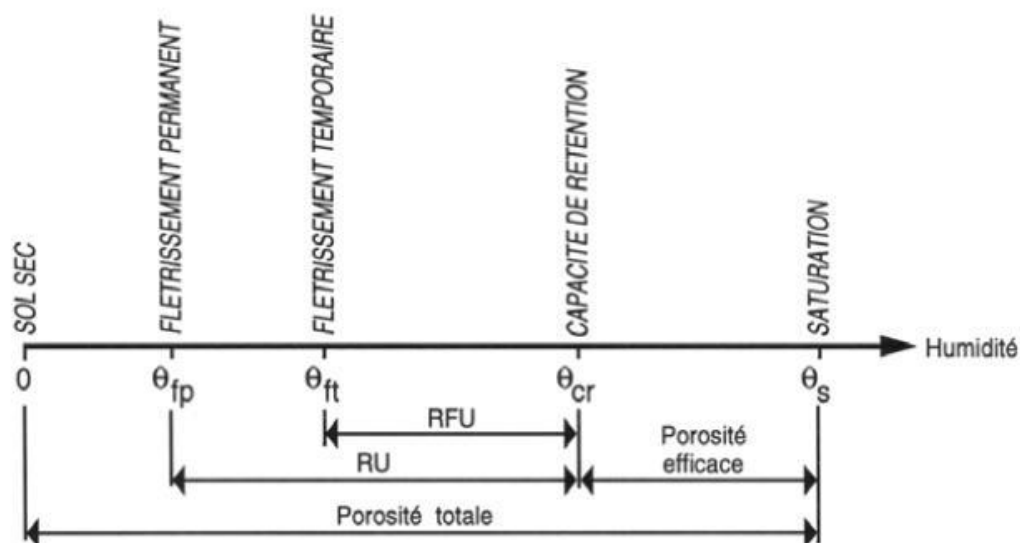


Figure.IV.1 : Diagramme de réserve d'eau dans le sol à partir de L'humidité de sol

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)

Figure.IV.2 : Caractéristique hydrique de quelque sol

**Observation :**

- Dans notre zone la texture est variée entre limon-argileuse et sable –limoneuse donc on prend la valeur de **(HCC-HPF) = 16 %**
- Et d'après les analyses des profils la densité apparente de notre sol est

**Da = 1.60 g/cm**

Tableau.IV.3 : Coefficients culturaux avec le calendrier de chaque culture

Culture	Septembre	octobre	Novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	Juin	juillet	aout
Ble	0.00	0.00	0,4	0,65	0,9	1	1,05	0.85	0,6	0.35	0.00	0.00
Haricote	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.68	1.16	1.06	0.00	0.00
Sorgho	0.00	0.00	0.4	0.5	0.7	0.8	0.95	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00
Courgete	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5	0.75	0.85
Petit pois	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,95	1,2	1,4	1,4	1,5
Vesce avoine	0.00	0,6	0.9	1.00	0.95	0.8	0.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orge en vert	0.00	0,75	0,85	1.05	0.9	0.75	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Olivie	0.95	0.95	0.95	0.89	0.81	0.73	0.5	0.5	0.5	0.59	0.74	0.89

Source : livre (Réponse des rendements à l'eau)

IV.1.4. Détermination des besoins bruts :

- **Tableau.IV.4** : Besoins d'irrigation du Blé

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
<b>ETO (mm/j)</b>	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
<b>Kc</b>	0,9	1	1,05	0,85	0,6	0,35	0	0	0	0	0,4	0,65
<b>ETM (mm/j)</b>	1,12	1,57	2,65	2,71	2,71	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,85
<b>Peff (mm/mois)</b>	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
<b>Z (m)</b>	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0,3
<b>RFU<sub>the</sub> (mm/mois)</b>	27.40	27.40	32.88	65.76	65.76	0	0	0	0	0	21.92	24.91
<b>RFU<sub>reelle</sub> (mm/mois)</b>	27.40	27.40	32.88	32.88	32.88	0	0	0	0	0	10.96	24.91
<b>B (mm/mois)</b>	0	19.57	65.06	91.12	40.26	0	0	0	0	0	10.31	0

**Tableau.IV.5** : Besoins d'irrigation de Haricote

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
<b>ETO (mm/j)</b>	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
<b>Kc</b>	0	0	0,35	0,68	1,16	1,06	0	0	0	0	0	0
<b>ETM (mm/j)</b>	0,00	0,00	0,88	2,17	5,24	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Peff (mm/mois)</b>	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
<b>Z (m)</b>	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0	0
<b>RFU<sub>the</sub> (mm/mois)</b>	0	0	0	0	0	77.5	77.5	77.5	108.5	108.5	0	0
<b>RFU<sub>reelle</sub> (mm/mois)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54.25	0	0
<b>B (mm/mois)</b>	0	0	9	46.68	138.75	167.61	0	0	0	0	0	0

Tableau.IV.6 : Besoins d'irrigation de sorgho

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0	0	0	0	0,8	1	1,15	0,75	0	0	0	0
ETM (mm/j)	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62	5,52	8,00	4,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	0	0	500	750	950	1000	1000	0	0	0	0	0
RFU T	0	0	77,5	116,25	147,25	155	155	0	0	0	0	0
RFU R	0	0	77,5	58,12	73,62	0	0	0	0	0	0	0
B (mm/mois)	0	0	0	0	16,41	157,71	235,62	133,87	0	0	0	0

Tableau.IV.7 : Besoins d'irrigation de courgette

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0	0	0	0	0	0,5	0,75	0,85	0,85	0	0	0
ETM (mm/j)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	5,22	5,32	3,59	0,00	0,00	0,00
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	0	0	0	0	0	0,4	0,45	0,5	0,6	0	0	0
RFU <sub>the</sub> (mm/mois)	0	0	0	0	0	62	69.75	77.5	93	0	0	0
RFU <sub>reelle</sub> (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B (mm/mois)	0	0	0	0	0	74.61	152.1	152.62	91.23	0	0	0



Tableau.IV.8 : Besoins d'irrigation de petit pois

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0	0	0	0	0	0	0	0,95	1,2	1,4	1,4	1,5
ETM (mm/j)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,95	5,06	4,41	2,63	1,95
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
RFU <sub>the</sub> (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	46.5	62	77.5	93	93
RFU <sub>reelle</sub> (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.75	46.5	93
B (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	171.52	135.33	117.8	18	0

Tableau.IV.9 : Besoins d'irrigation du Vesce avoine

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0,95	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0,6	0,9	1
ETM (mm/j)	1,18	1,26	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	1,69	1,30
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,4
RFU <sub>the</sub> (mm/mois)	77.5	93	93	0	0	0	0	0	0	46.5	46.5	62
RFU <sub>reelle</sub> (mm/mois)	77.5	93	93	0	0	0	0	0	0	23.25	23.25	62
B (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.28	13.05	0

Tableau.IV.10 : Besoins d'irrigation de l'Orge en vert

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0,9	0,75	0,6	0	0	0	0	0	0	0,75	0,85	1,05
ETM (mm/j)	1,12	1,18	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	1,60	1,37
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,4
RFU <sub>the</sub> (mm/mois)	77.5	93	93	0	0	0	0	0	0	46.5	46.5	62
RFU <sub>reelle</sub> (mm/mois)	77.5	93	93	0	0	0	0	0	0	23.25	23.25	62
B (mm/mois)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.38	10.35	0

Tableau.IV.11 : Besoins d'irrigation de l'Olivier

Mois	Janv	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Octobre	Nov	Décembre
ETO (mm/j)	1,24	1,57	2,52	3,19	4,52	5,52	6,96	6,26	4,22	3,15	1,88	1,3
Kc	0,81	0,73	0,5	0,5	0,5	0,59	0,74	0,89	0,95	0,95	0,95	0,89
ETM (mm/j)	1,00	1,15	1,26	1,60	2,26	3,26	5,15	5,57	4,01	2,99	1,79	1,16
Peff (mm/mois)	18,29	13.37	14.86	21.07	19.58	9.88	3.16	7.82	24.62	21.2	15.05	13.89
Z (m)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
RFU <sub>the</sub> (mm/mois)	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186
RFU <sub>reelle</sub> (mm/mois)	186	186	186	62	62	0	0	0	0	62	62	186
B (mm/mois)	0	0	0	0	0	27.92	150	160.12	103.83	75.28	0	0

Tableau.IV.12 : Besoins d'irrigation totaux des cultures

Culture	Besoins mensuel (mm)												Totale
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Blé	0	19.57	65.06	91.12	40.26	0	0	0	0	0	10.31	0	226.32
Haricote	0	0	9	46.68	138.75	167.61	0	0	0	0	0	0	353.04
Sorgho	0	0	0	0	16.41	157.71	235.62	133.87	0	0	0	0	543.61
Courgette	0	0	0	0	0	74.61	152.1	152.62	91.23	0	0	0	470.56
Petite pois	0	0	0	0	0	0	0	171.52	135.33	117.8	18	0	442.65
Vesce avoine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.28	13.05	0	55.33
Orge en vert										56.38	10.35		66.73
Olivier	0	0	0	0	0	27.92	150	160.12	103.83	75.28	0	0	517.15
Totale	0	19.57	74.06	137.8	195.42	431.36	537.72	618.13	330.39	291.74	51.71	0	2675.39

#### IV.1.5. Détermination des besoins bruts :

##### a. Calcul du débit spécifique continu du mois de pointe (Aout) :

Pour le dimensionnement du réseau de distribution, le débit fictif continu que doit assurer le réseau est de :

$$q = \frac{B_{net} * 10^3}{3600 * E * D * J} \quad \longrightarrow \quad q = \frac{618.13 * 10^4}{3600 * 0.75 * 24 * 31} = 3.07 \text{ l/s/ha}$$

\*  $q$  : le débit fictif continu du réseau de distribution.

\*  $B_{net}$  : les besoins en eau des cultures du mois de pointe, c'est le déficit agricole du mois d'Aout exprimé en m<sup>3</sup>.

\*  $E$  : l'efficacité moyenne d'irrigation (75%).

\*  $D$  : nombre d'heures de fonctionnement par jour (le réseau fonctionne 24h/24 en période de pointe).

\*  $J$  : nombre de jours de fonctionnement par mois (le réseau fonctionne en continu pendant la période critique)

$qs=3.07\text{/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$ , donc Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important :

Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- ✓ Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- ✓ Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante
- ✓ Prendre en considération la moyen des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;
- Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante qui est : la sorgho avec un besoin de 235.62mm/mois.

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

$$q = \frac{B_{net} * 10^3}{3600 * E * D * J} \quad \longrightarrow \quad q = \frac{235.62 * 10^4}{3600 * 0.75 * 24 * 31} = 1.173 \text{ l/s/ha}$$

#### IV.1.6. Evaluation du débit caractéristique :

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 :

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

$q_s$ : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)  $q_s = 1.173$  (l/s/ha)

S : la superficie nette à irriguer = 400 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.173 * 400 = 469.2 \text{ l/s} \quad \text{donc : } Q_{car} = 469.2 \text{ l/s}$$

#### IV.1.7. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation 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 = le besoin de la culture (m<sup>3</sup>) \* la surface de la culture.**

**Tableau IV-13** -Le volume des besoins en eau pour notre périmètre.

Culture	Surface	Besoins nets	Besoins nets	Efficience	Besoins bruts	Besoin en eau totaux
	(ha)	(mm)	(m <sup>3</sup> /ha)		(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> )
<b>Blé</b>	60	226,32	2263,2	0,75	3017,60	181056,00
<b>haricotte</b>	50	353,04	3530,4	0,75	4707,20	235360,00
<b>Sorgho</b>	30	543,61	5436,1	0,75	7248,13	217444,00
<b>courgette</b>	60	470,56	4705,6	0,75	6274,13	376448,00
<b>Petit pois</b>	40	442,65	4426,5	0,75	5902,00	236080,00
<b>vesce</b>	50	55,33	553,3	0,75	737,73	36886,67
<b>orge en vert</b>	70	66,73	667,3	0,75	889,73	62281,33
<b>olivier</b>	40	517,15	5171,5	0,75	6895,33	275813,33
<b>Total</b>	400,00	2477,03	24770,30	0,00	33027,07	1621369,33

Nous avons remarqué que pendant toute la période de croissance des cultures, la demande pour nos cultures environnantes est d'environ 1.62 Hm<sup>3</sup>. Et comme le barrage d'alimentation est de capacité de 157 Hm<sup>3</sup> ce qui explique qu'on peut extraire ce volume à partir du barrage d'Oued Charef .

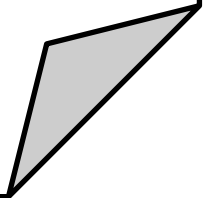
**Conclusion :**

- Dans ce chapitre, nous avons exposé les besoins en eau de notre périmètre pour le but d'assurer une bonne gestion et répartition de l'eau à travers l'ensemble du périmètre. Le choix des cultures s'est fait sur une base tenant compte de plusieurs facteurs : pédologiques et climatologiques.
- Le calcul de débit spécifique pour le but de dimensionner la conduite d'irrigation
- Nous avons calculé les besoins en eau totaux du périmètre et déduit que la capacité de la retenue (Barrage d'Oued El Charef ) suffit largement pour irriguer notre périmètre .



# Chapitre V

*Dimensionnement du réseau d'adduction  
et de distribution*





### Introduction

L'une des premières exigences pour une gestion raisonnable et efficace d'un système d'irrigation est d'avoir une organisation adéquate de la conception à la gestion (y compris l'exploitation et la maintenance).

L'étude du système de distribution est basée sur le choix du tracé du réseau et l'emplacement des bornes pour assurer la bonne répartition du débit écoulé vers les parcelles, ainsi que le choix du diamètre des conduites avec la vérification des vitesses d'écoulement et les pressions sur les bornes.

#### V.1. Alimentation en eau du périmètre :

Le périmètre de Bir Bouhouch dont la superficie est de 400 Ha, sera irrigué à partir du barrage de Oued El Charef qui a une capacité initiale de 157 Hm<sup>3</sup>.

#### V.2. Dimensionnement de la réservoir :

L'emplacement d'un réservoir 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 réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

On sait que :

$$V=Q_{\text{car}}\times T \dots\dots(a)$$

Avec:

V : volume du réservoir.

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

T : Temps de remplissage de la bache : 2 H

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

Surface totale = 400 ha

Q caractéristique = **469.21 l/s**

Donc :

$$V = 469.21 * 10^{-3} * 2 * 3600 = 3378.31 \text{ m}^3$$

On peut prendre  $V = 3500 \text{ m}^3$

$$V = S * H$$

H : La hauteur de réservoir : 5m

S : section de réservoir :  $S = 3500/5 = 700 \text{ m}^2$

$$D = \sqrt{\frac{700 * 4}{\pi}} = 29.85 \text{ m}$$

### V.3. Organisation et structure du périmètre :

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre d'irrigation.

Le périmètre de Bir Bouhouch est situé à l'aval de barrage de Oued El Charef, il englobe 62 îlots, la surface totale est de 400 ha.

### V.4. Réseau de distribution :

#### V.4.1. Les îlots d'irrigation :

##### V.4.1.1. Définition :

L'îlot d'irrigation décrit l'unité hydro-agricole alimentée par des bornes d'irrigation (une ou plusieurs sa dépend de la surface des parcelles et des îlots), ces dernières doivent être constituées d'une ou plusieurs prises d'irrigation (1 à 4).

Chaque borne aura pour rôle :

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

##### V.4.1.2. Découpage du périmètre en îlots d'irrigation :

Le périmètre de Bir bouhouch contient 2 sous-secteurs. Dans notre étude nous avons travaillé sur le 2ème sous-secteur qui a une superficie de **400 Ha**.

Le nombre de parcelle total est de **62** Parcelles.

##### V.4.1.3. Tracé du réseau d'irrigation :

Une fois établi le plan de bornage il s'agit de relier le plus économiquement possible les Différentes bornes.

Le tracé défini a pour objectif de suivre quasi -systématiquement les limites séparant les parcelles d'exploitation sans pour autant gêner les travaux culturaux à l'intérieur, La méthode mise en œuvre pour la réalisation du tracé, comprend trois phases successives :

- **1ère phase : Trace par proximité :**

Nous recherchons tout d'abord le tracé de longueur minimum ayant pour sommets les seules bornes du réseau, On utilise à cette fin une adaptation d'une simple loi de proximité (Algorithme de Sollin) qui permet de passer d'un sous réseau de "n- 1" borne à un réseau de " n " bornes par adjonction extérieure au sous réseau initial.

- **2eme phase : Tracé à 120° :**

Le "tracé à 120 degrés" améliore le tracé précédent en créant de nouveaux sommets du tracé, distincts des bornes.

- **3eme phase : Tracé économique :**

Il s'agit, après détermination des diamètres des canalisations, de corriger le tracé du réseau car nous avons intérêt à raccourcir la longueur des conduites de diamètre important, quitte à augmenter la longueur de celles de petit diamètre.

Pour notre périmètre, le choix du tracé est basé sur les critères suivants :

- Choisir le plus court et le plus économique des tracés,
- Le tracé suit les limites des parcelles set les pistes d'exploitation.

#### **V.4.2. Calcul de débits aux bornes :**

Avec :

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

-  $q$  = débit fictif continu (l/s/ha)                       $q=1.17$  l/s/ha

-  $S$  = Superficie (Ha)

##### **V.4.2.1. Choix du type de borne :**

Le choix de la borne dépend de la surface :

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

##### **V.4.2.2. Choix de diamètre de la borne :**

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

**Tableau.V.1** : Choix du diamètre de la borne.

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

Source : ONID Alger



**Figure.V.1** : borne d'irrigation.

Tableau.V.2 : Caractéristiques des bornes d'irrigation de première

N° Borne	N° ilots	SAU	Débit calculé		Débit d'équipement installé	Type de la prise d'eau	nbre des prises d'eau	Débit des bornes	Type de la borne
			Ha	l/s					
B1,1	45	7,25	8,48	30,54	35	DN100	3	110	152/100
	46	9,69	11,34	40,81	45	DN100			
	54	6,96	8,14	29,32	30	DN100			
B1,2	44	8,20	9,59	34,54	35	DN100	2	55	102/100
	53	4,20	4,91	17,69	20	DN65			
B1,3	43	6,83	7,99	28,77	30	DN65	2	65	102/100
	52	8,03	9,40	33,82	35	DN100			
B1,4	42	4,47	5,23	18,83	20	DN65	2	45	102/65
	51	5,40	6,32	22,74	25	DN65			
B1,5	36	5,36	6,27	22,58	25	DN65	2	40	102/65
	37	3,14	3,67	13,23	15	DN65			
B,1,2,1	55	7,32	8,56	30,83	35	DN100	2	60	102/100
	56	5,13	6,00	21,61	25	DN65			
B,1,3,1	61	4,35	5,09	18,32	20	DN65	2	45	102/65
	62	4,90	5,73	20,64	25	DN65			
B,1,4,1	60	8,39	9,82	35,34	40	DN100	2	85	152/100
	50	9,71	11,36	40,90	45	DN100			
B,1,5 bis	35	9,12	10,67	38,41	40	DN100	2	90	152/100
	41	11,57	13,54	48,73	50	DN100			

P2--B2									
B2,1	29	6,21	7,27	26,16	30	DN65	2	70	102/100
	30	8,35	9,77	35,17	40	DN100			
B2,2	22	5,27	6,17	22,20	25	DN65	3	75	104/65
	23	4,71	5,51	19,84	20	DN65			
	28	6,71	7,85	28,26	30	DN65			
B2,2 bis	20	7,45	8,72	31,38	35	DN100	2	70	102/100
	27	7,90	9,24	33,27	35	DN100			
B2,3	15	5,10	5,97	21,48	25	DN65	3	65	104/65
	16	4,65	5,44	19,59	20	DN65			
	21	3,65	4,27	15,37	20	DN65			
B2,4	8	7,10	8,31	29,91	30	DN100	3	85	152/100
	11	6,69	7,83	28,18	30	DN65			
	14	5,81	6,80	24,47	25	DN65			
B2,5	12	6,05	7,08	25,48	30	DN65	2	50	102/65
	13	3,99	4,67	16,81	20	DN65			
B2,6	10	7,06	8,26	29,74	30	DN100	3	75	152/100
	18	3,33	3,90	14,03	15	DN65			
	19	6,83	7,99	28,77	30	DN65			
B2,5 bis	9	5,37	6,28	22,62	25	DN65	1	25	82/65
B2,7	5	7,12	8,33	29,99	30	DN100	1	30	102/100
B2,8	3	9,56	11,19	40,27	45	DN100	2	75	102/100
	4	6,79	7,94	28,60	30	DN65			
B2,9	1	4,41	5,16	18,57	20	DN65	2	50	102/65
	2	6,70	7,84	28,22	30	DN65			
B2,10	33	8,32	9,73	35,04	40	DN100	3	130	152/100
	34	10,36	12,12	43,64	45	DN100			
	40	10,06	11,77	42,37	45	DN100			
B2,11	38	6,43	7,52	27,08	30	DN65	3	80	104/65

	39	4,76	5,57	20,05	25	DN65			
	47	5,65	6,61	23,80	25	DN65			
B2,12	26	5,91	6,91	24,89	25	DN65	3	85	152/100
	31	9,02	10,55	37,99	40	DN100			
	32	3,82	4,47	16,09	20	DN65			
B2,13	49	10,06	11,77	42,37	45	DN100	2	85	152/100
	59	8,98	10,51	37,82	40	DN100			
B2,14	48	9,01	10,54	37,95	40	DN100	3	105	152/100
	57	8,36	9,78	35,21	40	DN100			
	58	5,37	6,28	22,62	25	DN65			
B3,1	24	4,20	4,91	17,69	20	DN65	2	50	102/65
	25	6,31	7,38	26,58	30	DN65			
B3,2	8	5,34	6,25	22,49	25	DN65	2	50	102/65
	17	5,00	5,85	21,06	25	DN65			
B3,3	6	9,16	10,72	38,58	40	DN100	2	55	102/100
	7	2,99	3,50	12,59	15	DN65			

**V.4.3. Calcul de diamètre des conduites :**

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 :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} \times 1000 \dots\dots(c)$$

Avec :

- Q : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s ;
- D : diamètre exprimé en mm.
- V : vitesse qui donne le diamètre économique est de 1.2 m/s.

**V.4.3.2. Matériaux de construction des canalisations :****V.4.3.2.1. Choix du matériau des conduites :**

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique, Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

**V.4.3.2.2. Avantages des canalisations en PEHD :**

- ✓ Ils supportent des pressions élevées.
- ✓ Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain).
- ✓ Ils offrent une bonne flexibilité.
- ✓ Disponible sur le marché.

Leur inconvénient est :

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

**V.4.3.2.3. Avantages des canalisations en Font :**

Présentent plusieurs avantages :

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



Leur inconvénient est :

- ✓ Coût relativement important.



Figure.V.2 : conduite en PEHD



Figure .V.3.conduite en Font

**V.4.4. Calcul des pertes de charge :**

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

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

Avec :

- hPu: Pertes de charge unitaire en mm/ml
- Q : Débit en m3/s
- D : Diamètre de la conduite considérée
- L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations
- C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière :

$$J = \frac{L \times Q^M}{D^N} \dots\dots\dots(e)$$

**Tableau.V.3** : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

<b>K (mm)</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>
0.1	1.15	1.89	5.01
0.5	1.4	1.96	5.19
1	1.6	1.975	5.25

Source : ONID Alger

- Pour une conduite en PEHD et fonte on a les caractéristiques suivantes :

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

Nous avons estimé la vitesse dans la conduite égale à **1.2 m/s**

**Remarque :**

Dans notre étude, nous utiliserons les conduites en **PEHD**.

**Tableau VI.4** : Les caractéristiques de la gamme de produits des tubes en PEHD

<b>Diamètres (DN) (mm)</b>	63- 75- 90-110-125-160-200-250-315-400-500-630
<b>Longueur (m)</b>	Couronne de 100 m pour DN 20 à 63 mm. Couronne de 50 pour DN 75- 90- 110mm. Barre droite de 12 m à partir du DN 125 mm
<b>PN (bars)</b>	PN 10 et PN 16
<b>Branchements</b>	Soudure a basse température ou raccords
<b>durée de vie estimée (ans)</b>	50

Source : GROUPE CHIALI

Tableau.V.5 : Caractéristiques des conduites de distribution

Noeud amont	Noeud aval	Côte T.N (m)	Distance part. (m)	Q borne (l/s)	Q tronçon (l/s)	Diamètre cal. (mm)	Diamètre normalisé. (mm)	Vitesse (m/s)	j (m/km)	J (m)	cote peizom (m)	Pression disponible (m)
R	P2	808,51	6059	0	536,20	754,5	800	1,07	1,19	7,22	853,44	44,93
p1	B1,1	798,72	850,00	30,60	165,30	418,9	500	0,84	1,36	1,15	851,83	53,11
B1,1	B1,2	794,25	319,00	15,30	134,70	378,1	400	1,07	2,82	0,90	850,93	56,68
B1,2	B1,2,1	806,41	360,00	16,70	16,70	133,1	160	0,83	5,38	1,94	849,00	42,59
B1,2	B1,3	793,84	140,00	18,00	102,70	330,2	400	0,82	1,69	0,24	850,70	56,86
B1,3	B1,3,1	798,33	153,00	12,50	12,50	115,2	125	1,02	10,71	1,64	849,06	50,73
B1,3	B1,4	786,21	457,00	12,50	72,20	276,8	315	0,93	2,87	1,31	849,38	60,17
B1,4	B1,4,1	800,12	280,00	23,60	23,60	158,3	160	1,17	10,33	2,89	846,49	46,37
B1,4	N1	792,88	250,00	0,00	36,10	195,8	200	1,15	7,54	1,89	847,50	54,62
N1	B1,5	795,64	247,00	11,10	11,00	108,1	110	1,16	15,96	3,94	843,56	47,92
N1	B1,5 bis	796,72	220,00	25,00	25,00	162,9	200	0,80	3,77	0,83	846,67	49,95
p2	p1	820	335,00	0,00	165,30	418,9	500	0,84	1,36	0,45	852,99	32,99
p2	N2	807	30,00	0,00	370,90	627,5	630	1,19	1,96	0,06	853,38	46,38
N2	B2,1	800,65	375,00	19,50	327,80	589,9	630	1,05	1,56	0,58	852,80	52,15
N2	B3,1	806,12	290,00	13,90	43,10	213,9	250	0,88	3,45	1,00	852,38	46,26
B2,1	B2,2	796,83	155,00	20,80	308,30	572,1	630	0,99	1,39	0,21	852,58	55,75
B2,2	N3	790,32	390,00	0,00	145,80	393,4	400	1,16	3,28	1,28	851,31	60,99
B2,2	N5	788,45	886,00	0,00	141,70	387,8	400	1,13	3,10	2,75	849,83	61,38
N3	B2,2 bis	785,47	156,00	19,50	19,50	143,9	160	0,97	7,20	1,12	850,18	64,71
N3	B2,3	785,19	180,00	18,10	126,30	366,2	400	1,01	2,50	0,45	850,86	65,67
B2,3	B2,4	790,41	280,00	23,60	108,20	338,9	400	0,86	1,86	0,52	850,34	59,93
N2,4	B2,5	785,64	263,00	13,80	41,60	210,1	250	0,85	3,22	0,85	849,49	63,85
B2,4	B2,7	793,22	710,00	8,30	43,00	213,7	250	0,88	3,43	2,44	847,90	54,68
B2,5	N4	782,36	155,00	0,00	27,80	171,8	200	0,89	4,60	0,71	848,77	66,41
N4	B2,5 bis	780,48	175,00	7,00	7,00	86,2	90	1,10	18,56	3,25	845,53	65,05

N4	B2,6	777,24	485,00	20,80	20,80	148,6	160	1,04	8,14	3,95	844,83	67,59
B2,7	B2,8	786,52	435,00	20,80	20,80	148,6	160	1,04	8,14	3,54	844,36	57,84
B2,7	B2,9	790,82	385,00	13,90	13,90	121,5	125	1,13	13,09	5,04	842,86	52,04
N5	B2,10	792,5	176,00	36,10	88,90	307,2	315	1,14	4,26	0,75	849,09	56,59
N5	B2,13	779,15	720,00	23,60	52,80	236,8	250	1,08	5,06	3,64	846,19	67,04
B2,10	N6	785,79	575,00	0,00	45,80	220,5	250	0,93	3,87	2,22	846,86	61,07
N6	B2,11	780,07	185,00	22,20	22,20	153,5	160	1,10	9,21	1,70	845,16	65,09
N6	B2,12	785,25	100,00	23,60	23,60	158,3	160	1,17	10,33	1,03	845,83	60,58
B2,13	B2,14	774,88	360,00	29,20	29,20	176,1	200	0,93	5,05	1,82	844,37	69,49
B3,1	B3,2	797,26	400,00	13,90	29,20	176,1	200	0,93	5,05	2,02	850,36	53,10
B3,2	B3,3	793,54	470,00	15,30	15,30	127,4	160	0,76	4,56	2,14	848,22	54,68

**V.4.5. Interprétation des résultats :****V.4.5.1. Les vitesses :**

On limite les vitesses dans les conduites à un minimum de **0.5 m/s** et un maximum de **2m/s**.

Les valeurs des vitesses dans les conduites de réseau sont entre deux seuils **0,76** et **1.19 m/s** ces vitesses sont acceptables, donc elles ne favorisent ni le dépôt des matières en suspension, ni l'érosion des canalisations.

**V.4.5.2. Les pressions :**

Les pressions imposées en amont des bornes :

- Entre **2** et **4 bars** dans le cas d'une irrigation par aspersion.
- **1 bar** dans le cas d'une irrigation localisé (gout a gout).

Les pressions au niveau des bornes varient entre (**2.4** à **6.94**) bars donc elles sont valables pour tous les systèmes d'irrigation, mais **6.94 bars** un peu trop donc il faut limite à **6 bars**.

Pour diminuer ces pressions on utilise soit les vannes de régulation de pression soit les réducteurs de pression.

**Tableau.V.6 :** Les points d'installation des ouvrages de réduction de pression

Le point d'installation	L'ouvrage	Le rôle
<b>Borne B2, 2 bis</b>	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B2.2 bis
<b>Borne B2,3</b>	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B2.3
<b>Borne B2,5 bis</b>	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B2.5 bis
<b>Borne B2,6</b>	Réducteur de pression	Réduire la pression au borne B2.6
<b>Tronçon [B2,5 N4]</b>	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B2.5
<b>Tronçon [N5-- B2,13]</b>	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B2.13
<b>Tronçon [N6 B2,11]</b>	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B2.11
<b>Tronçon [B2,13 B2,14]</b>	Vanne de régulation de pression	Réduire la pression au borne B2.14



Figure.V.4 : réducteur de pression



Figure.V.5 : vanne de régulation de pression

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié le dimensionnement du système de distribution, qui comprend le calcul du débit aux bornes, le diamètre du réseau et la perte de charge, et la vérification de la pression.

Ces pressions sont généralement satisfaisantes et dans certains cas supérieures à 3 bars, ce qui permet l'introduction de réseaux d'irrigation performants tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

le périmètre est découpé en 62 îlots d'irrigation alimentés chacun par une borne d'irrigation, avec une superficie totale de 400 ha.



# Chapitre VI

*Les techniques d'irrigation*

## Introduction

L'irrigation agricole est une technique artificielle utilisée sur des terres agricoles, dans le but d'augmenter leurs rendements, surtout quand il y a un manque ou une insuffisance d'eau de pluie. En outre, l'agriculture irriguée consomme environ 70% des ressources mondiales en eau.

Dans ce chapitre on va étudier les différentes techniques d'irrigation qui ont le but d'augmenter le rendement avec une minimum consommation des eaux puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

### VI.1. Choix de la technique d'irrigation :

Le choix d'un système rationnel d'arrosage pratiquement utilisable et économique doit tenir compte de nombreux facteurs :

- **Type de sol** : en matière d'infiltration et de capacité de rétention du sol (caractéristiques hydrodynamiques du sol).
- **Le relief** : car plus la pente du terrain naturel est importante, plus les systèmes classiques d'arrosage de surface sont à éviter.
- **Type de culture** : Il faut adopter différents modes d'irrigation aux différents types de cultures.
- **La maîtrise de la technique** : Un système approprié doit être connu et éventuellement, déjà pratiqué par l'exploitant.
- **Le coût de l'installation** : Un système fort coûteux est généralement déconseillé en cas d'irrigation d'appoint et il n'est rentable que pour des cultures hautement productives.

### VI.2. Irrigation par aspersion :

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Le nombre de rampes et d'asperseurs approvisionnés permettra d'arroser une certaine portion de la parcelle, ce qui constitue une position ou un poste.

Les dispositions en carré sont les plus courantes, avec une distance maximale de  $R\sqrt{2}$  entre deux arroseurs voisins ( $R$  étant la portée du jet). Les dispositions en triangle sont parfois adoptées, avec une distance maximale de  $R\sqrt{3}$  entre arroseurs voisins.



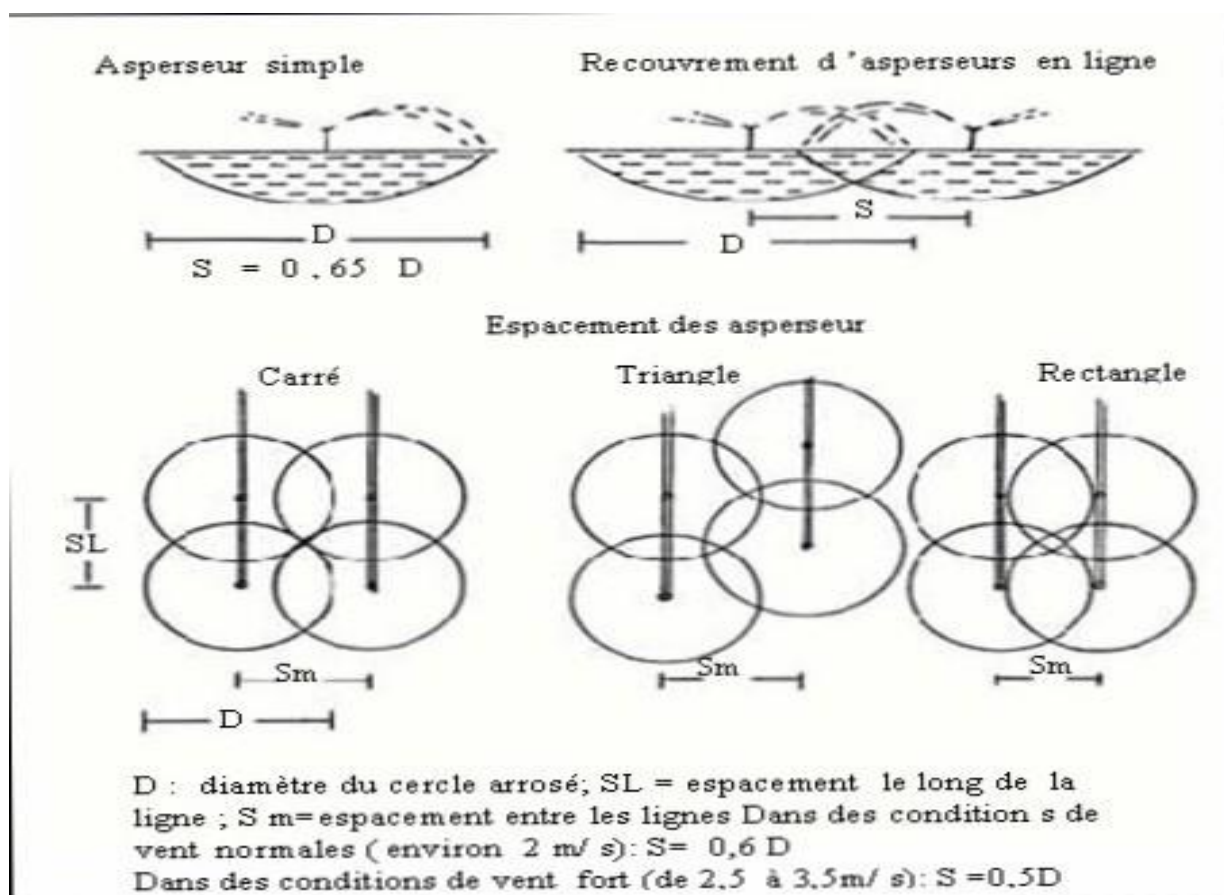


Figure.VI.1 : Implantation des arroseurs.

## VI.2.1. Les différents types d'installations par aspersion :

### VI.2.1.1 : Arroseurs à poste fixe, à basse et moyenne pressions :

Les arroseurs à basse et moyenne pressions (1,5 à 4 bar) constituent le matériel le plus ancien et le plus courant. Leur rusticité et la modicité de leur prix en ont garanti le succès et le perpétuent. Leur principe de fonctionnement est bien connu : un jet contrôlé par une buse calibrée tourne par à-coups sous l'effet d'impulsions réglées par un balancier à ressort. Une deuxième buse, opposée à la première et de caractéristiques différentes, est parfois adjointe à la première et améliore l'uniformité de l'arrosage.

Dans le cadre des arroseurs à basse et moyenne pressions, la diversité du matériel proposé permet de couvrir une gamme importante de conditions de fonctionnement :

- Débit des arroseurs : 0,6 à 6 m<sup>3</sup>/h ;
- Écartement d'implantation des arroseurs : 6 à 24 m ;
- Pluviométrie d'arrosage : 4 à 20 mm/h.

### VI.2.1.2 : Arroseurs à poste fixe, à haute pression :

Les canons d'arrosage fonctionnent à haute pression (4 à 6 bar) et permettent d'obtenir des portées importantes. Les plus petits modèles permettent des implantations à des écartements de **36 à 42 m**, avec des pressions de fonctionnement d'environ 4 bar. Les débits délivrés sont de l'ordre de **15 à 30 m<sup>3</sup>/h**, avec des pluviométries d'arrosage assez élevées : **8 à 14 mm/h**.

Les canons plus importants fonctionnant à haute pression (5 à 6 bar) permettent d'obtenir des écartements variant couramment entre **63 et 90 m**. Les pluviométries obtenues sont importantes (**10 à 20 mm/h**), de même que les débits délivrés (**35 à 100 m<sup>3</sup>/h**).

Ces appareils sont montés sur un support ou sur une petite remorque qui facilite le déplacement de poste à poste.

### VI.2.1.3 : Arroseurs automoteurs (enrouleurs) :

Alors que les dispositifs présentés jusqu'ici fonctionnent à poste fixe, la quasi-totalité des arroseurs automoteurs assure un arrosage en bande avec déplacement continu de l'arroseur.

Les arroseurs automoteurs, plus connus sous le nom d'enrouleurs, se composent de trois éléments :

- L'arroseur proprement dit ; il s'agit d'un canon d'arrosage ou d'une rampe d'arrosage ;
- La *canalisation souple* d'alimentation de l'arroseur ; sa longueur est de l'ordre de **120 à 440 m**, avec un diamètre variable de **44 à 125 mm** ; elle peut être réalisée en polyéthylène (avec enroulement sur tambour) ou en caoutchouc renforcé (et elle suivra l'arroseur sur le sol) ;
- L'organe *de traction* de l'arroseur.

### VI.2.1.4 : Rampes géantes automotrices (pivots, rampes frontales) :

Avec les rampes géantes automotrices, c'est un nouveau bond en avant qui est franchi dans l'importance des surfaces susceptibles d'être arrosées par un seul appareil sans intervention manuelle ; elles permettent, en effet, d'arroser jusqu'à 150 ha.

Le système le plus connu est le **pivot**. Il se compose d'une rampe en élévation, supportée tous les **30 à 70 m** par des tours motrices à entraînement hydraulique. La rampe tourne autour d'un pivot qui est le point d'alimentation en eau de l'appareil. Elle est équipée d'asperseurs dont l'espacement et les buses sont calculés de manière à assurer une pluviométrie uniforme sur toute la surface arrosée.

La longueur de la rampe peut atteindre **800 m**. Elle s'adapte facilement à une topographie vallonnée.



**Figure.VI.2 :** Arroseurs à poste fixe .



**Figure.VI.3 :** Arrosage par enrouleur .

**VI.2.2. Avantages :**

- Technique adaptée à tout type de sol.
- Possibilité de lutte anti-gel.
- Pas de pertes d'eau dans les conduites de transport.
- Nécessite moins de mains d'œuvres.
- Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Possibilité d'automatisation du système d'irrigation.
- Apport d'engrais liquides avec une bonne répartition.

**VI.2.3. Inconvénients :**

- Besoins énergétiques importants en cas de pompage.
- Technique plus récente, nécessite des compétences multiples.
- Favorise le développement des mauvaises herbes.
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage.
- Tassement du sol par suite de la formation d'une croûte.
- Coût élevé (prix d'achat du matériel très important).

**VI.3. Irrigation localisée :**

Cette technique consiste à apporter de l'eau au sol partiellement occupé par les racines des plantes.

L'application d'eau se fait à faible débit et à intervalles fréquents.

Le système dit par « **goutte à goutte** » est le plus utilisé.

Les goutteurs délivrent ponctuellement de petits débits (**2 à 12 L / h**) sous une pression de l'ordre de **1 bar**. Ils sont montés à de faibles espacements sur des tuyaux souples constituant les rampes d'arrosage posées sur le sol le long des rangs de la culture. Les débits délivrés s'infiltreront immédiatement.

**VI.3.1. Composition d'une installation goutte à goutte :****a. Source d'eau**

La source d'eau peut être soit le terminal du réseau de canalisations de collecte d'eau sous pression, soit la station de pompage.

**b. Une pompe**

dont le débit conditionne la surface à irriguer. La pression à assurer au niveau des "goutteurs" est peu élevée (0,5 à 1 kg/cm<sup>2</sup>, ou encore 5 à 10 m de colonne d'eau) de sorte qu'il est possible de se passer de pompe en surélevant simplement le réservoir de stockage d'eau à 7

ou 8 mètres du sol, tenant compte d'une perte de charge de 200 à 300 gr dans le filtre ; il faudra dans ce cas lutter contre les algues et les micro-organismes qui se développent dans un tel réservoir, notamment en couvrant celui-ci ou en assurant la désinfection à l'eau de javel.

**c.Un filtre à sable :**

élément nécessaire seulement si l'eau est chargée en matière organique (cas de l'eau de récupération ou de réservoir)

**d.Un filtre à tamis, ou plus souvent, à lamelles :**

filtre indispensable pour éliminer les particules inertes risquant d'obturer les "goutteurs", la qualité de filtrage plus ou moins grande dépend du type de goutteur.

**e.Un ou plusieurs régulateurs de pression :**

appareil assurant, grâce à un clapet à ressort ou tout autre système mécanique, une pression d'entrée. On ajoute un manomètre pour vérifier le bon fonctionnement du système.

**f.Un ou plusieurs tuyaux secondaires :**

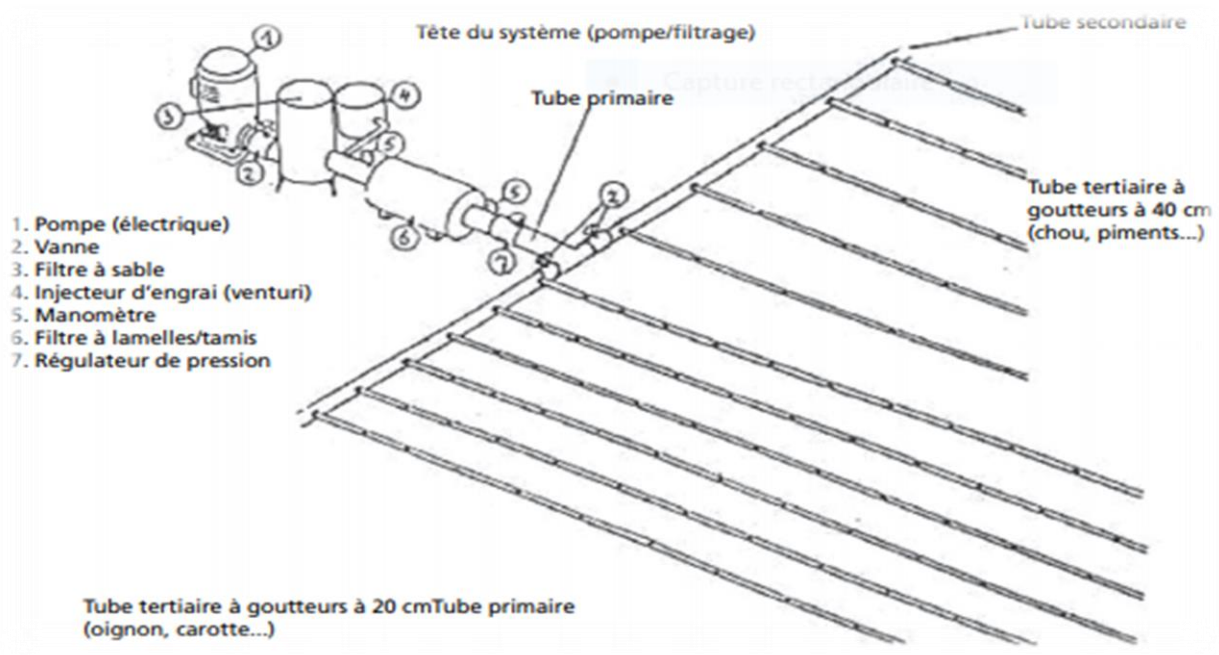
ces tuyaux amènent l'eau à l'entrée des parcelles à irriguer et alimentent les tubes goutte à goutte ; le diamètre doit être suffisamment grand pour éviter de fortes variations de pression entre les différents tubes tertiaires (tubes goutte à goutte), il est calculé en fonction du débit et de la longueur.

**g.Un réseau de tubes goutte à goutte (tubes tertiaires) :**

Ces tubes sont accouplés sur un tube secondaire par un raccord et ils amènent l'eau au pied de chaque plant ; l'arrosage est assuré par les goutteurs insérés à distance régulière dans le tuyau. Les caractéristiques essentielles en sont l'écartement des goutteurs, le débit nominal de ceux-ci à une pression donnée et l'homogénéité exigée pour ce débit entre le début et la fin du tube .

**h.Les goutteurs :**

initialement, il s'agissait de fins capillaires ou d'ajutages courts se greffant sur le tuyau tertiaire. Ces systèmes sophistiqués sont coûteux (l'équivalent de 300 F CFA (1994)/m linéaire aux Canaries) et ne peuvent être amortis que sur 8 ou 9 ans .



**Figure VI.4.** - Système élémentaire pour irrigation goutte à goutte.

### VI.3.2. Avantages :

- L'économie en eau 50 à 70% par rapport au gravitaire et 30% par rapport à l'aspersion.
- Réduction de la croissance des mauvaises herbes
- Utilisation optimale des engrais, et Réduction de l'évaporation d'eau
- Economie de main-d'œuvre avec une Possibilité d'automatisation.
- Possibilité d'exploitation des terrains à topographie et configuration irrégulières.

Ex : Sol a vitesse de filtration de 02 à 05 mm/h ou des terrains à pente très élevée

- L'augmentation du rendement de l'ordre de 20 à 40%, et une amélioration de la qualité des produits.

### VI.3.3. Inconvénients :

- Le risque de colmatage du distributeur.
- Le cout d'installation d'équipement et de matériel d'irrigation est plus élevé.
- Apte seulement pour les cultures en ligne (arboricoles et maraîchères).
- Le risque d'un dessèchement rapide des plantes en cas d'arrêt spontané et prolongé de l'apport d'eau.

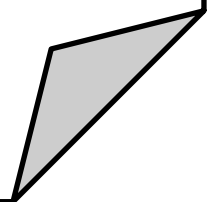
**Conclusion :**

Le choix de la technologie d'irrigation est considéré comme un facteur très important pour économiser l'eau d'irrigation, et il dépend de nos conditions environnantes, telles que le type de sol, la topographie, le type de culture et le coût. Lors du processus d'installation, nous avons choisi deux technologies adaptées à nos conditions:

- L'irrigation par aspersion pour les céréalicultures.
- L'irrigation par goutte à goutte pour l'arboriculture et les cultures maraichère

# Chapitre VII

*Dimensionnement d'un réseau  
d'irrigation par asperseur et goutte à  
goutte*





## **Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons mettre à l'échelle les arroseurs et le réseau d'irrigation goutte à goutte, en tenant compte de différents paramètres pour obtenir le meilleur rendement tout en économisant l'eau.

Pour ce projet, nous avons choisi l'Olivier comme culture pour dimensionner le réseau goutte à goutte et le blé pour le dimensionnement de l'aspersion.

## **VII.1. Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte :**

### **VII.1.1. Données générales :**

Nous avons choisi la parcelle N°37 de surface égale à **3.1 ha** qui sera alimenté par la borne **B1.5**

- Longueur : **200 m**

- Largeur : **155 m**

Culture : **Olivier**

- Espacement entre arbres **Ea: 5 m**

- Espacements entre rangs **Er : 5 m**

- Besoins de pointe **160.12 mm**

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

- Débit nominal **qg: 4 l/h**

- Pression nominale : **10 m.c.e**

- Espacement des goutteurs : **1 m**

- Le nombre de goutteurs par arbre : **2**

### **VII.1.2. Choix de distributeur :**

L'organe par où l'eau est distribuée aux plantes s'appelle le distributeur. Il représente l'élément sensible qui assure la bonne répartition de l'eau aux plantes.

Il existe plusieurs types de distributeurs, variables selon leur débit et pression, leur fonctionnement et leur fixation sur la rampe :(Goutteurs ; Ajustages ; Diffuseurs ; Micro asperseurs. Capillaires ; Gaines perforées et gaines poreuses).

Pour les goutteurs il existe 2 types : Les goutteurs autorégulant et non autorégulant.

Le goutteur auto-ajustable peut assurer un débit stable même si la pression change, et Le débit du goutteur non auto-ajustable est proportionnel à la pression. Donc pour l'irrigation Les oliviers sont équipés de deux goutteurs auto-réglables sur chaque arbre, avec un débit de 4 l / h.

### **VII.1.3. Projection de système d'irrigation localisée sur notre parcelle :**

#### **VII.1.3.1. Influence du taux de couverture du sol :**

Principalement utilisé pour l'irrigation locale des cultures locales Seule la surface est occupée par les plantes ; donc les chiffres des besoins en eau déterminés par les méthodes où toute la surface est considérée à irriguer doivent être multipliés par un coefficient de réduction « **Kr** » dépendant du taux de couverture « **Cs** ».

Le coefficient Kr est donné par plusieurs formules comme :

- La formule de Keller et Karmeli (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85}$$

- La formule de Freeman et garzoli :

$$Kr = Cs + 0,5(1 - Cs)$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0,1 + Cs$$

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

- Kr = 0,71 selon Keller et Karmeli(1974).
- Kr = 0,80 selon Freeman et Garzoli.
- Kr = 0,70 selon Decroix (CTGREF).

On prend :  $Kr = 0.80$

Donc :

$$Bj = \frac{b_{mois}}{30} \quad \longrightarrow \quad Bj = \frac{160.12}{30} = 5.33 \text{ mm/j}$$

$$B_{nets} = Bj \times Kr = 5.33 \times 0.8 = 4.26 \text{ mm/j}$$

**VII.1.3.2. Dose nette :**

La dose nette correspond à la quantité d'eau que les agriculteurs doivent rapporter pour compléter le stockage de l'eau facilement utilisable en irrigation locale, cette dose doit être multipliée par le pourcentage de sol à mouiller.

$$D_{\text{nette}} = RFU \times P = \left( \frac{H_{cc} - H_{pf}}{100} \right) \times y \times z \times Da \times \frac{p}{100}$$

- Hcc : Humidité à la capacité au champ
- Hpf : Humidité au point de flétrissement
- Z : Profondeur d'enracinement.
- Da : la densité apparente.

Pour un sol argilo limoneuse :( Hcc = 27% - Hpf = 10% - Z= 1.2m - Da=1.37).

$$RFU = \frac{((27 - 10) \times 1.37 \times 2 \times 1200)}{3 \times 100} = 186.32 \text{ mm}$$

**VII.1.3.3. Pourcentage du sol humidifié :**

$$P\% = \frac{n \cdot Spd \cdot Sh}{Sa \cdot Sr}$$

- P : volume de sol humidifié.
- n : nombre de point de distribution par arbre.
- Spd : distance entre deux points de distribution voisins du même arbre ; (m)
- Sh : largeur de la bande humidifiée ; (m).
- Sr : écartement entre rangs d'arbre ; (m)
- sa : espacement des arbres sur les rangs ;(m)

$$P = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3}{5 \cdot 5} = 24\%$$

Donc :

$$D_{\text{nette}} = RFU \times P = 186.32 \times 0.24 = 44.7 \text{ mm}$$

## VII.1.3.4. Dose Brute :

$$D_{brute} = \frac{D_{nette}}{C_u \times \text{eff}} = \frac{44.7}{0.9 \times 0.9} = 55.18 \text{ mm}$$

- $C_u$  : coefficient d'uniformité  $C_u=90\%$
- Eff : efficacité du réseau d'irrigation  $\text{Eff}=90\%$

## VII.1.3.5. Fréquence des arrosages :

$$F = \frac{D_{nette}}{B_{net}} = \frac{55.18}{4.26} = 12.9 \text{ jours}$$

## Remarque :

Alors en a 13 jours. 2 Irrigations par mois.

## VII.1.3.6. Durée d'arrosage :

$$d = \frac{D_{brute} \times E_a \times E_r}{q_g \times n} = \frac{55.18 \times 5 \times 5}{4 \times 2} = 172.44 \text{ heures}$$

## VII.1.3.7. Durée d'arrosage journalière :

$$d_j = \frac{d}{F} = \frac{172.44}{13} = 13 \text{ heures}$$

## VII.1.3.8. Nombre d'arbre par hectare :

$$N \text{ d'arbre} = \frac{1 \text{ Ha}}{S} = \frac{1 \text{ Ha}}{E_a \times E_r} = \frac{10000}{5 \times 5} = 400 \text{ arbres}$$

## VII.1.3.9. Nombre d'arbre par rampe :

$$N_{a \text{ rampe}} = \frac{L_r}{E_a} = \frac{155}{5} = 31 \text{ arbres.}$$

## VII.1.3.10. Nombre des goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{L_r}{E_a} \times 2 = 31 \times 2 = 62 \text{ goutteurs.}$$

## VII.1.3.11. Débit d'une rampe :

$$Q_{rampe} = N_g \times q_g = 62 \times 4 = 248 \text{ l/h.}$$

## VII.1.3.12. Nombre de rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{200}{5} = 40 \text{ rampes}$$

## VII.1.3.13. Débit du porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_{\text{rampe}} \times N_{\text{rampe}} = 248 \times 40 = 9920 \text{ l/h}$$

## VII.1.4. Calcul hydraulique :

## VII.1.4.1. Calcul des diamètres des portes rampes et rampes :

## VII.1.4.1.a. Diamètre de la rampe :

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$D = \left[ \frac{P_{dc}^r \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_r} \right]^{(-\frac{1}{4.75})}$$


Donc :

$$D = \left[ \frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 248^{1.75} \times 155} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} = 17.04 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de **18 mm**

- Calcule de pertes de charge de la rampe :

$$P_{dc}^r = \frac{0.478 \times L \times D^{-4.75} \times Q^{1.75}}{2.75}$$



$$P_{dc}^r = \frac{0.478 \times 155 \times 18^{-4.75} \times 248^{1.75}}{2.75} = 0.455 \text{ m}$$

$P'_{dc} = 0.455 \text{ m} < 1,2 \text{ m} \Rightarrow$  la condition est vérifiée

**Tableau.VII.1** : Caractéristiques des rampes

Cultures	Lr(m)	Ng	Qr(l/h)	P <sub>dc th</sub> <sup>r</sup> (m)	D <sub>calcul</sub> (mm)	D <sub>n</sub> (mm)	p <sub>dc calcul</sub> (m)
L'olivier	155	62	248	1.2	17.04	18	0.455

## VII.1.4.1.b. Diamètre de la porte rampe :

$$D = \left[ \frac{P_{dc}^r \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_r} \right]^{(-\frac{1}{4.75})}$$

Donc :

$$D = \left[ \frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 9920^{1.75} \times 200} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} = 69.74 \text{ mm}$$

Sur le marché on trouve des portes rampes de 75 mm.

- Calcule les pertes de charge de la porte rampe :

$$P_{dc}^r = \frac{0.478 \times 200 \times 75^{-4.75} \times 9920^{1.75}}{2.75} = 0.425 \text{ m}$$

$P_{dc}^r = 0,42 \text{ m} < 0,6 \text{ m} \Rightarrow$  la condition est vérifiée.

Tableau.VII.2 : Caractéristiques de's portes rampes

Cultures	$L_{pr} \text{ (m)}$	$N_r$	$Q_{pr} \text{ (l/h)}$	$p'_{dc\text{donne}} \text{ (m)}$	$D_{calcul} \text{ (mm)}$	$D_n \text{ (mm)}$	$p'_{dc\text{calcul}} \text{ (m)}$
L'olivier	200	40	9920	0.6	69.74	75	0.425

## VII.1.4.2. Pression en tête du réseau.

C'est la somme des pertes de charges dans l'ensemble du réseau aux quelles il faut ajouter la pression nécessaire pour le goutteur.

$P = P_{dc}^r$  (pertes de charge de la rampe) +  $P_{dc}^r$  (pertes de charge de la porte rampe) + 10

$P = 0.42 + 0.45 + 10 = 10.87 \text{ m} \Rightarrow P = 1.08 \text{ bar}$

$P = 1.08 \text{ bars}$  est la pression d'eau nécessaire qu'il faut fournir pour irriguer l'îlot choisi ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de **5 bars**.

## VII.2. Dimensionnement d'un réseau d'asperseur :

### VII.2.1. Données générales :

Nous avons choisi la parcelle N **21** de surface égale à **3.65 ha** qui sera alimenté par la borne **B2.3**

- Longueur : **218 m**
- Largeur : **180 m**
- Culture : **blé**
- Besoins de pointe **91.12 mm**
- Choix du mode de couverture : **couverture totale.**
- Temps de travail : **18 heures par jour, et 25 jours par mois**
- Perméabilité du sol : le sol est de type argileux- limoneux estimée de : **K= 6 mm/h.**

### VII.2.2. Dose pratique : RFU :

Elle est calculée comme suit :

$$D_p = \text{RFU} = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Da \cdot Z = \mathbf{93.16 \text{ mm}}$$

### VII.2.3. Diamètre de l'ajutage :

La perméabilité du sol **k= 6 mm/h.** pluviométrie admissible.

On pose : **p ≤ k** tel que **p** : pluviométrie de la buse.

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04}$$

Donc :  $d = \frac{P \times 1.04}{1.5} \quad \Rightarrow \quad d = \frac{6 \times 1.04}{1.5} = 4.16 \text{ mm}$

Le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **4.8 mm.**

### VII.2.4. Calcul de la portée du jet (L) :

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25}$$

Où :

- d : diamètre de la buse (mm)

- h : pression à la buse (m), dans notre cas P=3 bars, h=30 m.

$$L=3 \times 6^{0.5} \times 30^{0.25} = 17.19m$$

D'après le catalogue (voir le tableau suivant), pour le diamètre de la buse de 6 mm à une pression minimale de 3 bars la portée sera de 16.4m.

Diamètres des buses mm	P (bar) 2,5	P (bar) 3,0	P (bar) 3,5	P (bar) 4,0	P (bar) 4,5	Distance entre arroseurs PR 24									
	Portée en m					P (bar) 2,5		P (bar) 3,0		P (bar) 3,5		P (bar) 4,0		P (bar) 4,5	
3,5	13,8	14,2	14,7	15,1	15,4	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,2	14,3	14,9	15,5	15,9	16,3	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12	15x13	12x12
4,5	14,6	15,2	15,8	16,3	16,8	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
4,8	14,8	15,5	16,0	16,6	17,0	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,0	15,1	15,8	16,4	16,9	17,3	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
5,2	15,3	16,0	16,6	17,1	17,6	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
6,0**	15,9	16,4	17,2	17,5	17,9	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
7,0**	16,3	16,8	17,6	18,3	18,7	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18	24x18	18x18
Consommation d'eau du PR 24 W															
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)										
3,5	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03										
4,2	0,99	1,09	1,17	1,26	1,33										
4,5	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53										
4,8	1,30	1,42	1,53	1,64	1,74										
5,0	1,41	1,54	1,66	1,78	1,89										
5,2	1,52	1,67	1,80	1,92	2,04										
Consommation d'eau du PR 24						Précipitations									
	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(m³/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
3,5x2,4	1,09	1,20	1,29	1,38	1,47	5,2	7,0	5,7	7,7	6,2	8,3	6,6	8,9	7,0	9,4
4,2x2,4	1,32	1,44	1,56	1,66	1,77	6,8	9,2	7,4	10,0	8,0	10,8	8,5	11,5	9,1	12,3
4,5x2,4	1,46	1,60	1,73	1,85	1,96	3,4	4,5	3,7	4,9	4,0	5,3	4,3	5,7	4,5	6,0
4,8x2,4	1,62	1,77	1,92	2,05	2,17	3,8	5,0	4,1	5,5	4,4	5,9	4,7	6,3	5,0	6,7
5,0x2,4	1,73	1,90	2,05	2,19	2,32	4,0	5,3	4,4	5,9	4,7	6,3	5,1	6,8	5,4	7,2
5,2x2,4	1,85	2,02	2,18	2,33	2,48	4,3	5,7	4,7	6,2	5,0	6,7	5,4	7,2	5,7	7,6
6,0x2,4	2,22	2,43	2,62	2,80	2,97	5,4	7,3	5,9	7,9	6,4	8,6	6,9	9,2	7,3	9,7
7,0x2,4	2,85	3,12	3,37	3,60	3,82	7,1	9,5	7,8	10,5	8,4	11,2	9,0	12,0	9,6	12,7

Figure.VII.1 : fiche technique d'un arroseur de type Perrot

Aussi d'après le tableau précédent Figure.VII.1 :

Ecartements entre les rampes et arroseurs :

$$E_r=18m, E_a=18m.$$



### VII.2.5. Vérification de la pluviométrie (P<K) :

#### VII.2.5.1. Débit de l'asperseur :

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

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times \sqrt{2 \times g \times h} = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8 \times 10^{-3})^2}{4} \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} =$$

Avec Q débit de l'asperseur (m<sup>3</sup>/s).

$$Q = 0.000417 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{1.50 \text{ m}^3/\text{h}}$$

#### VII.2.5.2. Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :

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

$$p = \frac{Q}{Er \times Ea} = \frac{1.5 \times 1000}{18 \times 18} = \mathbf{4.63 \text{ mm}}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie P≤K=6.0 mm/h.

### VII.2.6. Paramètres d'arrosage :

#### VII.2.6.1. Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_p \times N_j}{Bbp}$$

Tell que :

- Dose<sub>p</sub> = **93.16 mm.**

- N<sub>j</sub> = **25 jours**

- Bbp = **91.12 mm**

$$T_{eau} = \frac{93.16 \times 25}{91.12} = \mathbf{25.55 \text{ jours}}$$

#### VII.2.6.2. Nombre d'irrigation par mois :

Donc on irrigue :  $Ni/\text{mois} = \frac{30}{25} = \mathbf{1 \text{ fois}}$

**VII.2.6.3. Calcul de la dose réelle :**

$$\text{Dose}_{\text{réelle}} = T_{\text{eau}} \times \text{la dose journalière} = 25 \times \frac{91.12}{30} = \mathbf{75.93 \text{ mm}}$$

**VII.2.6.4. Calcul de la dose brute :**

L'efficacité ( $\mu$ ) = 0.75

$$\text{Dose}_{\text{brute}} = \frac{D_r}{\mu} = \mathbf{101.24 \text{ mm}}$$

**VII.2.6.5. Temps d'arrosage :**

Temps d'arrosage par position sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul comme suit :

$$T = \frac{\text{Dose}_{\text{brute}}}{4.63} = \frac{101.24}{4.63} \approx \mathbf{22 \text{ heures}}$$

**VII.2.6.6. Calcul du débit d'équipement :**

$$Q \left( \frac{m^3}{h} \right) = \frac{s(ha) \times B(mm) \times 10}{T_a \times N_j \times n \times \mu} = \frac{3.65 \times 91.12 \times 10}{22 \times 25 \times 0.75 \times 1} = \mathbf{8.06 \text{ m}^3/h}$$

**VII.2.6.7. Nombre d'asperseurs (à acheter) :**

$N_{\text{asp}} = (\text{surface à arroser (m}^2)) / (\text{implantation}).$

$$N_{\text{asp}} = \frac{S_u \times 10000}{E_r \times E_a} = \frac{3.65 \times 10000}{18 \times 18} = \mathbf{112.65 \text{ asperseurs}}$$

**VII.2.7. Calculs hydrauliques :****VII.2.7.1. Dimensionnement hydraulique des rampes :**

- ✓ La longueur du terrain est de **218 m**.
- ✓ La largeur du terrain est de **180 m**.

**VII.2.7.1.1. Nombre d'asperseurs/rampe :**

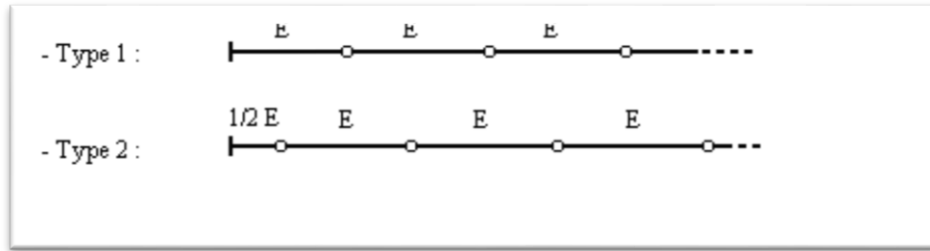
$$N_{\text{asp}} / R = \frac{L_r}{E_a} = \frac{171}{18} = \mathbf{9 \text{ asperseurs}}$$

**VII.2.7.1.2. Nombre de rampes :**

$$N_{\text{rampes}} = \frac{N_{\text{asp}}}{N_{\text{asp}}/r} = \frac{112}{9} = \mathbf{12 \text{ rampe}}$$

**VII.2.7.1.3. La longueur de la rampe :**

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



**Figure VII.2:** Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

La longueur de la rampe est donc :

- Pour le type 1 :  $L = n.E$  ;
- Pour le type 2 :  $L = (n-0,5).E$ .

D'où :

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

$$L_r = \frac{180}{2} - \frac{18}{2} = 81 \text{ m}$$

**VII.2.7.1.4. Débit de la rampe :**

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur  $\times$  le nombre d'asperseur/ rampe.

$$Q_{\text{rampe}} = Q_{\text{asp}} \times N_{\text{asp}}$$

$$Q_{\text{rampe}} = 1.5 \times 9 = 13.5 \text{ m}^3/\text{h} = 3.75 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

**VII.2.7.1.5. Calcul du Diamètre de la rampe :**

Diamètre de la rampe :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe ou  $V \leq V_{\text{adm}}$  ;  $V_{\text{adm}} \in [0.5 : 2.5] \text{ m/s}$ .

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_r$

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times (3.75 \times 10^{-3})}{\pi \times 1.5}} = 0.056 \text{ m} = 56 \text{ mm}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants :

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm.

Donc le diamètre de la rampe normalisé **63mm** ce qui permet de calculer la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 4.16 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.063^2} = 1.33 \text{ m/s} \leq V_{adm}$$

### VII.2.7.2. Dimensionnement de la porte rampe :

#### VII.2.7.2.1. Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{Er}{2} = 218 - \frac{18}{2} = 209 \text{ m}$$

#### VII.2.7.2.2. Débit de porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe}$$

Pour le but d'économiser le coût de projet on prend le nombre des rampes 3 aux lies de 12 et on fait l'irrigation par rotation (« c à d » on déplace chaque rampe 4 positions pendant un mois)

Donc :

$$Q_{pr} = 1.5 \times 9 \times 3 = 40.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### VII.2.7.2.3. Calcul du Diamètre de la porte rampe :

Diamètre de la porte-rampe :

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}}$$

Avec : V : vitesse de l'écoulement à travers la porte-rampe ou  $V \leq V_{adm}$  ;  $V_{adm} \in [0.5 : 2.5] \text{ m/s}$ .

On suppose que  $v = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule  $D_{p-r}$ .

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 0.011}{1.5 \times \pi}} = 0.096 \text{ m} = 96 \text{ mm}$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{p-r} = 110 \text{ mm}$ ). Donc la nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times 0.011}{\pi \times 0.110^2} = 1.16 \text{ m/s} \leq V_{adm}$$

### VII.2.7.3. Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left( \frac{3.592}{C_h} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852}$$

Avec :

- ✓ J=Perte de charges linéaire en m ;
- ✓ C<sub>H</sub> : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;
- ✓ D : Diamètre en m ;
- ✓ L : longueur de la conduite en m.

#### **VII.2.7.3.1. Pertes de charge de la rampe :**

on a L<sub>rampe</sub>=171m D<sub>r</sub>=0.063 m Q<sub>r</sub>=0.00375 m<sup>3</sup>/s.

$$J_r = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \times \frac{171}{0.063^{4.87}} (3.75 \times 10^{-3})^{1.852} = \mathbf{4.37m}$$

La perte de charge est importante donc on prend un diamètre du rampe égale à 75mm, La vitesse deviendra **0.94 m/s** et on recalcul les pertes de charges

$$J_r = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \times \frac{171}{0.075^{4.87}} (3.75 \times 10^{-3})^{1.852} = \mathbf{1.87 m}$$

#### **VII.2.7.3.2. Pertes de charge de la porte rampe :**

On a: L<sub>pr</sub>=209m D<sub>pr</sub> = 0.125 m Q<sub>pr</sub> = 0.0112 m<sup>3</sup>/s.

$$J_r = \left( \frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \times \frac{209}{0.125^{4.87}} (11.25 \times 10^{-3})^{1.852} = \mathbf{1.2m}$$

#### **VII.2.7.3.3. Calcul de la pression en tête du réseau :**

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

$$\mathbf{H=H_1+ H_2+ H_3}$$

Avec :

- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H<sub>1</sub> : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- ✓ H<sub>2</sub> : perte de charge totale.
- ✓ H<sub>3</sub> : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 25 + 1.87 + 1.2 + 0 = 28.07 \text{ m}$$

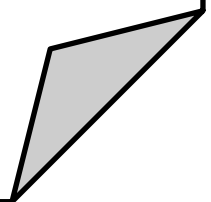
Donc la pression égale **2.8 bars** ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de **7.01 bars**.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte pour la culture d'olivier et un réseau d'aspersion pour la culture de blé. L'utilisation de ces systèmes a pour but d'économiser l'eau d'irrigation, et aussi d'améliorer les rendements des cultures.

# Chapitre VIII

*Etude technico-économique*



## **Introduction**

L'étude du devis quantitatif et de la liste prévisionnelle nous a donné une idée du coût de mise en œuvre du projet d'irrigation proposé. Ce calcul comprend la détermination de la quantité de tous les matériaux et des différentes opérations effectuées sur place.

- Le réseau de distribution.
  - Le réseau d'irrigation. (Par aspersion).

### **VIII.1. Différents travaux à entreprendre :**

#### **✓ Travaux concernant le réseau distribution :**

Les tâches qui constituent les travaux à réaliser par le réseau de distribution sont:

#### **VIII.1.1. Exécution des tranchées :**

Il s'agit de terrassements, y compris des travaux d'excavation. Ces fouilles seront effectuées à la pelle hydraulique, et les copeaux seront placés près de la tranchée, tandis que la plaque murale pour le pipeline est réservée de l'autre côté (bardage des conduites).

#### **VIII.1.2. 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.

#### **VIII.1.3. Pose des conduites :**

Avant d'abaisser le pipeline dans l'excavation, commencez par classer le pipeline Falcon exclut ceux qui ont souffert ; 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 n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

#### **VIII.1.4. Epreuve de joint et de la canalisation :**

Afin d'améliorer la sécurité, les tuyaux et les joints doivent être testés sous pression avant le remblayage. 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.



**VIII.1.5. Remblayage des tranchées**

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

**VIII.1.6. Nivellement et compactage**

Une fois le remblayage terminé, le nivellement est effectué, ce qui consiste à étaler le sol dans le monticule, puis à le compacter pour augmenter la densité du sol et éviter un tassement ultérieur.

**VIII.2. Calcul des volumes des travaux de distribution :****VIII.2.1. Calcul du volume de terrassement****A. Largeur du fond de la tranchée :**

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

$$B = d + 0.6$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

**B. Profondeur de la tranchée :**

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

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

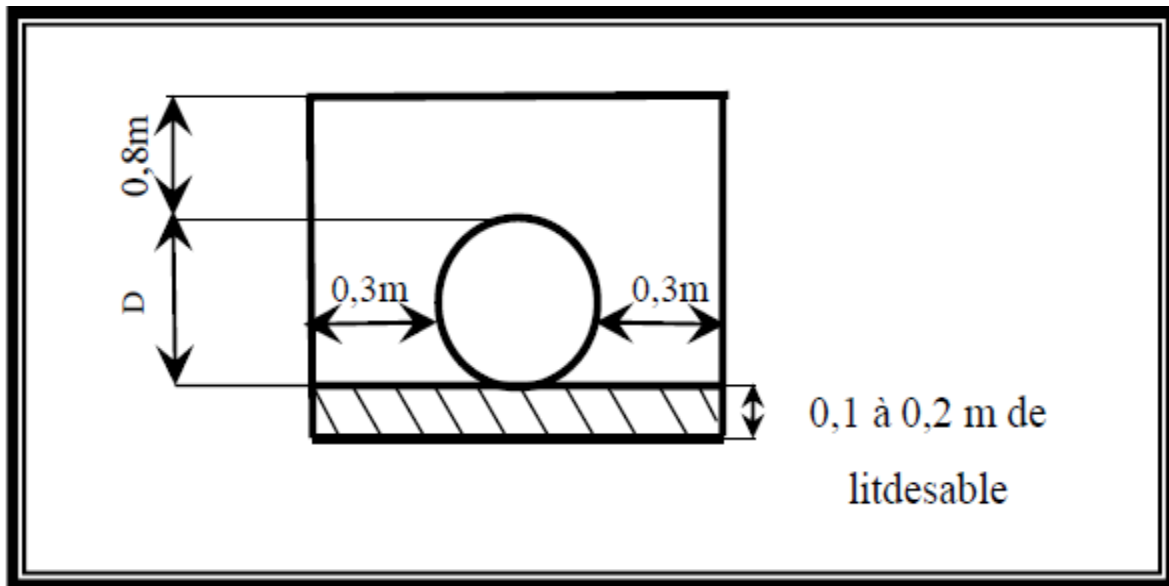
Avec :

H : profondeur de la tranchée. (m)

e : hauteur du lit de pose. (m)

d : diamètre de la conduite. (m)

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



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

### VIII.2.2. Calcul du volume de déblai :

La surface à calculer est la surface rectangulaire :

$$S = B \cdot H$$

$$B = d + 0.6$$

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

$$V_d = S \cdot L$$

### VIII.2.3. Calcul du volume de lit de sable :

Ce lit correspond à une couche de sable de 12cm sur le fond du tranché, donc c'est une surface constante le long de la tranchée, on calcule cette surface en utilisant la formule suivante :  $V = e \times b \times L$

### VIII.2.4. Calcul du volume de remblai :

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

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

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

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

$V_s$  : Volume du sable

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

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Donc les volumes de toutes les opérations de terrassement sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau.VIII.1 : Calcul du volume de terrassement**

Diamètre (mm)	Langueur L(m)	Volume de déblai (m3)	Volume du sable (m3)	Volume de la conduite (m3)	Volume de remblai (m3)
630	560	1122,74	82,66	174,48	865,61
500	1185	1955,25	130,35	232,56	1592,34
400	2195	3073,00	219,50	275,69	2577,81
315	633	761,64	57,92	49,31	654,42
250	2558	2717,88	217,43	125,50	2374,94
200	1385	1329,60	110,80	43,49	1175,31
160	2471	2178,43	187,80	49,66	1940,98
125	538	438,81	39,01	6,60	393,20
110	247	194,66	17,54	2,35	174,78
90	175	131,62	12,08	1,11	118,43
<b>Total</b>	11947	13903,63	1075,07	960,74	6300

**VIII.3. Estimation de cout total de projet :**

**VIII.3.1. Estimation de cout de pose de canalisation de distribution :**

**Tableau.VIII.2 : Estimation du cout de pose de canalisation de distribution**

<b>DEVIS ESTIMATIF : REALISATION DU SYSTEME D'IRRIGATION -- LOT CANALISATION --</b>					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	Quantité	P/U	Montant
<b>1</b>	<b>TERRASSEMENT :</b>				
1.1	Excavation en tranchée en terrain ordinaire exécuté mécaniquement y compris nivellement de fond de fouille et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	13900	250,00	3 475 000,00
1.2	Fourniture et mise en place de lit de pose en tuf ou sable fin sur une épaisseur de 0,10 m et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	1075	1 700,00	1 827 500,00
1.3	Fourniture et mise en place de tuf pour enrobage de la conduite jusqu'a 20 cm au dessus de la G/S et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	4500	1 700,00	7 650 000,00

1.4	Remblaiement mécanique de la tranchée à partir du matériau extrait du site, purgé de gros blocs par couches successives de 20 cm, arrosées, compactées et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	6300	200,00	1 260 000,00
1.5	Evacuation des terres excédentaires à la décharge publique sur un rayon ≤ 5 kms	m <sup>3</sup>	1600	200,00	320 000,00
<b>2</b>	<b>CANALISATION :</b>				
2.1	Fourniture et pose de conduite en PEHD PN 16 électro soudable				
2.1.1	DN 630mm	ml	560	31 000,00	17 360 000,00
2.1.2	DN 500mm	ml	1 185	20 000,00	23 700 000,00
2.1.3	DN 400mm	ml	2 195	12 700,00	27 876 500,00
2.1.4	DN 315mm	ml	633	7 800,00	4 937 400,00
2.1.5	DN 250mm	ml	2 558	5 400,00	13 813 200,00
2.1.6	DN 200mm	ml	1 385	3 600,00	4 986 000,00
2.1.7	DN 160mm	ml	2 471	2 250,00	5 559 750,00
2.1.8	DN 125mm	ml	538	1 500,00	807 000,00
2.1.9	DN 110mm	ml	247	1 100,00	271 700,00
2.1.10	DN 90mm	ml	175	800,00	140 000,00
<b>3</b>	<b>PIÈCES SPECIALES</b>				
<b>3.1</b>	<b>Fourniture et pose des bornes</b>				
3.1.1	Borne 152/100	U	9	45 000,00	405 000,00
3.1.2	Borne 102/100	U	8	40 000,00	320 000,00
3.1.3	Borne 102/65	U	7	30 000,00	210 000,00
3.1.4	Borne 104/65	U	3	38 000,00	114 000,00
3.1.5	Borne 82/65	U	1	25 000,00	25 000,00
3.1.6		U			-
3.1.7		U			-
<b>3.2</b>	<b>Fourniture et pose de Te réduit en PEHD électro soudable PN 16</b>				
3.2.1	DN 400 /160 mm	U	2	45 000,00	90 000,00
3.2.2	DN 400/125 mm	U	1	38 000,00	38 000,00
3.2.3	DN 315/160mm	U	1	30 000,00	30 000,00
3.2.4	DN 200/90mm	U	1	9 400,00	9 400,00
3.2.5	DN 200/110mm	U	1	11 000,00	11 000,00
3.2.6	DN 800/500mm	U	1	400 000,00	400 000,00
3.2.7	DN 630/250mm	U	1	90 000,00	90 000,00
3.2.8	DN 630/400mm	U	1	120 000,00	120 000,00

3.2.9	DN 400/250mm	U	2	50 000,00	100 000,00
3.2.10	DN 250/125 mm	U	1	18 000,00	18 000,00
3.2.11	DN 250/160 mm	U	1	25 000,00	25 000,00
<b>3.3</b>	<b>Fourniture et pose de cône de réduction electro-soudable en PEHD PN 16</b>				
3.3.1	DN 500/400 mm	U	1	55 000,00	55 000,00
3.3.2	DN 400/315 mm	U	2	50 000,00	100 000,00
3.3.3	DN 315/200 mm	U	1	15 000,00	15 000,00
3.3.4	DN 315/250 mm	U	1	18 000,00	18 000,00
3.3.5	DN 800/630 mm	U	1	300 000,00	300 000,00
3.3.6	DN 250/200 mm	U	3	9 000,00	27 000,00
3.3.7	DN 200/160 mm	U	2	5 000,00	10 000,00
3.3.8	DN 630/400 mm	U	1	90 000,00	90 000,00
3.3.9	DN 250/160 mm	U	2	7 500,00	15 000,00
3.3.10	DN 400/250 mm	U	1	48 000,00	48 000,00
<b>3.4</b>	<b>Fourniture et pose de coude en différents angles, electro-soudable en PEHD PN 16</b>				
3.4.1	Coude 1/4 DN 400 mm	U	3	50 000,00	150 000,00
3.4.2	Coude 1/4 DN 250 mm	U	4	20 000,00	80 000,00
3.4.3	Coude 1/4 DN 160 mm	U	2	15 000,00	30 000,00
3.4.4	Coude 1/4 DN 110 mm	U	1	8 000,00	8 000,00
3.4.5	Coude 1/4 DN 90 mm	U	1	3 500,00	3 500,00
3.4.6	Coude 1/8 DN 630 mm	U	2	80 000,00	160 000,00
3.4.7	Coude 1/8 DN 500 mm	U	1	60 000,00	60 000,00
3.4.8	Coude 1/8 DN 400 mm	U	4	45 000,00	180 000,00
3.4.9	Coude 1/8 DN 315 mm	U	2	30 000,00	60 000,00
3.4.10	Coude 1/8 DN 250 mm	U	5	20 000,00	100 000,00
3.4.11	Coude 1/8 DN 200 mm	U	4	18 000,00	72 000,00
<b>4</b>	<b>DIVERS :</b>				
4.1	fourniture et la pose de grillage avertisseur de couleur Bleu à 20 cm au dessus de la génératrice supérieure de la conduite et toutes sujétions de bonne mise en place.	ml	11950	55,00	657 250,00
4.2	Fourniture d'un plan de récolement comprenant une vue en plan des canalisations .	ENS	1	40 000,00	40 000,00
<b>T.H.T</b>					<b>118 268 200,00</b>
<b>T.V.A (19%)</b>					<b>22 470 958,00</b>
<b>T.T.C</b>					<b>140 739 158,00</b>

## VIII.3.2. Estimation Des équipements interne de la parcelle N° 21 :

Tableau.VIII.3 : Estimation Des équipements interne de la parcelle :

Equipement	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Rampes Ø63 PEHD	M/l	972	700.00	680400.00
Porte rampes Ø110 PEHD	M/l	209	2500.00	522500.00
Asperseur	U	112	1200.00	134400.00
Té à clapet pour installation l'asperseur	U	112	432.00	48384.00
Canne d'asperseur	U	112	5.00	560.00
Semelle stabilisatrice	U	112	159.00	17808
			<b>TOTAL (HT)</b>	<b>1404052.00</b>
			<b>TVA (19%)</b>	<b>266769.88</b>
			<b>Montant TTC</b>	<b>1670821.88</b>

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'un réseau d'irrigation, puis on a calculé les volumes de terrassement et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose et on a calculé le devis général de réseau de distribution et nous avons estimé le cout de projet qui est de **140739158.00 DA**.

## Conclusion générale

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement hydro-agricole dans la wilaya de Souk Ahras où nous avons abordé le dimensionnement du réseau de distribution d'un secteur de périmètre Bir Bouhouch alimenté à partir de barrage Oeud Charef, qui a effectué après une étude détaillée des caractéristiques climatiques, pédologiques et les ressources en eau disponible.

En premier lieu, nous avons commencé par la présentation de la zone d'étude ainsi une étude climatique et hydrologique nous a indiqué que la région jouit d'un étage bioclimatique semi-aride qui nécessite une irrigation permanente.

Par la suite nous avons abordé l'étude agro-pédologie où l'analyse du sol montre que le périmètre est dominé par des sols à texture argileuse ou argileuse- limoneux et pour cela on a choisi les cultures adaptés avec ces sols Dans le but d'améliorer le rendement agricole de la wilaya il est préalable d'implanter de nouvelles cultures comme les cultures fourragères, maraichères, et arboricoles.

Après le choix des cultures nous avons fait des analyses sur la qualité des eaux de barrage Oeud Charef et on a trouvé que cette eau est caractérisé par une conductivité électrique **EC** de **0,71 mS/cm** et un **SAR** égal à **2,04** ce qui montre qu'on a un risque léger de salinité et une alcalinité nulle, donc on peu dire que ces eaux sont de bonne qualité pour l'irrigation, après on a déterminé les besoins en eau totaux du périmètre ainsi de chaque ilots et connaitre le débit spécifique pour permettre de dimensionner le réseau de distribution.

Après le calcul de ce débit nous avons pu dimensionner le réseau de distribution qui compte :

- ✓ **62 parcelles** avec **28 bornes** d'irrigation
- ✓ Des conduites dont le diamètre varie entre **90 mm** et **630 mm**.

Concernant la vérification de la vitesse d'écoulement sur les conduites et la pression au niveau des bornes on a défini les résultats suivants :

- ✓ La vitesse d'écoulement varie entre **0,76** et **1.19 m/s**
- ✓ La pression varie entre **3.3** et **6.9 bars**

Ces deux résultats sont acceptables et valables pour tous les systèmes d'irrigation.

On a pris deux exemples de technique d'irrigation pour dimensionner le réseau des deux parcelles, une par goutte à goutte et l'autre par asperseur.

D'après l'étude faite pour la réalisation du projet le cout est estimé à **140739158.00 DA**.

Et on a encore calculer le devis pour équiper une parcelle irriguée par aspersion.

La réalisation de ce projet permettra d'améliorer les conditions socio-économiques des agriculteurs de la commune de Bir Bouhouch dans ce sens nous suggérons l'adoption de cultures ayant un meilleur rendement et moderniser les systèmes d'arrosages, Aussi l'introduction de technologie innovante de distribution et de gestion de l'eau (smarte green hose) pourra réduire les pertes en eau (évapotranspiration) et améliorer la gestion de cette ressource et permettre aussi les techniques supplémentaires non conventionnelle tels que hydroponie et la culture hors sols.



## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

1. Notions fondamentales d'irrigation « aménagements et équipements du territoire », prof. A. Mermoud
2. M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger p102.
3. Irrigation : guide pratique p91-p105
4. FAO N°24. Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24. 1975 (A C\* E F).
5. Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P p117.
6. L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation, contrôle du fonctionnement.
7. Gobat et al ,1998. Gobat, J.M., & Matthey , W.1998.Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols.
8. A. Nait Mohand Élaboration (2013) d'un code de calcul des réseaux d'irrigation par aspersion en couverture mobile. PFE ENSH p111.
9. ANRH, Annuaire hydrologiques : données stations hydrométriques 1996 – 20016.
10. Touibia, B,(2004). Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.
11. GERARD. G, (1999). Climatologie de l'environnement, édition DUNOD, Paris, pp:130-317.
12. Tiercelin, 1998. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.
13. OLLIER& POIREE, (1981). Irrigation, les réseaux d'irrigation, théorie technique et économie des arrosages, édition EYROLLES, Paris, 503p.
- 14 . Jean Robert Tiercelin, Traité de l'irrigation (Technique et documentation 1998) p100.

## Annexe 1

### Coefficient culturel Kc

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Bananiier 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
Bananiier 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

Kc	Initial	développement	saison	de saison	Récolte	Total
Haricots verts	0,3-0,4	0,65-0,75	0,95-1,05	0,9-0,95	0,85-0,95	0,85-0,9
Haricots secs	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
Vigne	0,35-0,55	0,6-0,8	0,7-0,9	0,6-0,8	0,55-0,7	0,55-0,75
Maïs doux	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
Pois	0,4-0,5	0,7-0,85	1,05-1,2	1,0-1,15	0,95-1,1	0,8-0,95
Patates	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
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	0,4-0,5	0,75-0,85	1,05-1,2	0,9-1,0	0,6-0,7	0,8-0,9
Tournesol	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
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


**Annexe 2**  
**Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)**

**TABEAU 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

### Annexe 3

#### Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



**Caractéristiques de  
l'asperseur circulaire  
PERROT ZF 30**

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				m		m²		mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,38
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,7

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

- Débit de l'asperseur

On le calcule par la relation (IV.9)