

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME DU PROJET :**

**ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DU RESEAU  
D'IRRIGATION DU PERIMETRE DE HASSI-LFHEL  
SECTEUR 03 WILAYA DE GHARDAIA  
(SUPERFICIE 250 HA)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>r</sup> DJERRAYA EL MANSOUR BELLAH**

**Devant les membres du jury**

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr RASSOUL ABD EL AZIZ	M.C.A	Président
Mme AZIEZ OUHIBA	M.A.A	Examinatrice
Mr YAHYAOUI SAMIR	M.A.A	Examineur
Mr KARID RACHID	M.A.A	Examineur
Mr AZIB MAKHLOUF	PROFESSEUR	Promoteur

juin - 2016

# Remerciements

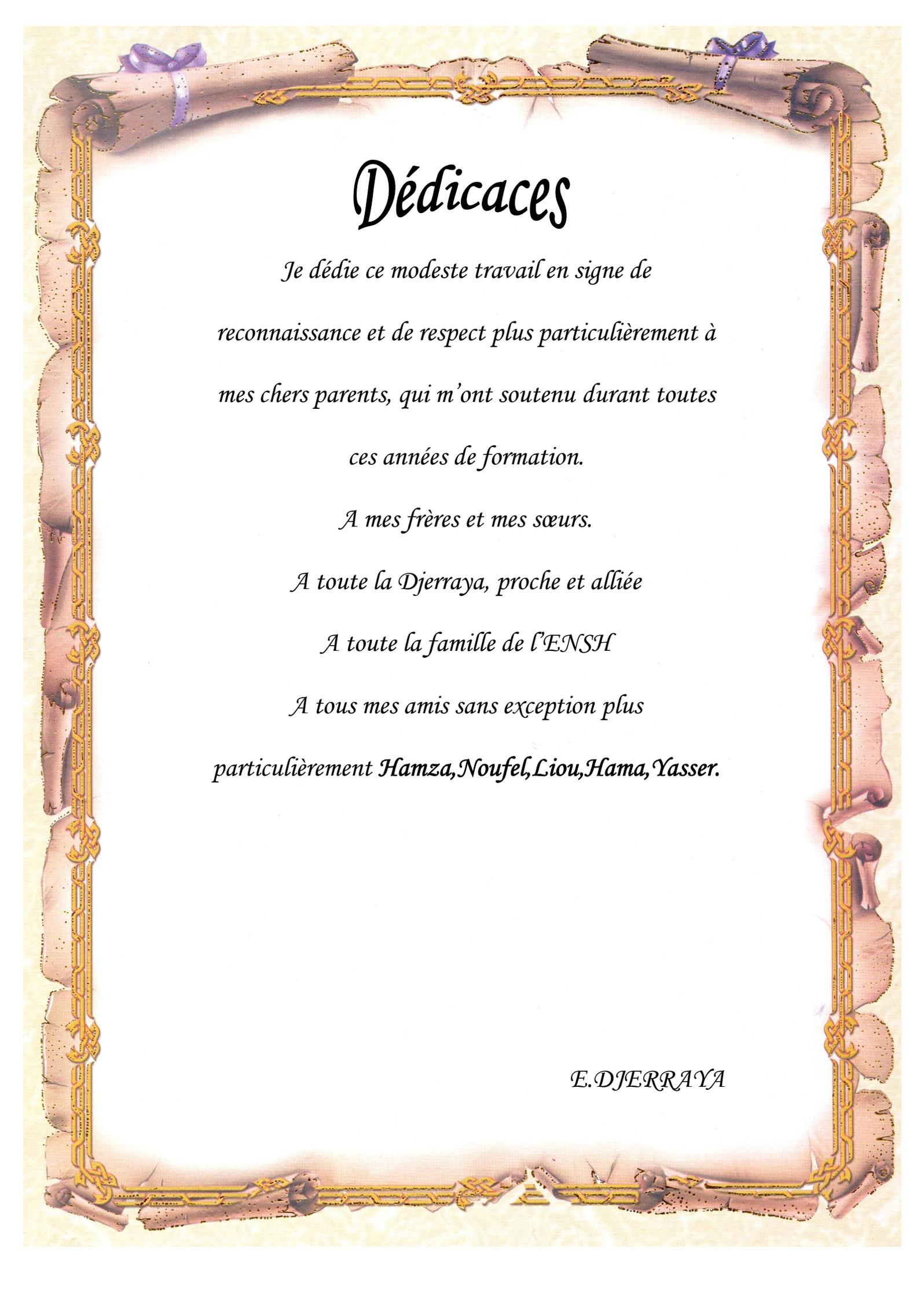
*Je tiens en premier lieu à exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr M.AZIB pour son aide et ses conseils instructifs et précieux, et qui a bien voulu m'encadrer pour l'élaboration et le suivi de mon projet de fin d'étude.*

*Il est particulièrement agréable de témoigner ma reconnaissance à :*

- *Monsieur S.YAHIAOUI de m'avoir enseigné, assisté, guidé et conseillé durant ce travail. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.*
- *Monsieur A.RASSOUL qui m'a fait l'honneur de présider ce jury*
- *Madame O. AZIEZ qui m'a fait l'honneur de bien vouloir juger ce travail.*
- *Monsieur A.KARID de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

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

*E.DJERRAYA*



# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail en signe de  
reconnaissance et de respect plus particulièrement à  
mes chers parents, qui m'ont soutenu durant toutes  
ces années de formation.*

*A mes frères et mes sœurs.*

*A toute la Djerraya, proche et alliée*

*A toute la famille de l'ENSH*

*A tous mes amis sans exception plus  
particulièrement Hamza, Noufel, Liou, Hama, Yasser.*

*E. DJERRAYA*

## ملخص

إن الهدف من هذا العمل هو دراسة ومتابعة استغلال المساحات المسقية, الذي يسعى إلى رفع المردودية الفلاحية وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أنجع للموارد المائية. وهذا لن يتم إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها. نذكر على سبيل المثال السقي بالتقطير والسقي بالرش الأكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي ومن بين ما تميزت به هذه الأنظمة من محاسن هو تحقيقها لاقتصاد معتبر للمياه.

## RESUME :

L'objectif de ce travail est la gestion des périmètres irrigués ; dont le but est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela se fait par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée, l'irrigation par aspersion les mieux développés avec l'évolution de la science et de la technologie. Ces systèmes présentent de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

## ABSTRACT:

The aim of this work is to consider the way of exploiting the irrigated areas in a way to attain a high investment feed back, 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 will be reslised by adoption of modern irrigation system which has proved their reliability ,i.e: the localized irrigation which is the most developed using the evolution of science and technology. These system present many advantages like the important water saving.

## SOMMAIRE

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

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

I.1 Introduction.....	2
I.2 Présentation de la zone d'étude.....	2
I.2.1 Choix du périmètre d'étude.....	3
I.2.2 Topographie Géologie.....	3
I.2.3 Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude.....	4
I.2.3.1 Précipitations.....	4
I.2.3.2 Température.....	5
I.2.3.3 Autres paramètres climatiques.....	6
I.2.3.3.1 Humidité relative .....	6
I.2.3.3.2 Vents .....	7
I.2.3.3.3 L'évaporation .....	8
I.2.3.3.4 Insolation.....	9
I.2.3.4 Classification du climat selon Indice d'aridité de Martonne.....	9
I.2.3.5 Quotient pluviométrique d'Emberger.....	10
I.2.4 Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen.....	11
I.3 Conclusion .....	12

### **Chapitre II : Ressource en sol**

II Introduction.....	13
II.1 Ressources en sols .....	13
II.1.1 Occupation du sol .....	14
II.1.2 Contraintes .....	14
II.1.3 Brise-vents .....	15
II.2 Classification des sols de la zone d'étude .....	15
II.2.1 Les sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (regs) .....	15
II.2.1.1 Description de Profil n°6.....	16
II.2.1.2 Description morphologique du profil N° 06 .....	16

II.2.1.3 Résultats analytiques .....	17
II.2.1.4 Interprétation et valeur agronomique .....	17
II.2.2 Les sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire .....	18
II.2.2.1 Description d'un profil .....	18
II.2.2.2 Description de Profil N°1 .....	19
II.2.2.3 Description morphologique du profil .....	19
II.2.2.4 Résultats analytiques.....	20
II.2.2.5 Interprétation et valeur agronomique.....	20
II.3 Aptitudes culturales.....	21
II.4 Conclusion.....	22

### **Chapitre III: Ressource en Eau**

III Introduction.....	23
III.1 Ressources en eau.....	23
III.1.1 Eaux de surface .....	23
III.1.2 Eaux souterraines .....	23
III.1.2.1 La nappe du Complexe terminal (C.T) .....	24
III.1.2.2 La nappe du continental intercalaire(C.I).....	25
III.2 Mobilisation des eaux souterraines .....	26
III.3 Qualité des eaux .....	26
III.3.1 Analyse de la situation des forages .....	29
III.4 Pertes en eau .....	30
III.5 Etude hydrologique .....	30
III.5.1 Etude des pluies annuelles .....	30
III.5.2 Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique .....	31
III.6 Etude de l'échantillon .....	33
III.6.1 Choix du type de loi .....	33
III.6.2 Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale .....	33
III.6.3 Test de validité de l'ajustement à la loi choisie .....	34
III.6.4 Test de Khi carré pour la loi Normale .....	35
III.6.5 Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton).....	36
III.6.6 Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton).....	38

III.7 Détermination de l'année de calcul .....	38
III.8 Conclusion.....	39

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

I. Introduction.....	40
IV.1 Besoin en eau du périmètre .....	40
IV.1.1 Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC) .....	40
IV.1.2 Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence .....	41
IV.1.2.1 Méthode de penman et motheit modifiée .....	41
IV.1.3 Occupation des sols et choix des cultures .....	43
IV.1.3.1 La céréaliculture .....	43
IV.1.3.2 Arboriculture .....	43
IV.1.3.3 Autre Cultures (le Pastèque et le carotte) .....	43
IV.1.3.4 Assolement et rotation des cultures .....	43
IV.2 Détermination des Besoins en eau des cultures .....	44
IV.2.1 Humidité à la capacité aux champs et de flétrissement .....	45
IV.2.2 La pluie efficace .....	45
IV.2.3 Efficience d'irrigation .....	46
IV.2.4 Evaluation du débit caractéristique .....	54
IV.3 Conclusion.....	54

### **Chapitre V: Dimensionnement du réseau de distribution**

V.I Introduction.....	55
V.2 Réseau de distribution.....	55
V.2.1 Tracé de réseau de distribution.....	55
V.2.2 Découpage des ilots d'irrigation.....	55
V.2.3 Implantation des bornes d'irrigation .....	56
V.3 Modalité de distribution.....	57
V.3.1 Distribution d'eau à la demande.....	57
V.3.2 Distribution au tour d'arrosage.....	57

V.3.3	Tour d'arrosage à la borne.....	57
V.3.4	Tour d'arrosage au niveau de l'antenne.....	57
V.4	La méthodologie de dimensionnement.....	57
V.4.1	Calcul des débits des ilots.....	58
V.4.2	Calcul du débit aux bornes.....	58
V.4.3	Choix du type de borne.....	58
V.4.4	Choix du diamètre de la borne.....	60
V.5	Matériaux de construction des canalisations.....	60
V.5.1	Choix du matériau des conduites.....	60
V.5.2	Les matériaux.....	60
V.5.2.1	Conduites en fonte.....	60
V.5.2.2	Conduites en acier.....	61
V.5.2.3	Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure).....	61
V.5.2.4	Avantages des canalisations en PEHD.....	61
V.6	Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution.....	61
V.7	Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution.....	61
V.8	Dimensionnement des canalisations.....	62
V.8.1	Vitesse admissible.....	62
V.8.2	Calcul des diamètres.....	62
V.8.3	Calcul des pertes de charge.....	62
V.9	Simulation du réseau par le logiciel EPANET.....	67
V.10	Dimensionnement du réservoir de distribution.....	68
V.10.1	Débit caractéristique.....	68
V.11	Conclusion.....	70

## **Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**

V.I	Introduction.....	71
V.2	Définition.....	71
VI.3	Composition d'une installation goutte à goutte.....	72
VI.3.1	Filtre à sable.....	72
VI.3.2	Filtre a tamis.....	72
VI.3.3	Régulateur de pression.....	72

VI.3.4 Les goutteurs .....	73
VI.3.4.1 Classification des goutteurs .....	73
VI.3.4.1.1 Type de fonctionnement hydraulique .....	73
VI.3.5 Injecteur d'engrais .....	74
VI.3.6 La conduite principale .....	74
VI.3.7 Le porte-rampes .....	74
VI.3.8 Les rampe .....	74
VI.3.9 Les distributeurs .....	74
VI.4 Dimensionnement hydraulique d'un réseau goutte à goutte .....	75
VI.4.1 Données générales .....	75
VI.4.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	76
VI.4.3 les besoins journaliers .....	76
VI.4.4 Besoin journalier en tenant compte de la réduction $K_R$ .....	76
VI.4.5 La dose d'irrigation nette pratique.....	77
VI.4.6 Fréquence des arrosages .....	78
VI.4.6 Durée d'arrosage par mois .....	78
VI.4.7 Durée d'arrosage journalier .....	79
VI.4.8 Nombre de poste .....	79
VI.4.9 Surface du poste .....	79
VI.5 Calculs hydrauliques .....	79
VI.5.1 Condition hydraulique .....	79
VI.5.2 La conduite principale .....	80
VI.5.3 Le nombre d'arbres par rampe.....	80
VI.5.4 Nombre de goutteurs par rampe.....	81
VI.5.5 Le nombre de rampes.....	81
VI.5.6 Débit de la rampe.....	81
VI.5.7 Débit de la porte rampe.....	81
VI.5.8 Débit de la conduite secondaire .....	81
VI.6 Dimensionnement des différentes parties du réseau .....	81
VI.6.1 Vérification des pertes de charges.....	82
VI.6.2 Calculs hydrauliques de la rampe.....	82
VI.6.3 Calculs hydrauliques de la porte rampe.....	83
VI.6.4 Calcul des diamètres de la conduite secondaire .....	83

VI.6.5 Calcul de caractéristique de conduites secondaires .....	83
VI.6.6 La pression d'eau à la borne de distribution .....	83
VI.6.7 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable.....	84
VI.7 Conclusion.....	84

### **Chapitre VIII : Evaluation du cout du projet**

VII.1 Introduction.....	85
VII.2 Devis de réseau d'irrigation localisée .....	85
VII.2.1 Dépenses des travaux .....	86
VII.2.2.1 Calcul du volume de dé remblai.....	86
VII.3 Conclusion.....	88

## **LISTE DES TABLEAUX**

### **CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'étude**

**Tableau I.1** Situation de la station météorologique de Ghardaïa.

**Tableau I.2** Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

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

**Tableau I.04** Humidité relative de l'air (%) en année.

**Tableau I.5** Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s)

**Tableau I.6** L'évaporation moyenne mensuelle.

**Tableau I.7** Durée moyenne d'insolation (heures/jour)

**Tableau I.8** Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne

### **CHAPITRE II : Ressource en sol**

**Tableau II.1** caractéristique du profil N°06

**Tableau II.2** caractéristique physico-chimique du profil 06

**Tableau II.3** caractéristique du profil N°1

**Tableau II.4** caractéristique physico-chimique du sol

**Tableau II.5** Aptitude culturale en irrigué.

### **Chapitre III: Ressource en Eau**

**Tableau III.1** Classification des eaux en fonction du SAR

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

**Tableau III.3** *Résultats des analyses des eaux* de la nappe albienne

**Tableau III.4** Caractéristiques de la station pluviométrique

**Tableau III.5:** Précipitation mensuelle de la station Ghardaïa

**Tableau III.6:** Test d'homogénéité de Wilcoxon

**Tableaux III.7:** Ajustement à la loi normale

**Tableaux III.9** Ajustement à la loi log normale

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

### **CHAPITRE IV : Les Besoins en Eau Des Cultures**

**Tableau IV.1** Les résultats de l'ET<sub>0</sub> obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

**Tableau IV.2** Surfaces occupées par les différentes cultures.

**Tableau IV.3** Calendrier cultural

**Tableau IV.4** Humidité à la capacité au champ et de flétrissement

**Tableau IV.5** Les précipitations efficaces dans les zones de projet

**Tableau IV.6** Besoins en eau des palmiers dattiers

**Tableau IV.7** Besoins en eau des pastèques

**Tableau IV.8** Besoins en eau de blé

**Tableau IV.9** Besoins en eau de carotte

**Tableau IV.10** Besoins en eau d'olivier

**Tableau IV.11** Besoins en eau d'orge.

**Tableau IV.12** Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures

### **Chapitre V: Dimensionnement du réseau de distribution**

**Tableau V.1** Le découpage des ilots et leurs surfaces

**Tableau V.2** caractéristique des ilots avec les débits de chaque borne

**Tableau V.3** Choix de diamètre de la borne

**Tableau V.4** Les paramètres de perte de charge

**Tableau V.5:** Calculs hydrauliques du réseau de distribution

### **Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**

**Tableau VI.1** Caractéristique de la conduite de le rampe

**Tableau VI.2** Caractéristiques de la conduite de le porte rampe

**Tableau VI.3** Caractéristique de la conduite secondaire

**Tableau VI.4** résumer des caractéristique de la conduite secondaire ( $Q, D, l, \Delta H$ )

### **Chapitre VII : Evaluation du cout du projet**

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

**Tableau VII .2:** Calcul de terrassement

## **LISTE DES FIGURES**

### **CHAPITRE I : Analyse des conditions naturelles de la zone d'etude**

**Fig. I.1** : Situation géographique de la zone d'étude

**Fig I.2** Histogramme de Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

**Fig I.3** : Histogramme de Températures Moyennes Mensuelles (°C)

**Fig I.4** Histogramme d'Humidité relative de l'air (%)

**Fig 1.5** Histogramme Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).

**Fig 1.6** Histogramme de l'évaporation mensuelle (mm)

**Fig. I.7** Diagramme bioclimatique d'Emberger

**Fig. I.8** Climogramme de Guassen

### **Chapitre III: Ressource en Eau**

**Fig III.1** Mehdi A. 1988

**Fig III.2** Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

**Fig III-3.** Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

### **Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte**

**Figure VI.1** Différent types de goutteurs

**Figure VI.2** Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte a goutte

### **Chapitre VII : Evaluation du cout du projet**

**Fig VII.1:** Schéma simplifié pour place la conduite d'adduction

## **LISTE DES PLANCHES**

**PLANCHE N°1** : plan du réseau d'irrigation du périmètre de hassi lfhel  
secteur 03 w.Ghardaia

**PLANCHE N°2** : plan de la situation du réseau d'irrigation du périmètre  
de hassi lfhel secteur 03 w.Ghardaia

**PLANCHE N° 3** : plan d'occupation du sol du réseau d'irrigation du périmètre  
de hassi lfhel secteur 03 w.Ghardaia

**PLANCHE N° 4** : plan du réseau d'irrigation par goutte à goutte du réseau  
d'irrigation du périmètre de hassi lfhel secteur 03 w.Ghardaia

**PLANCHE N° 5** : plan de profil en Lang du réseau d'irrigation du périmètre  
de hassi lfhel secteur 03 w.Ghardaia

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

## INTRODUCTION

L'eau est universellement reconnue comme une ressource vitale, rare précieuse et donc stratégique.

L'irrigation est utilisée depuis l'antiquité. L'homme l'utilise pour pallier aux inconvénients dus à la répartition des précipitations dans l'espace et dans le temps qui n'est guère avantageuse. Le meilleur moyen était l'humidification artificielle du sol, à l'aide de procédés divers : c'est ce que l'on appelle l'irrigation.

L'usage de l'irrigation présente de nombreux avantages. Il permet d'augmenter la superficie cultivée, d'assurer plusieurs récoltes dans l'année, d'améliorer les rendements des cultures, et d'une façon générale d'intensifier et de stabiliser la production en se libérant des contraintes des variations climatiques.

Mais l'irrigation ne va pas sans inconvénients, surtout si elle est mal conduite, elle peut être néfaste pour le sol, comme pour les cultures.

L'irrigation est aussi, grande consommatrice d'eau. D'importantes quantités d'eau sont en effet nécessaires pour compenser les pertes des plantes et du sol. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités juste nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimés et l'irrigation contrôlée.

Des techniques modernes d'irrigation, plus sophistiquées et plus efficaces permettant de diminuer la consommation d'eau, sont aujourd'hui mise en œuvre, comme par exemple la technique (GAG) goutte à goutte. Cette technique coûte chère à mettre en œuvre de part de son cout élevé et de l'exigence d'un degré de maitrise parfait.

Durant ces dernières années, cette technique moderne est employée intensivement en Algérie dans plusieurs cadres .Plusieurs agriculteurs ont bénéficié de cette technique sans formation, un état des lieux de la pratique d'irrigation sera indispensable pour l'évaluation de la situation pour faire face au gaspillage d'eau et l'utilisation anarchique de ces techniques.

**CHAPITRE I :**

**Analyse des**

**conditions naturelles**

**de la zone d'étude**

## I.1 : Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les paramètres climatiques ainsi que les différentes caractéristiques physiques qui sont favorables à la mise en valeur par l'irrigation. Irriguer fait partie du grand projet d'aménagement du périmètre **Sereg El Arfaj** qui sera irrigué à partir de plusieurs forages.

## I.2 : Présentation de la zone d'étude

La région dans laquelle s'étend le périmètre agricole (**Sereg El Arfaj**) se situe géographiquement dans la partie centrale de la wilaya de **GHARDAIA**. Le périmètre relève administrativement du territoire de la commune de **Hassi L'fhal**, dans la daïra de Mansoura, wilaya de **GHARDAIA**. Il couvre une superficie totale de 1811 hectares, et se situe à environ 20 km au sud de l'agglomération chef-lieu de commune (ACL) de **Hassi L'fhal**. Cette dernière est distante d'environ 145 Km au sud du chef-lieu de la wilaya de GHARDAIA, sur la route nationale N°01 en direction d'El Menea, il est limité par:

- Au Nord par : Mansoura.
  - Au sud par : El Menea.
  - A l'Ouest par : Zaouetdebbagh.
  - A l'Est par : HassiMessaoud.
- 
- ✓ Sur le plan administratif, la zone prévue pour l'aménagement est rattachée à la commune de **Hassi L'fhal** dans la wilaya de **GHARDAIA**.
  - ✓ Le périmètre est compris entre 31° 36' 19" de latitude Nord et de 3° 40' 27" de longitude Est
  - ✓ la superficie totale du périmètre est de 1811 Ha.

La carte de situation de la zone d'étude est présentée comme suit :

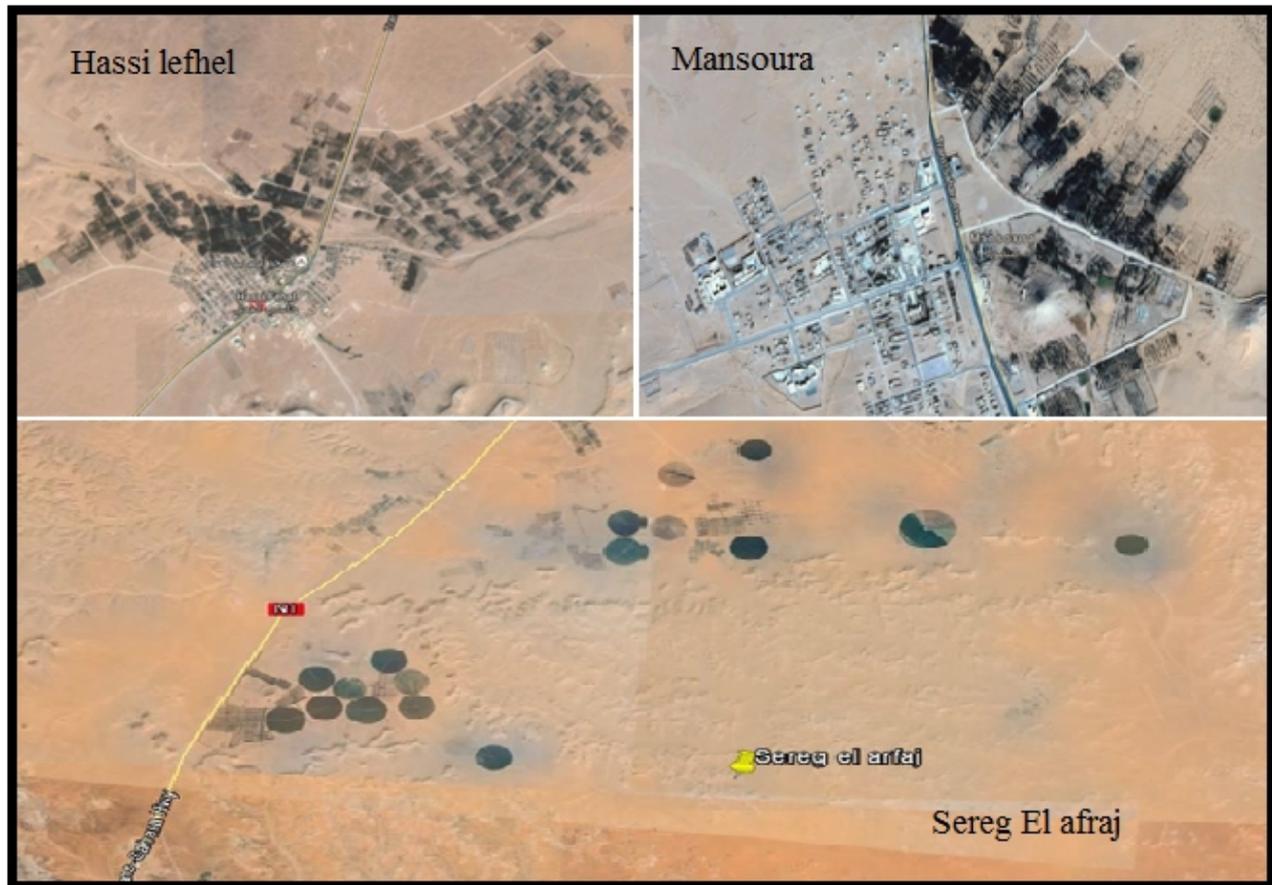


Fig. I.1 : Situation géographique de la zone d'étude.

### I.2.1 : Choix du périmètre d'étude

Le périmètre étudié dans ce Mémoire de fin d'Etudes le périmètre situé dans le plateau de **Hassi l'fhal** qui présente une surface de 250ha.

### I.2.2 : Topographiée Géologie

Le périmètre de **Sereg El Arfaj** s'étale sur des terrains en majorité à très faible pente, s'identifiant à des vallées sèches plus ou moins larges, bordées par des talus abruptes et rocailloux, fournissant une grande quantité de débris de pierres et de cailloux de calcaire très dur. Les versants des vallées ont une topographie de glacis, les talus sont abrupts, puis la pente diminue progressivement jusqu'à devenir nul aux fonds des vallées. La partie ouest du périmètre, située en bordure de la route nationale N°01, est constituée d'une vaste étendue plus ou moins plane, où convergent plusieurs talwegs, qui peut être assimilée à une dépression ouverte. Les altitudes varient entre 380 et 430 m. Nous pouvons à priori noter qu'en dehors de la partie située au nord-ouest du périmètre et, qui chevauche sur les petits monticules rocheux inaptes à la mise en valeur agricole, partout ailleurs, le relief n'est pas contraignant pour la mise en valeur agricole.

### I.2.3 : Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude

Les données du climat qui sévit dans la région sont déterminées à travers les observations effectuées par la station météorologique d'El Goléa (El Menea), représentative de la zone sud de la wilaya ou se situe le périmètre. L'analyse climatique est faite sur la base de données les plus récentes, allant de 1990 à 2012 couvrant ainsi une période s'étalant sur une vingtaine d'années. Elles sont obtenues auprès de l'Organisme National de Météorologie (ONM).

**Tableau I.1** : Situation de la station météorologique de Ghardaïa.

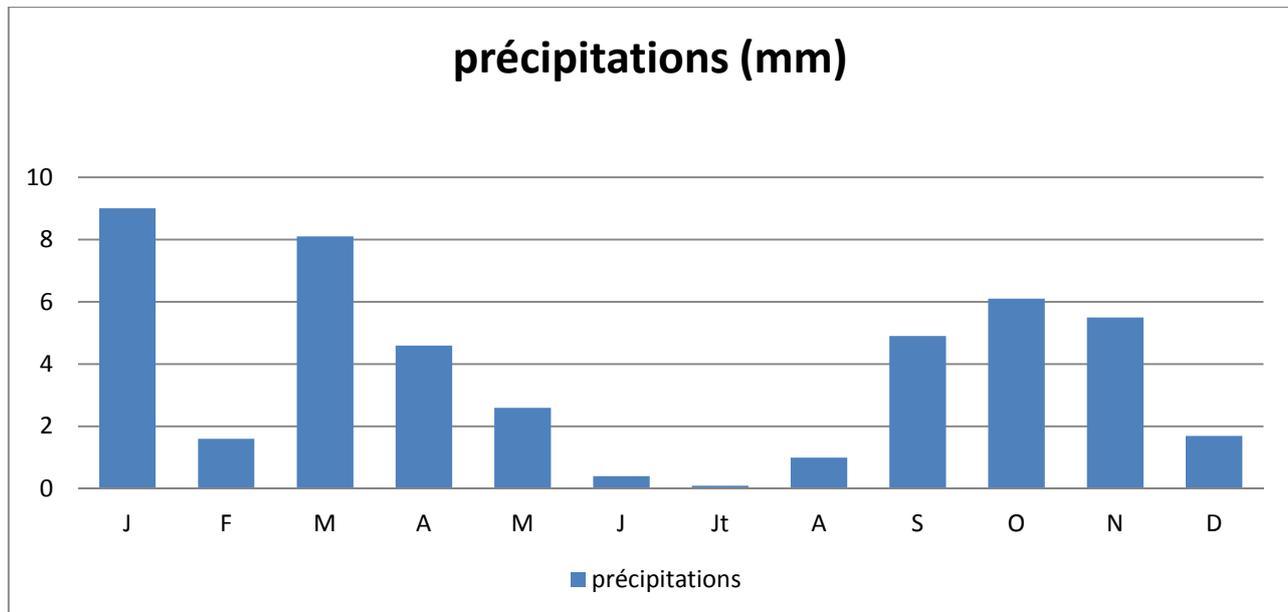
Stations	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Période d'obs.	Durée d'obs.
El Goléa	2°49	30°33	397	1990-2012	22 ans

#### I.2.3.1 : Précipitations

Les pluies ont un rôle primordial dans la constitution des réserves d'eau souterraine. Cependant seule une fraction des eaux pluviales arrivant sur le sol permet de recharger les nappes souterraines. Le tableau ci-dessous représente les données de précipitation moyennes mensuelles calculées sur une période de 22 ans durant la période 1990 à 2012 :

**Tableau I.2** Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

Stations	Pluviométrie	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
El Goléa	P (mm)	9,0	1,6	8,1	4,6	2,6	0,4	0,1	1,0	4,9	6,1	5,5	1,7	<b>45,6</b>
	Jours pluies	1,7	0,9	1,6	1,2	1,1	0,4	0,2	0,5	1,5	1,8	1,6	1,1	<b>13,6</b>
	Pluies max	22	9,3	38	58	14	2	2	11	24	28	16,7	5,1	-



**Fig I.2** Histogramme de Précipitations Moyennes Mensuelles (mm).

**Remarque :**

Nous remarquons que la répartition des Précipitations est irrégulière, la quantité maximale est observée au mois de Janvier, elle est de l'ordre de 9.0 mm par contre au mois de juillet, elle est presque nulle.

**I.2.3.2 : Températures**

Notre région d'étude caractérisée par un climat Saharien, la température joue un rôle très important par son influence sur les autres paramètres météorologiques tel que l'évaporation et le taux de l'humidité de l'atmosphère.

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

Station	T°C	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
El Goléa	Mini	3,0	4,9	9,3	13,1	18,4	23,2	26,2	25,9	22,1	16,1	8,5	3,8	-
	Maxi	17,2	20,1	24,6	28,8	34,3	39,4	42,7	41,8	37,3	30,7	23,6	18,6	-
	T° moy	10.1	12.8	17.7	21.5	26.9	32.0	35.1	34.3	30.1	23.5	16.0	11.0	22.6

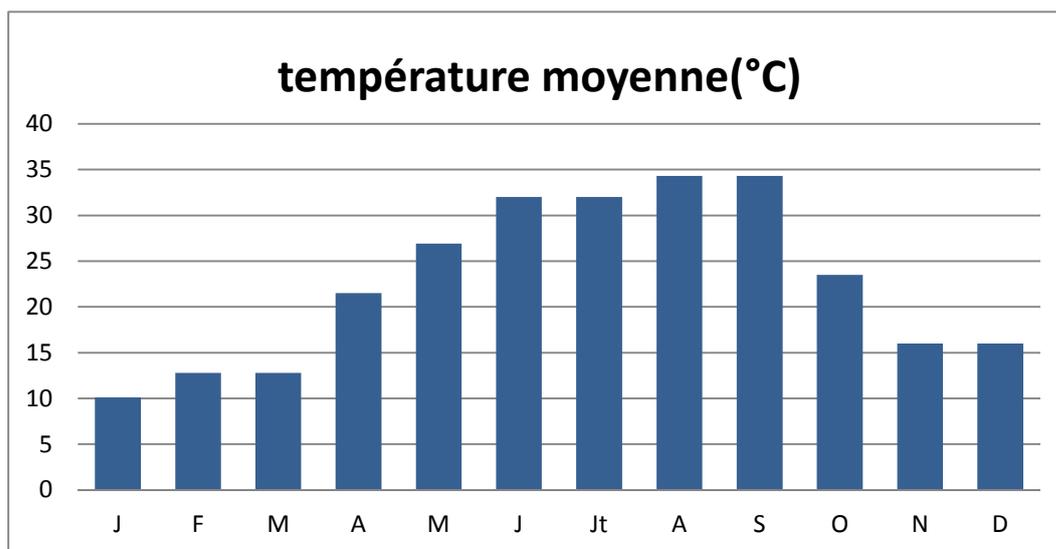


Fig I.3 : Histogramme de Températures Moyennes Mensuelles (°C)

La température maximale moyenne est observée au mois de juillet et qui égale à 35.1 °C.

La température minimale moyenne est observée au mois de Janvier et qui égale à 10.1 °C.

### I.2.3.3 : Autres paramètres climatiques

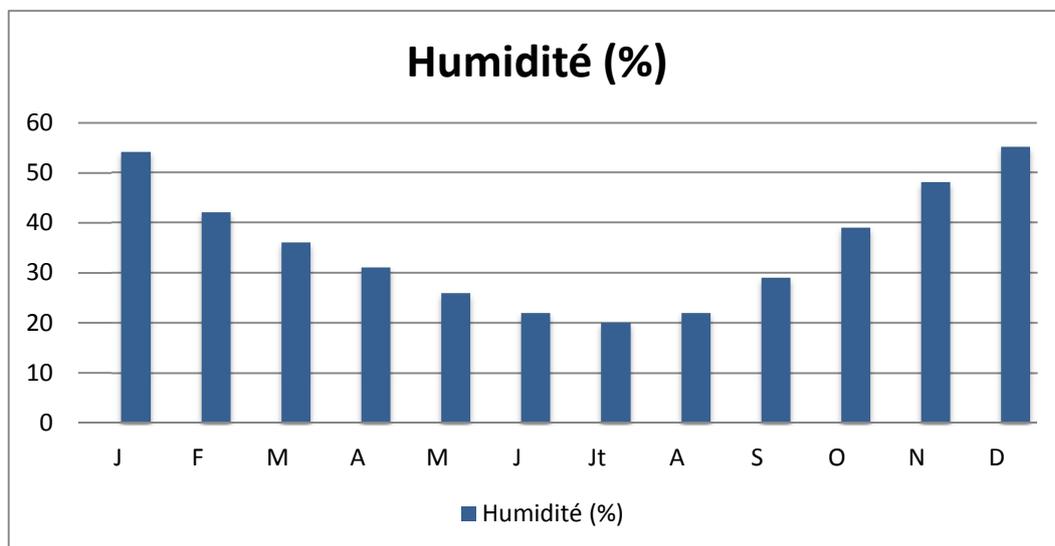
#### I.2.3.3.1 : Humidité relative

L'humidité relative de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale.

Les résultats d'observation sont représentés dans le **Tableau I.4** :

**Tableau I.04** Humidité relative de l'air (%) en année.

Stations	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
El Goléa	H%	54	42	36	31	26	22	20	22	29	39	48	55	-



**Fig I.4 :** Histogramme d'Humidité relative de l'air (%)

### I.2.3.3.2 : Vents

Le vent est un autre facteur climatique important dans la caractérisation du climat. Les vents au niveau de la région de Ghardaïa sont de deux types :

- Les vents de sable en automne, printemps et hiver de direction Nord - Ouest,
- Les vents chauds (Sirocco) dominant en été, de direction Sud – Nord, très secs et entraînant une forte évapotranspiration.

D'après les données de l'O.N.M. (2012) pour la période de 1990-2012, les vents sont fréquents sur toute l'année avec une moyenne annuelle de 7.05 m/s

Les résultats des moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrées à la station d'El Goléa sont présentés dans le tableau suivant:

**Tableau I.5** Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).

Stations	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
El Goléa	Moyen	2,8	3,2	4,0	4,3	4,5	4,3	3,3	3,4	3,6	3,2	2,6	2,6
	Max	29	32	38	29	46	46	29	46	37	33	31	32

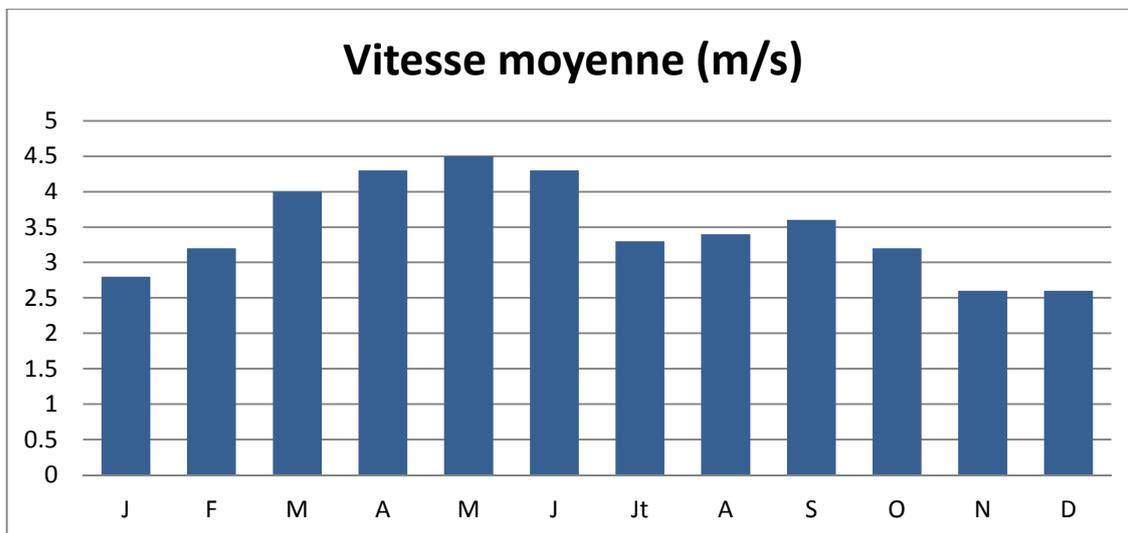


Fig 1.5 Histogramme Vitesse moyenne et Maxi des vents (m/s).

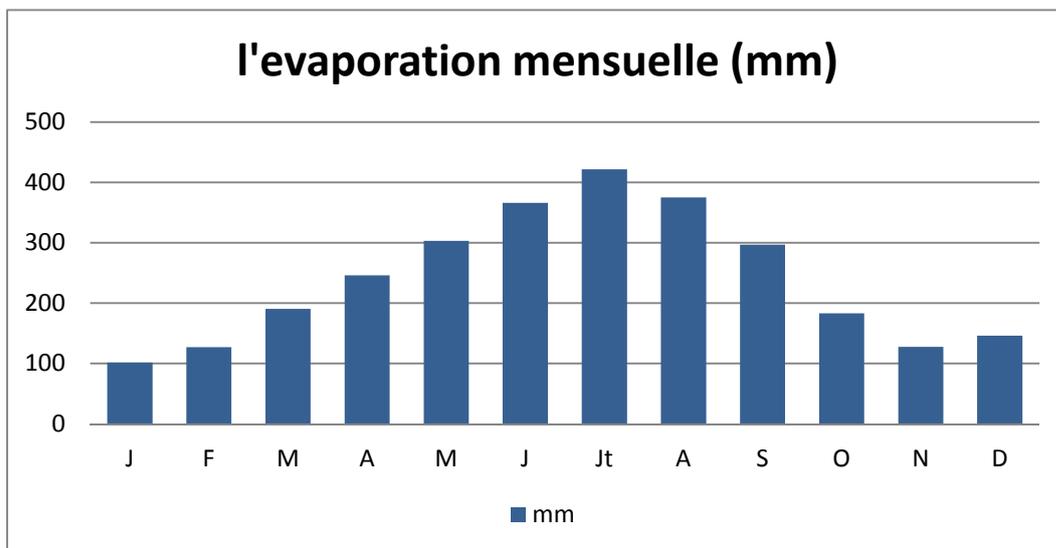
D'après le **Tableau I.5** la vitesse max moyenne du vent est observée au mois d'Mai, elle est à 4.5 m/s.

### I.2.3.3.3 : L'évaporation

Les phénomènes d'évaporation interviennent dans le cycle hydrologique dès le moment où les précipitations; sous forme liquide ou solide; atteignent la surface du sol. De plus l'humidité du sol, soit qu'elle provient des pluies récentes infiltrées à faible profondeur, soit qu'elle remonte par capillarité directement de la nappe phréatique ou par l'intermédiaire de la couverture végétale constitue un aliment important pour l'évaporation. Nous avons indiqué dans le tableau ci-dessous la moyenne mensuelle de l'évaporation.

**Tableau 1.6** L'évaporation moyenne mensuelle.

Stations	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<b>El Goléa</b>	Mm	102.1	127.3	190.5	246.2	303.2	366	421.8	375	296.8	183.3	127.9	146



**Fig 1.6** Histogramme de l'évaporation mensuelle (mm)

On remarque d'après le **Tableau I.6**, que L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de **2886 mm /an**, avec un maximum mensuel de **421.8 mm** au mois de Juillet et un minimum de **102.1 mm** au mois de Janvier.

#### I.2.3.3.4 : Insolation

Insolation signifie la quantité d'énergie solaire reçue, mais aussi peut être synonyme d'insolation, c'est-à-dire la durée d'exposition d'un site au Soleil

Les valeurs moyennes mensuelles sont représentées dans le tableau :

**Tableau I.7** Durée moyenne d'insolation (heures/jour).

Stations	Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<b>El Goléa</b>	h/j	8,2	8,9	8,9	9,7	10,2	10,3	11,2	10,7	8,9	8,7	8,5	8,0

#### I.2.3.4 : Classification du climat selon Indice d'aridité de Martonne

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région

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

Avec  $I_A$  : indice climatique

$P$  : précipitation moyenne annuelle (mm)

$T$  : température moyenne annuelle (°C)

$$\text{A.N: } I_A = \frac{456}{226+10} = 1.39 \quad I_A = 1,39$$

**Tableau I.8** Limite des climats d'après l'indice climatique de Martonne

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

Selon l'indice d'aridité calculé et d'après le tableau de classification ci-dessus, nous constatons que la région est soumise à un type de climat désertique par conséquent, l'irrigation est indispensable mais pour mieux vérifier on utilise le Quotient d'Emberger.

### I.2.3.5 : Quotient pluviométrique d'Emberge

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

$$Q = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2} \quad \text{Avec :}$$

$Q$  : coefficient pluviométrique d'Emberger.

$P$  : précipitation moyenne annuelle (mm).

$M$  : moyenne des températures maximales (Kelvin).

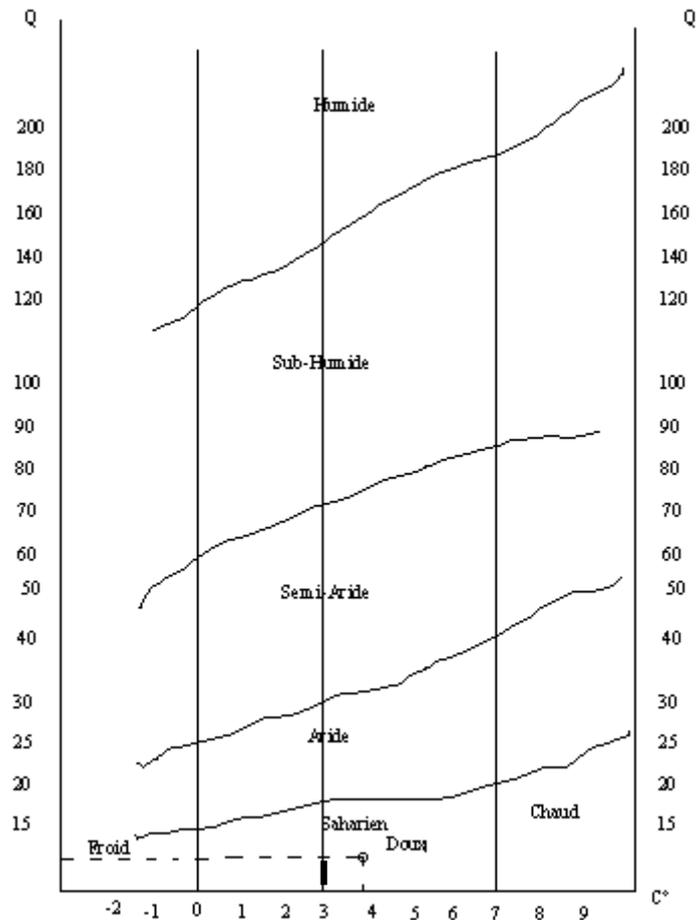
$m$  : moyenne des températures minimales (Kelvin).

**Pour** :  $P=45.6\text{mm}$ .

$M = 42.7^\circ\text{C} = 273 + 42.7 = 315.7\text{Kelvin}$

Et  $m = 3.0^\circ\text{C} = 273 + 3.0 = 276.0\text{ Kelvin}$

$$\text{D' où } Q = 2000 \times \frac{456}{3157^2 - 2760^2} \quad Q=3.88$$



**Fig. I.7** Diagramme bioclimatique d'Emberger

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (**Fig I.7**), on peut dire que le climat de notre région est un climat saharien.

#### **I.2.4 : Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen**

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

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

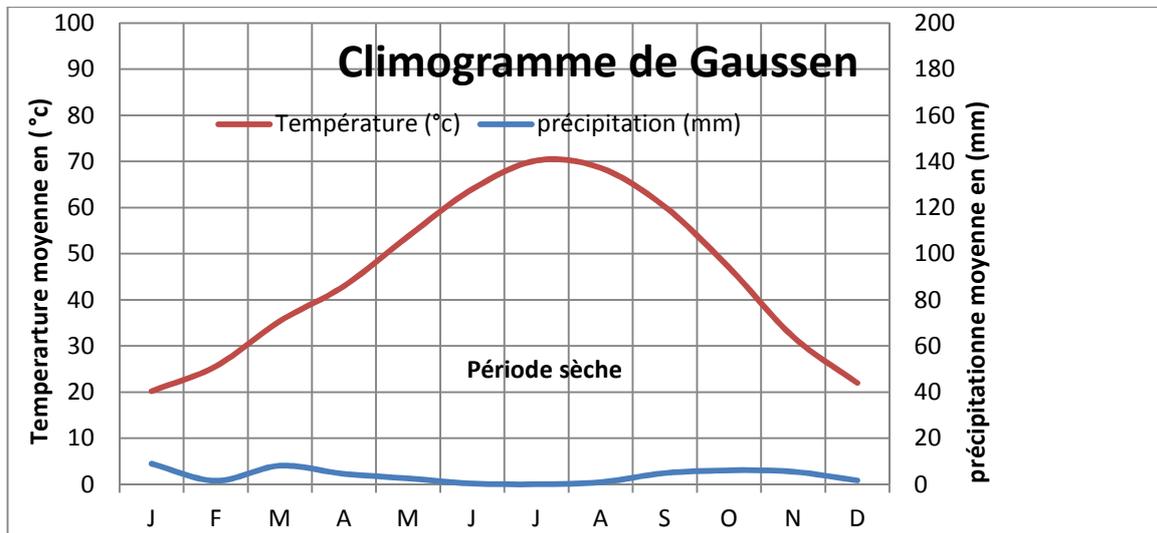


Fig. I.8 Climogramme de Guassen

D'après La figure I.8, Nous remarquons que cette période sèche s'étale tous l'année.

### I.3 : Conclusion

D'après l'analyse des conditions naturelles de la zone d'étude, nous pouvons conclure que :

- Le climat de la région est un climat saharien selon la méthode d'Emberger.
- L'irrigation est indispensable pendant toute l'année.

# **CHAPITRE II :**

## **Ressources en sol**

## Chapitre II : Ressource en sol

### II : Introduction

L'objectif dans ce chapitre est l'évaluation des potentialités édaphiques du périmètre, de faire ressortir les contraintes à l'aménagement hydro-agricole et d'en déduire par conséquent l'aptitude culturale des différents types pédologiques. Pour se faire plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, notamment:

- La profondeur du sol qui régit l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui influe sur la rétention de l'eau.
- La structure et la porosité des horizons qui commandent la perméabilité du milieu et globalement, la plus ou moins grande facilité de conduite des arrosages.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer.
- La bonne connaissance des sols permet le bon choix des cultures.

#### II.1 : Ressources en sols

Le périmètre de **Sereg El Arfaj** a une morphologie plane à très faible pente évoluant sous un climat saharienne qui avec ses caractéristiques  $P/ETP < 0,20$ . Vents violents et fréquents, exerce une action prédominante sur la pédogénèse en favorisant l'ablation des éléments fins avec concentration des éléments grossiers soit sous forme de reg moyen à grossier soit sous forme de masque graveleux.

Dans le but de mettre en valeur ce périmètre (apprécier ses qualités, faire ressortir ses caractéristiques physico-chimiques, déterminer les éventuelles contraintes susceptibles de limiter son utilisation et établir un plan de culture approprié) par le biais des concessions, une étude pédologique a été faite selon les étapes suivantes :

1. Prospections pédologiques (réalisation de 76 profils pédologiques et des prélèvements des échantillons pour chacun de leurs horizons) .
2. Analyse physico-chimique des échantillons.
3. Interprétation des résultats.

### II.1.1 : Occupation du sol

Le périmètre de **Sereg El Arfaj** est en grande partie constitué de terrains nus, le plus souvent tapis d'une couche de cailloux et de graviers, et par endroits de pierres assez grosses. Une couverture végétale très éparse, n'est présente que dans quelques endroits, peu étendus, essentiellement dans les lits d'oueds. Par endroits, on note la présence d'un voile sableux de faible étendu. Sur les monticules constitués de roches calcaires très dures, dont les versants sont abruptes, on trouve souvent sur les sommets, de petites dunes de sables, qui parfois et, en certains endroits débordent sur les talus (rebords) qui entourent le périmètre. Dans la partie sud-ouest, on enregistre aussi la présence de quelques affleurements rocheux de faibles dimensions.

### II.1.2 : Contraintes

Le périmètre d'étude subit néanmoins des contraintes corrigeables, globalement caractéristiques des zones sahariennes :

- ✓ Un climat qui relève de l'étage bioclimatique saharien à hiver frais, et dont la principale caractéristique est un bilan hydrique négatif permanent ;
- ✓ Une charge caillouteuse en surface importante dans certaines parties du périmètre ;
- ✓ La présence des sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (éolisés en reg) et des sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire, unités pouvant faire l'objet d'une mise en valeur en irrigué moyennement des aménagements préalables obligatoires. Le but est de lever les contraintes corrigeables inhérentes à la profondeur du sol et la fertilité;
- ✓ Une certaine sensibilité à l'érosion éolienne due au fait que la zone du projet soit assez venteuse et constituée de sols légers sans couvert végétal protecteur.

L'analyse des conditions naturelles et socio-économiques du périmètre d'étude a montré que ce dernier ne présente pas de contraintes majeures pour la mise en valeur agricole au regard de l'intérêt exprimé par les autorités et la population (acceptabilité) et de ses potentialités en terres et en eau mobilisable qui constituent autant d'atouts pour un développement durable.

### II.1.3 : Brise-vents

Leur mise en place est motivée par la topographie du périmètre situé dans une région exposée aux vents forts pouvant occasionner l'ensablement des régions basses à tout moment durant l'année. Ces vents de sable peuvent causer des dégâts considérables aux cultures, de même qu'ils interfèrent sur l'homogénéité du périmètre. Il est par conséquent impératif d'installer des brise-vents afin d'empêcher les mouvements du sable, en évitant soit la destruction des plantes par l'action mécanique des grains, soit une accumulation plus ou moins importante du sable à l'intérieur du périmètre. Pour une meilleure protection du périmètre, le rideau sera constitué par une bande boisée. C'est une technique qui permet de renforcer la protection du périmètre contre les vents violents. Elle consiste à installer, autour du périmètre, des bandes boisées de 8 à 10 m de large et un écartement de 2 à 2,5 m entre les lignes et 2 m entre les plants. Les espèces à utiliser sont : Face au vent, une bande de deux lignes de casuarina qui a une croissance très rapide (2 m en 2 ans), et face au périmètre, une bande de deux lignes d'acacia cyanophylla. Le linéaire total en brise vents est de l'ordre de 105 Km.

## II .2 : Classification des sols de la zone d'étude

L'analyse a permis de reconnaître deux types d'unités pédologiques qui sont : les sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (regs) et les sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire.

### II .2.1 : les sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (regs)

Ces sols à aspect de surface trop caillouteux (reg moyen à grossier) composé de pierres et cailloux à des formes variées, se caractérisent principalement par une profondeur faible à moyenne par endroits, limitée soit par la roche mère calcaire, soit par un horizon d'accumulation de cailloux et galets de calcaire qu'on peut assimiler à une roche fragmentée.

**II.2.1.1 : Description de Profil n°6**

Les données générales de profil se résument dans le tableau suivant :

**Tableau II.1** caractéristique du profile N°06

Géomorphologie	Glacis
Pente	0-3%
Occupation actuelle	Terrain nu
Aspect de surface	40% de gravier.
Coordonnées	X = 03° 34' 16,5'' Y = 31° 25' 18,7''
<b>Classification</b>	
Classe	Sols peu évolués
S/Classe	Sols peu évolués xériques
Groupe	xériques organisés d'ablation
S/groupe	éolisés en regs

**Source : BENDER**

**II.2.1.2 : Description morphologique du profil N° 06**

**0 – 40 cm** : Sec, couleur 7,5YR 7/6 texture équilibrée, structure particulière, 40% de gravier et cailloux, pas de racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique non décelable, effervescence à l'HCL moyenne.

**>40 cm** : roche mère calcaire fragmentée.

### II.2.1.3 : Résultats analytiques

**Tableau II.2** caractéristique physico-chimique du profil 06

Numéro du profil		P6
Code laboratoire numéro		7
Horizons		H1
Profondeur en cm		0-35
Granulométrie (en %)	Argile	16,20
	Limon Fin	19,50
	Limon Grossière	22,90
	Sable Fin	38,00
	Sable Grossière	3,40
Caco <sub>3</sub> Total (en %)		4,88
Caco <sub>3</sub> Actif (en %)		/
CEC (en méq /100 g)		10,44
PH (au 1/5)		8.98
C.E mmhos/cm. (1/5)		0,43
C %		0,09
MO %		0,15
Gypse %		/

Source : BENDER

### II.2.1.4 : Interprétation et valeur agronomique

Ces sols présentent des potentialités favorables à leur utilisation, mais aussi des contraintes qui nécessitent des aménagements préalables, par l'utilisation de certaines techniques appropriées.

Parmi **les potentialités**, on cite principalement :

- ✓ Une granulométrie dominée par la fraction sableuse très favorable au drainage interne de ces sols ;
- ✓ Des teneurs en calcaire actif faibles, soit à l'état de trace soit à des taux < 5% sans aucune incidence sur les rendements des cultures ;
- ✓ Absence du risque de salinité exprimée par de très faibles teneurs en conductivité électrique (qui sont de 0 à 2 mmhos/cm).

Quant aux contraintes, elles sont exprimées par :

- ✓ Une profondeur faible limitée par la roche mère fragmentée ;
- ✓ Un faible pouvoir de rétention en eau et en éléments fertilisants ;
- ✓ Une structure peu développée ;
- ✓ Une fertilité chimique très faible exprimée par des teneurs en capacité d'échange cationique ( $< 5 \text{ meq/100 g de sol}$ ) et des teneurs en matière organique inférieures à 0,5% dans tous les profils analysés ;
- ✓ Des pH fortement alcalins qui limitent le choix des cultures.

La mise en valeur de ces sols nécessite quelques aménagements préalables tels que :

Un épierreage systématique dans les endroits où la charge caillouteuse est importante ;

Un sous-solage pour briser la roche fragmentée et augmenter sensiblement la profondeur utile de ces sols ;

Des amendements organiques (fumier d'ovins, de bovins) pour améliorer la structure et le pouvoir de rétention de ces sols, et une fertilisation minérale selon les besoins des cultures.

## **II .2.2 : Les sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire**

Ces sols à aspect de surface caillouteux, représentent plus de 60% de la couverture pédologique de ce périmètre, et ils se caractérisent principalement par une profondeur faible à moyenne par endroits limitée par un encroutement calcaire, une texture un peu grossière, des teneurs en matière organique très faibles et une fertilité chimique médiocre.

### **II.2.2.1 : Description d'un profil type des sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire cuisse**

Ces sols à aspect de surface caillouteux, représentent plus de 60% de la couverture pédologique de ce périmètre, et ils se caractérisent principalement par une profondeur faible à moyenne par endroits limitée par un encroutement calcaire, une texture un peu grossière, des teneurs en matière organique très faibles et une fertilité chimique médiocre.

**II.2.2.2 : Description de Profil N°1**

Les données générales de profil se résument dans le tableau suivant :

**Tableau II.3** caractéristique du profil N°1

Géomorphologie	Glacis
Pente	0-3%
Occupation actuelle	végétation éparse.
Aspect de surface	60% de cailloux et gravie
Coordonnées	X = 03° 34' 13,3''    Y = 31° 25' 11,9''
<b>Classification</b>	
Classe	Sols peu évolués
S/Classe	Sols peu évolués xériques
Groupe	gris subdésertique
S/groupe	à encroutement gypseux

**Source : BENDER**

**II.2.2.3 : Description morphologique du profil**

**0 – 30cm** : sec, couleur 7,5YR6/6, texture équilibrée, structure particulière, pas de charge caillouteuse, pas de racines, activité biologique nulle, poreux, friable, matière organique non décelable, effervescence à l'Hcl faible.

**30 – 75cm** : sec, couleur 7,5YR6/8, texture limono-argileuse, structure polyédrique anguleuse, 3% de cailloux + gravier, pas de racines, activité biologique nulle, poreux, peu compact, matière organique non décelable, effervescence à l'Hcl faible.

**>75cm** : encroutement gypseux.

## II.2.2.4 : Résultats analytiques

Tableau II.4 caractéristique physico-chimique du sol

Numéro du profil		P1	
		21	22
Code laboratoire numéro		21	22
Horizons		H1	H2
Profondeur cm		0-30	30-75
Granulométrie (en %)	Argile	27,10	31,30
	Limon Fin	20,40	20,80
	Limon Grossière	17,90	18,40
	Sable Fin	30,00	24,50
	Sable Grossière	4,60	5,00
Caco <sub>3</sub> Total (en %)		10,50	5,63
Caco <sub>3</sub> Actif (en %)		7,20	/
CEC (en méq /100 g)		16,00	18,15
PH (au 1/5)		9,27	8,64
C.Emmhos/cm. (1/5)		0,17	1.1
C %		0,04	0,03
MO %		0,07	0,05

Source : BENDER

## II.2.2.5 : Interprétation et valeur agronomique

Ces sols présentent des potentialités favorables à leur utilisation et des contraintes qui nécessitent des aménagements au préalable, par l'utilisation de certaines techniques appropriées.

- Parmi les potentialités on cite principalement :
- Une texture équilibrée très favorable au drainage interne de ces sols ;
- Des teneurs en calcaire actif à l'état de traces à faibles mais sans aucune incidence sur les rendements des cultures ;
- Absence du risque de salinité exprimée par de très faibles teneurs en conductivité électrique (qui sont de 0 à 2 mmhos/cm);

Les Contraintes légères qui nécessitent des corrections s'articulent autour de :

- ✓ Un aspect de surface moyennement caillouteux ;
- ✓ Des pH très fortement alcalins qui limitent le choix des cultures ;

- ✓ Une structure peu développée ;
- ✓ Une fertilité chimique moyenne exprimée par des teneurs en capacité d'échange cationique (entre 10 et 25 meq/100g de sol) et des teneurs en matière organique inférieures à 0,5% dans tous les profils analysés.

La mise en valeur de ces sols nécessite quelques aménagements au préalable tels que :

- ✓ Un épierreage systématique dans les endroits où la végétation et la charge caillouteuse sont importantes ;
- ✓ Des amendements organiques (fumier d'ovins, de bovins) et fertilisation minérale pour améliorer la structure et la fertilité chimique, la structure et le pouvoir de rétention de ces sols.

### **II.3 : Aptitudes culturales**

Les aptitudes culturales qui sont obtenues à partir des normes utilisées par l'ANRH, ont été identifiées en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques, telles que la granulométrie, la profondeur du sol, la texture, la structure, le pH (alcalinité), le calcaire actif, la salinité (conductivité électrique), la matière organique et la fertilité chimique.

Ces sols présentent de bonnes aptitudes après correction des contraintes, mais compte tenu de la fragilité du milieu et des contraintes liées au climat, le choix doit être orienté vers des cultures maraîchères en irrigué telles que : la pomme de terre, les tomates, la carotte, l'oignon, ail, melon, pastèque, etc., avec l'intégration des cultures céréalières et fourragères et d'espèces arboricoles rustiques. Ces aptitudes culturales sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau II.5 Aptitude culturale en irrigué.

Désignation		Aptitude culturale		
Type de sol	contrainte	bonne	Moyenne	Mauvaise
<b>Sols minéraux bruts xériques organisés d'ablation (éolisés en reg).</b>	Charge caillouteuse importante, Profondeur faible, Fertilité médiocre.		Oignon, pomme de terre, carotte, navet, choux fleur, épinard, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois, arachides, bersim, sorgho, maïs, fêtuque, vesce-avoine, Ray-grass.	Cultures arboricoles
<b>sols peu évolués xériques gris subdésertiques à encroutement calcaire.</b>	Charge caillouteuse moyenne, Profondeur moyenne.	bersim, sorgho, maïs, fêtuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge.	Cultures maraichères, Palmier dattier, olivier, vigne, agrumes, grenadier, figuier, arachides et la luzerne.	

#### II.4 : Conclusion

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

**CHAPITRE III :**  
**Ressources en eau et**  
**Hydrologie**

## **Chapitre III: Ressource en Eau et Hydrologie**

### **III : Introduction**

Le Sahara est caractérisée par la faiblesse et l'irrégularité des pluies qui empêchent l'entretien d'un tapis végétal continu pour donner naissance à des vrais sols et permettre la vie d'une grande faune. L'agriculture sédentaire n'est possible qu'avec l'irrigation et celle –ci repose presque totalement sur des eaux souterraines fossiles.

#### **III.1 : Ressources en eau**

L'eau est l'élément vital et fondamental à toute activité économique à travers la wilaya de Ghardaïa, surtout quand il s'agit de l'activité agricole. Les ressources hydriques sont soit de surface, soit souterraines.

##### **III.1.1 : Eaux de surface**

Celles-ci sont générées par les inondations des oueds à régimes temporaires, sporadiques et cycliques. L'oued M'Zab, hormis les autres cours d'eau de moindre importance liés à l'oued Metlili, à l'oued Touil, etc., constitue la plus importante artère drainante de la wilaya. Ces eaux, celles de ses principaux affluents et des autres oueds, sont mobilisées par plusieurs digues qui alimentent les nappes inféro-flux exploitées surtout pour l'irrigation des palmeraies. Ces ressources hydriques restent tout de même aléatoires du fait qu'elles dépendent des précipitations irrégulières et rares dans cette région.

Donc, dès à présent on peut affirmer que l'irrigation des périmètres ne peut en aucun cas se suffire de ce type de ressources hydriques.

##### **III.1.2 : Eaux souterraines**

Ces eaux sont issues de deux (02) nappes principales : la nappe du complexe terminal (CT) et la nappe du continental intercalaire(CI) dominante.

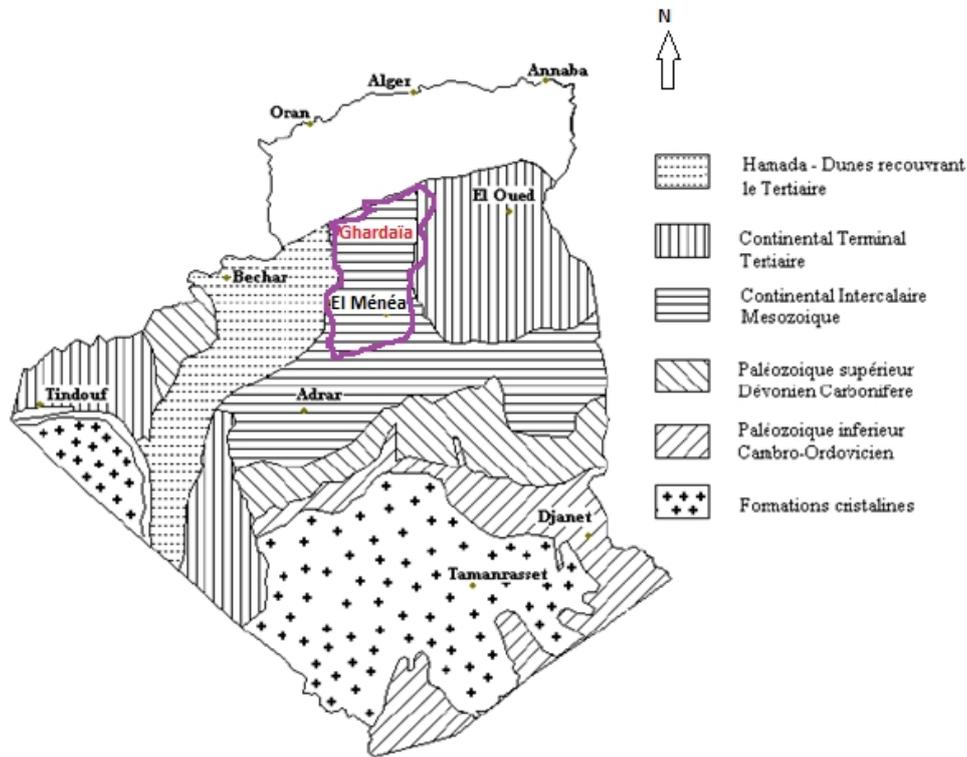


Fig III.1 Mehdi A. 1988

### III.1.2.1 : La nappe du Complexe terminal (C.T)

Elle se compose de deux (02) parties séparées par l'anticlinal du **M'Zab** :

- ✓ Le bassin occidental, compris entre le **M'Zab**, la vallée de la Saoura et la flexure Atlasique ;
- ✓ Le bassin oriental, limité à l'ouest par le **M'Zab**, au sud par les plateaux du Tademaït et du Tinrhert et se prolonge vers l'est en direction de la Tunisie et de la Libye.

La wilaya de Ghardaïa constitue globalement la zone de partage entre le bassin occidental et le bassin oriental de la nappe du complexe terminal (C.T). Du point de vue stratigraphique, on trouve à la base du complexe terminal, le Cénomaniens argilo-carbonaté. Spatialement, le méridien passant par Ghardaïa constitue la limite d'extension du complexe terminal vers l'ouest. Le complexe terminal regroupe plusieurs aquifères, notamment le Sénonien, l'Eocène et le Mio-pliocène. Une partie des aquifères du complexe terminal possède un exutoire au niveau des chotts. Ces chotts sont partiellement alimentés par une drainante ascendante provenant des eaux souterraines. Le bilan hydraulique du complexe terminal, déjà au début des années 1970, était déficitaire d'environ 3 m<sup>3</sup>/s.

Cependant, on remarque que seule une petite partie de ce complexe (C.T) touche les limites nord/est de la wilaya de **Ghardaïa**.

### III.1.2.2 : La nappe du continental intercalaire(C.I)

Cette nappe constitue la plus importante ressource hydrique à travers la wilaya de **Ghardaïa**. Avec près de 800 000 km<sup>2</sup>, le continental intercalaire (CI) est l'un des aquifères les plus étendus de la planète. L'une de ces particularités est de constituer une ressource en eau souterraine « fossile » puisque très peu alimentée avec les conditions climatiques actuelles. La nappe du continental intercalaire souvent appelée « Nappe de l'Albien » couvre les terrains dont l'âge va du Trias à l'Albien. A l'affleurement, le CI se présente sous la forme d'une succession de bancs gréseux, de sables fins et de niveaux argileux. La puissance de cet aquifère est généralement comprise entre 200 m et près de 1000 m. La recharge directe par les précipitations est quasi nulle tant la pluviométrie est très limitée. La seule contribution potentielle par les pluies est liée à l'épandage des crues au pied des reliefs de l'Atlas Saharien. Même si les premières estimations aboutissaient à des chiffres plus importants, les dernières modélisations (BNEDER/BRL/Ecole des Mines de Paris) aboutissent à une recharge actuelle du CI de l'ordre de 8,5 m<sup>3</sup>/s, donc très faible par rapport au volume stocké. L'exploitation de cette ressource s'apparente donc à un « gisement minier » dans lequel les prélèvements sont réalisés au détriment du stock.

Concernant le périmètre objet de l'étude, Une situation arrêtée au 31/12/2011 par la Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire de la wilaya permet d'avoir des référents en vue d'une mobilisation des eaux souterraines pour les besoins de la mise en valeur agricole envisagée au niveau de la commune de Hassi Lefhel. Les informations disponibles se résument comme suit :

- ✓ Profondeur moyenne : 500 m .
- ✓ Débit moyen : 80 - 100 l/s .
- ✓ Caractéristiques : Artésien.
- ✓ Variation débits (1970 et 1981) : + 60 l/s .
- ✓ Rabattement (1970 et 1981) : 2,45 m .
- ✓ Eaux mobilisées : 29,88Hm<sup>3</sup> / An .
- ✓ Affectation eaux mobilisées : AEP (21%), AEI (0%), Irrigation (79%).

Ainsi, les possibilités pour notre périmètre d'étude (zone d'accueil commune de **Hassi L'fhal**) sont une profondeur moyenne de 400 à 500 m et un débit moyen de l'ordre de 80 - 100 l/s. Concernant les variations des niveaux piézométriques, la région enregistre une valeur de 2,45 m, et une variation positive des débits (+ 60 l/s). Concernant l'affectation des eaux mobilisées, la

part qui revient à l'agriculture est très importante puisqu'elle représente quatre cinquième (79%) du total.

Il existe donc des possibilités de mobiliser les eaux souterraines pour faire face aux besoins en irrigation des cultures projetées et ce, bien qu'on assiste depuis 1970 à une variation des débits (+ 60 l/s) et à un rabattement du niveau piézométrique de la nappe aquifère du continental intercalaire (2,45 m) à travers les différentes régions de la wilaya, résultant dans certains cas de l'exploitation irrationnelle de la nappe à des fins non stratégiques (cultures secondaires). Dans ces conditions, les techniques qui permettent une économie d'eau, notamment l'irrigation localisée devrait être la règle.

### **III.2 : Mobilisation des eaux souterraines**

Pour la mobilisation des eaux destinées à l'irrigation, et en considérant les données hydrogéologiques, le captage des eaux à partir de la nappe du continental intercalaire qui alimente notre périmètre d'irrigation se fait avec une profondeur moyenne de 400 à 500 m.

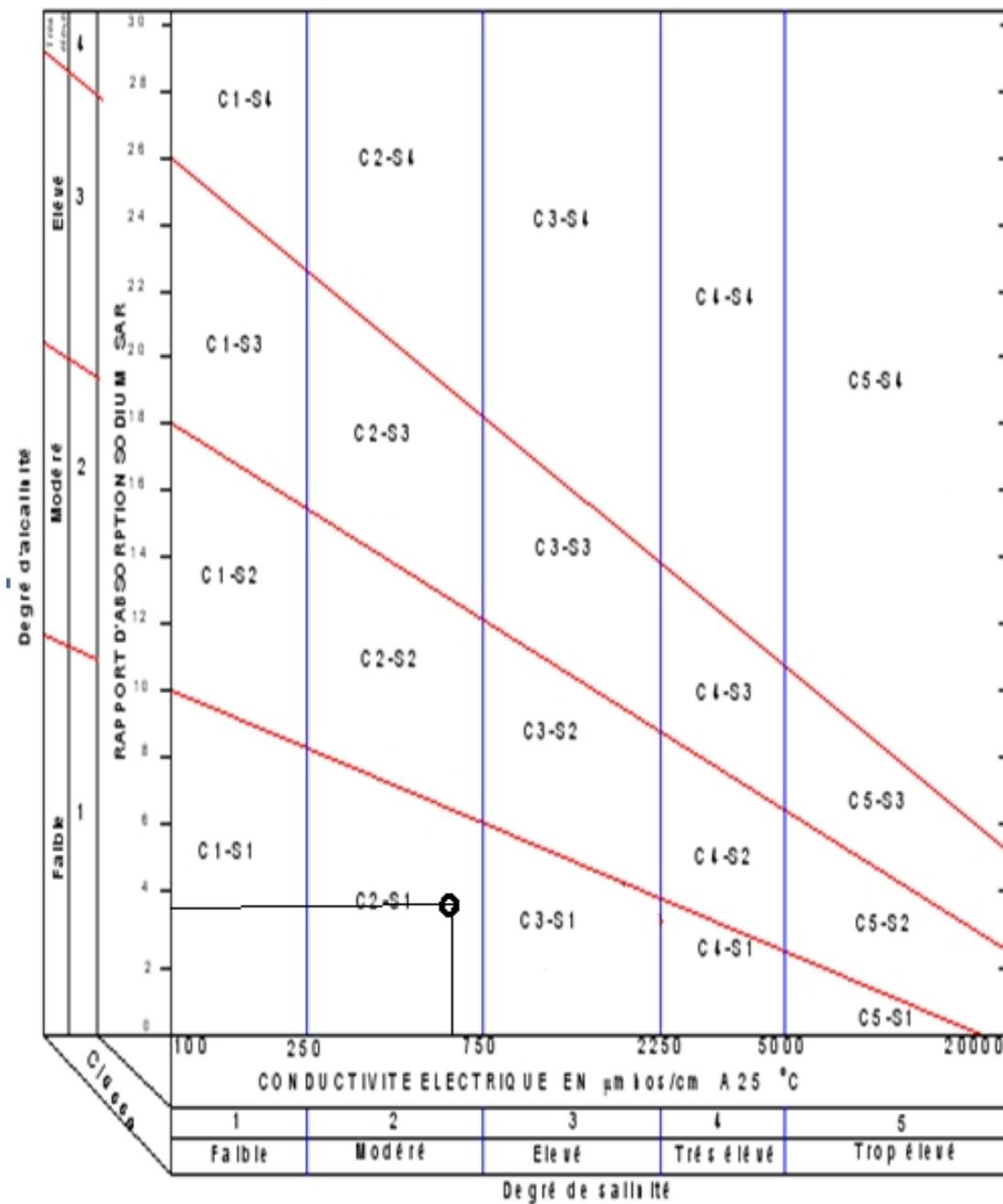
Pour mobiliser les eaux souterraines sont mobilisées par la réalisation de 4 forages pouvant assurer chacun 25 l/s, soit un total de 100 l/s. Ce qui permet de répondre aisément aux besoins en eau des cultures.

### **III.3 : Qualité des eaux**

La principale caractéristique de l'eau d'irrigation est sa composition chimique, qui consiste en un bilan ionique pour aboutir à sa qualité, du point de vue salinité, et danger d'alcalinisation.

Pour classer cette eau et déduire sa qualité chimique, nous allons utiliser le diagramme proposé par le laboratoire de RIVERSIDE modifier pour être utilisable en Algérie, par J.H. Durand (Fig.2)

Fig.III.2 Diagramme de classification des eaux d'irrigation



En abscisse de ce diagramme, on trouve les valeurs de la conductivité électrique CE en micro mhos/cm, et en ordonnées les valeurs du sodium absorption ration SAR

La conductivité électrique CE. Est mesurée directement avec la conductivité-mètre ramenée à 25°C en micro mhos/cm

Le sodium absorption ration SAR, nous donne une estimation de danger d'alcalinisation donné par :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec Na, Ca, Mg sont exprimés en meq/l

Quatre classes de risque alcalin ont été définies, en relation avec le risque salin :

**Tableau III.1** Classification des eaux en fonction du SAR

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

D'après la classification de L'U.S. salinity laboratory (USSL) .les eaux d'irrigation peuvent être classé en fonction de conductivité électrique (CE) et en fonction de l'alcalinité (SAR)

**Tableau III.2** 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

**III.3.1 : Analyse de la situation des forages**

La zone d'étude connaît une dispersion illimitée de forages anciens et contemporains répondant aux exigences de la demande en eau pour l'irrigation et AEP nous citons dans le tableau ci-dessous les caractéristiques techniques des forages.

Les résultats des analyses des prélèvements sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau III.3** Résultats des analyses des eaux de la nappe albienne :

	PH	CE mmhos/cm	RS	SAR	Ca <sup>++</sup> (meq/l)	Mg <sup>++</sup> (meq/l)	Na <sup>+</sup> (meq/l)	Cl <sup>-</sup> (meq/l)	So <sup>4-</sup> (meq/l)
<i>Belbachir</i>	8.2	0.70	2.1	2	1.1	0.6	1.6	1.82	0.68
<i>Badrian</i>	7.5	0.7	3.8	0.31	1.5	0.58	0.32	1.79	0.71
<i>Djeramna</i>	7.7	0.69	1.9	0.46	0.036	0.017	0.075	1.79	0.015
<i>El-Menia</i>	6.9	0.7	2.97	3.38	1.65	0.92	3.83	1.64	0.74

(Source DSA El-Menia)

D'après les le tableau ci-dessus : on prend la valeur la plus élevé

Ce : 0.7 mmhos/cm

SAR : 3.38

Classe : C2-S1

Salinité : eaux à salinité moyenne

Ces eaux est utilisables du point de vue d'alcalinisation, cette eau est utilisable pour l'irrigation de presque tous les sols avec peu de danger d'alcalinisation bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être avocatier.

### III.4 : Pertes en eau

Ces pertes se résument en :

- 1- Une grande partie des eaux de la nappe phréatique provient des pertes très importantes de puits artésiens très vieux dont les tubages sont corrodés
- 2- Les pertes techniques, causées par :
  - a- Des cassures au niveau des conduites de distribution.
  - b- Manque de raccordement entre les conduites
  - c- Un mauvais raccordement a été sujet de perte d'eau
  - d- Des répartitions banales avec des sachets en plastique, malgré cela, les pertes ont toujours donné signe de la vie.
- 3- Mobilisation des eaux d'une manière irrationnelle ce qui permet des sur-irrigations.
 

Dans tous les cas, les conséquences sont deux ordres :

  - a- La remontée de la nappe phréatique suite à son alimentation.
  - b- La végétation souffrira d'une asphyxie, dès que la nappe phréatique atteint ses racines.

### III.5 : Etude hydrologique

L'hydrologie est définie comme une science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre, ainsi que l'ensemble des aspects liés aux processus de maturation de n'importe quel ouvrage hydraulique.

Ce volet a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

#### III.5.1 : Etude des pluies annuelles

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station de Ghardaïa qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude.

**Tableau III.4** Caractéristiques de la station pluviométrique

Station Pluviométrique	Code de la station	X	Y	Période d'observation.	Durée d'observation.
Ghardaïa	130427	502.895	210.9 17	1989-2012	23 ans

La série des précipitations moyennes mensuelles (1990-2012) de la station pluviométrique de Ghardaïa est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau III.5:** Précipitation mensuelle de la station Ghardaïa

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNUEL
Années	Précipitation												
1990-1991	0	0	16.2	2.5	2.6	3.7	5.8	1.4	11.7	0.7	0	0	44.6
1991-1992	4.1	0.5	3.8	5.5	8	0	22.5	3.5	9.9	0	0	0	57.8
1992-1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993-1994	0.7	11.2	3.4	0	5.3	0	62.2	1.1	0	8.9	0	0	92.8
1994-1995	75.8	23.7	5.8	1.3	0	0	6.3	0	0	0	0	0	112.9
1995-1996	33.9	8.4	5.4	6.7	13.6	24.9	21.1	0.2	0	0	1.3	0	115.5
1996-1997	0	0.8	0	2.3	0.2	2.4	0	60.6	1.1	0	0	0	67.4
1997-1998	44.1	0	10.4	32.4	0	0	2.5	0.6	0	0	0	0	90
1998-1999	9.9	0	0	0.3	53.8	0.8	4.4	0	1.2	0	7.6	0	78
1999-2000	0.9	0	24.7	27.7	0	0	3.6	0	6.1	1.8	0	0	64.8
2000-2001	5.2	13.1	0	0	0	1.3	0.3	1.7	0	0	0	0	21.6
2001-2002	12.8	0.5	5.7	23.6	0.7	0	2.7	0.8	1.6	0.1	0	3.7	52.2
2002-2003	10.1	26.6	16.9	0	18.4	2.6	23.5	0.2	0	0.1	0	6.9	105.3
2003-2004	7.1	22.3	0	3.7	49	0.4	7.2	44.8	1	34.5	0	12.2	182.2
2004-2005	0	0	21.2	3.5	6.4	1.1	0	0	0	3.9	1.7	7.7	45.5
2005-2006	62.8	10.2	2.2	0	57.5	0	0.2	6.3	4.1	0	4.3	2.6	150.2
2006-2007	7.7	5.8	4.4	13.6	0.1	0	4.1	12.3	3.4	0	0	16.5	67.9
2007-2008	2.6	0	0	3.5	5.4	10.3	0	0	0.6	1.2	1.1	0	24.7
2008-2009	79.5	30.8	8.8	7.3	59.3	1	10.5	0.4	0	17.4	0	0	215
2009-2010	45.8	0	0	0	5.6	0	0	0	3.5	1.5	2	0	58.4
Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	ANNUEL
2010-2011	0.5	3.5	0	0	1.5	0	16.9	15	1.5	27	0	0	65.9
2011-2012	24	18	0	0	6.5	1	7.5	8.5	0		0	0	65.5
2012-2013	0	6	7	2	1.2	0	3.7	0.7	0	0	0.1	1.7	22.4
Moyenne	18.59	7.89	5.91	5.91	12.83	2.15	8.91	6.87	1.99	4.41	0.79	2.23	78.29

Source : BNDER

### III.5.2 : Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Le test d'homogénéité consiste à vérifier que K ( $K \geq 2$ ) échantillons (groupes) proviennent de la même population ou que la distribution de la variable d'intérêt est la même dans les K échantillons

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon qui repose sur le procédé ci-dessous :

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries : X et Y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_2 > N_1$
- ✓ On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre décroissant .à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée,

son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :  $W_{min} < W_y < W_{max}$

$W_y$ : Somme des rangs des sous séries

$$W_{min} = \left[ \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left( \frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{0.5} \right]$$

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

$N_1=11$  et  $N_2=12$

Le tableau suivant détaille le procédé de test d'homogénéité des pluies de notre station :

**Tableau III.6:** Test d'homogénéité de Wilcoxon

Rang	La Série P (mm)	Séries X (mm)	séries-Y (mm)	Décroissant (mm)	Y union X
1	44.6	105.3	44.6	215	X
2	57.8	182.2	57.8	182.2	X
3	0	45.5	0	150.2	X
4	92.8	150.2	92.8	115.5	Y
5	112.9	67.9	112.9	112.9	Y
6	115.5	24.7	115.5	105.3	X
7	67.4	215	67.4	92.8	Y
8	90	58.4	90	90	Y
9	78	65.9	78	78	Y
10	64.8	65.5	64.8	67.9	X
11	21.6	22.4	21.6	67.4	Y
12	52.2		52.2	65.9	X
13	105.3			65.5	X
14	182.2			64.8	Y
15	45.5			58.4	X
16	150.2			57.8	Y
17	67.9			52.2	Y
18	24.7			45.5	X
19	215			44.6	Y
20	58.4			24.7	X
21	65.9			22.4	X
22	65.5			21.6	Y
23	22.4			0	Y

Nous avons :  $99.65 < 121 < 164.35$

donc  $W_{min} < W_y < W_{max}$

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

### III.6 : Etude de l'échantillon

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées en Algérie sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou log- Normale

#### III.6.1 : Choix du type de loi

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité nous permet d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable.

Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation à 0,5.

#### III.6.2 : Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

Le procédé de calcul consiste à:

Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.

Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.

Calculer la fréquence expérimentale (par la formule de Hazen par exemple).

Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta}$  .

Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $C_{S=0}$ ).

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}}$  .

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

$$X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{P\%}$$

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

$U_{P\%}$ : variable réduit de Gauss.

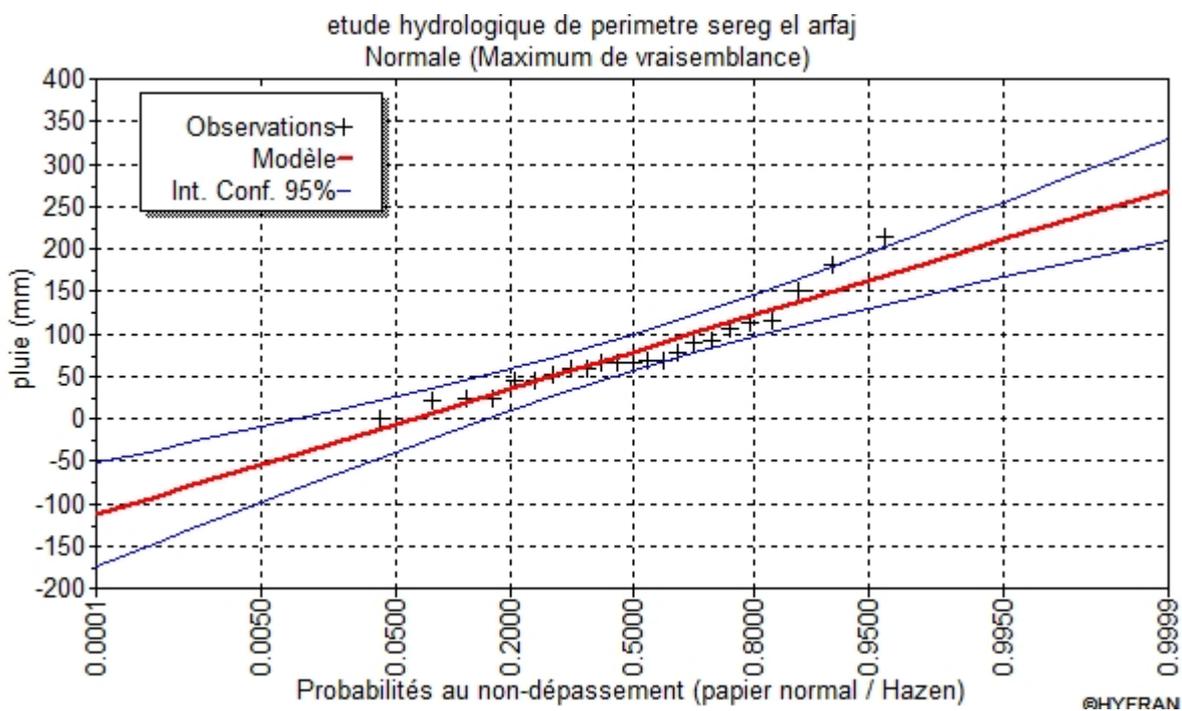
$\bar{X}$  : Moyenne arithmétique.

$\delta$  : Écart type

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau III-8 et au **Figure III.2**

**Tableaux III.7** Ajustement à la loi normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	198	21.0	157 – 239
50.0	0.9800	184	19.2	146 – 221
20.0	0.9500	163	16.7	130 – 195
10.0	0.9000	144	14.6	116 – 173
5.0	0.8000	122	12.5	96.9 – 146
2.0	0.5000	78.3	10.7	57.3 - 99.3
1.2500	0.2000	35.0	12.5	10.5 - 59.6



**Figure III.2:** Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss

**III.6.3 : Test de validité de l’ajustement à la loi choisie**

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

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

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

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

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

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

$$\lambda = K - 1 - P$$

Avec :

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

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

**III.6.4 : Test de Khi carré pour la loi Normale**

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

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

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

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}}=8.96 \quad \gamma=4$$

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

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

$$\chi^2_{\text{calculé}} = 8.96 < \chi^2_{\text{théorique}} = 13.277$$

Donc l'ajustement est à considérer

### III.6.5 : Ajustement des pluies annuelles à la loi du log-normale (loi de Galton)

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

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

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

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

Avec:

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

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

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

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

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

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

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

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN Les résultats obtenus figurent dans le **Tableau III.9** Et au **Figure III.3**

Tableaux III.9 Ajustement à la loi log normale

T	F	P%	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.99	286	299	126 – 206
50.0	0.98	241	205	113 – 915
20.0	0.95	186	115	107 – 557
10.0	0.9	148	68.3	91.4 – 359
5.0	0.8	112	36.7	69.0 – 213
2.0	0.5	86.6	12.8	32.4 - 82.5
1.2500	0.2	66	6.09	11.5 - 35.3

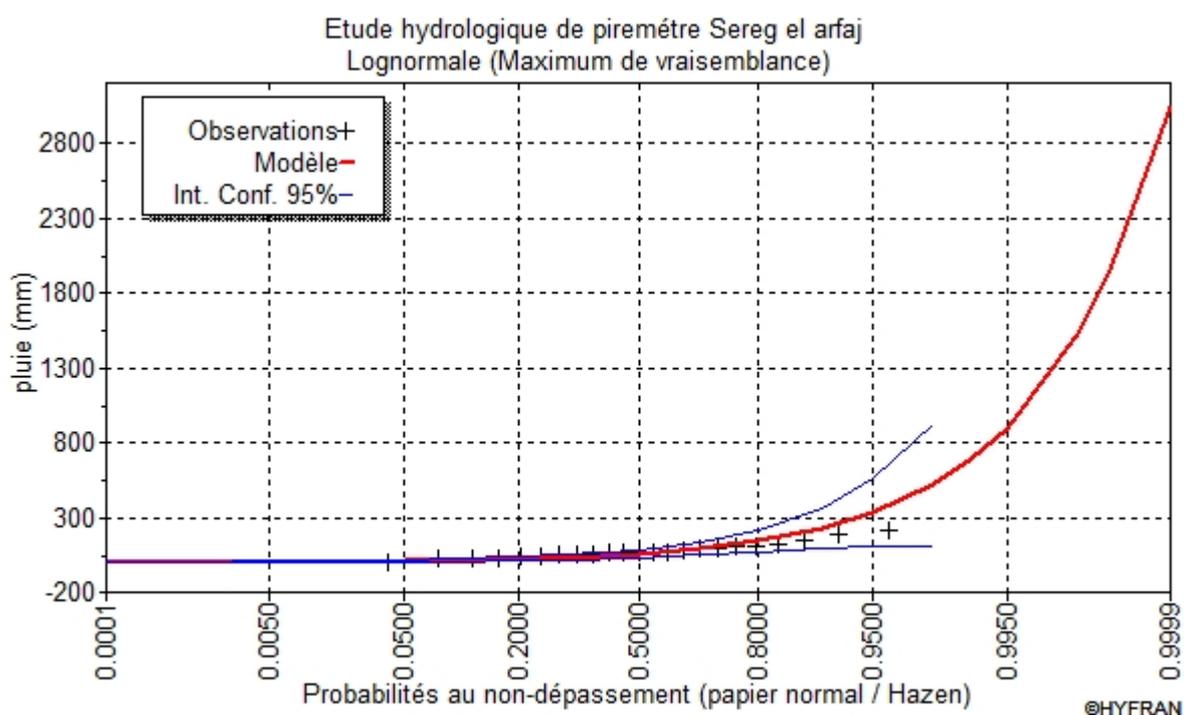


Figure III-3. Ajustement des pluies annuelles à la loi log-Normale

### III.6.6 : Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale (loi de Galton)

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

- ✓ On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$  .
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$  .
- ✓ On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson III.
- ✓ La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$  .
- ✓ D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivants:
- ✓  $\chi^2_{\text{calculé}} = 3.48$   $\gamma = 4$
- ✓ D'après la table de Pearson du  $\chi^2$  on a :
- ✓  $\chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$
- ✓  $\chi^2_{\text{calculé}} = 3.48 < \chi^2_{\text{théorique}} = 9.488$

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

### III.7 : Détermination de l'année de calcul

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

$P_{\text{théorique } 80\%} = 38.8$  mm.

$P_{\text{théorique } 50\%} = 66$  mm.

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

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

Avec :  $i$  : mois

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

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

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
$P_{i,\text{moy}}$ (mm)	18.3	7.9	6.7	5.9	12.8	3.1	8.9	6.9	2	4.2	0.8	2.2
$P_{\text{sec}80\%}$ (mm)	10.80	4.66	3.95	3.48	7.55	1.83	5.25	4.07	1.18	2.48	0.47	1.30

### **III.8 : Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé en premier temps la problématique des ressources en eau de la zone d'étude. Etant donné les caractéristiques climatiques arides de la région, les calculs hydrologiques ont montré la nécessité d'approvisionnement en eau du périmètre à partir de forage. Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 5 ans. la série pluviométrique est en effet homogène et adéquate avec la loi de **(log-normale)**.

De point de vue ressource en eau, grâce à la présence de plusieurs nappes aquifère, dans certaines peuvent donner des débits très appréciables, reste sa qualité chimique qui extrêmement important, quant à son utilisation.

De plus, il est nécessaire d'améliorer les équipements des anciens forages afin de limiter l'alimentation de la nappe phréatique.

D'après les résultats des analyses des eaux on conclut que :

- La salinité provient des eaux de la nappe phréatique.
- les eaux d'irrigation sont bonnes pour l'agriculture.

# **CHAPITRE IV :**

## **Calcul des besoins en eau des cultures**

## Chapitre IV: Calcul des Besoins en Eau Des Cultures

### IV : Introduction

Cette étude a pour objectif d'évaluer les besoins en eau des cultures, et ce sur la base des informations conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, les potentialités des sols, la disponibilité de l'eau, la fertilité des sols, les pratiques culturales et les méthodes d'irrigation.

La détermination des besoins en eau pour les cultures est régie par le phénomène d'évapotranspiration et les besoins des cultures pratiquées.

#### IV.1 : Besoin en eau du périmètre

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme étant la dose apportée aux cultures dans des moments propices, afin de mettre celles-ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

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

##### IV.1.1 : Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à un l'évapotranspiration potentielle, puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0$$

Avec :

$K_C$  : Représente le coefficient culturale, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Dans notre projet, nous nous intéressons surtout à L'évapotranspiration de référence "ET0", car nous voudrions atteindre à tout prix, des rendements agricoles élevés et stables. Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture "ET culture", après avoir déterminé les coefficients culturaux " $K_C$ ". Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs "BEC", sont déterminés par la relation suivant

$$BEC = ET_{culture} - P_{eff}.$$

Dans la quelle :

$BEC$  : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

$P_{eff}$  : Pluies efficaces en (mm).

#### IV.1.2 : Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux d' l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Les recherches actuelles sur les besoins en eau des cultures agricoles ne sont plus menées dans le seul but d'obtenir des données précises sur chaque plante, mais surtout elles sont s'orientés vers l'établissement de formules universelles. Elles permettent de calculer rationnellement ces besoins, dans n'importe qu'elle région.

Pour cela, il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

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

En ce qui concerne notre projet, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel appelé ; CROPWAT version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de Mr PENMAN et MONTHEITH modifiée.

##### IV.1.2.1 : Méthode de PENMAN et MONTHEIT modifiée

L'expérience a montré que l'expression obtenue, préditait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride.

La formule de **PENMAN et MONTHEITH** modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)]$$

Où:

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

$W$  : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différentes températures et altitude.

$R_n$  : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

$F(u)$  : Fonction liée au vent.

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

$ed$  : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence ( $ea - ed$ ) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Dans le **Tableau IV.1** nous présentons l'évapotranspiration de référence  $ET_0$ , calculée à l'aide du logiciel **CROPWAT. 8 .0 bêta**, selon la formule de **PENMAN et MONTHEITH** modifiée.

**Tableau IV.1** Les résultats de l' $ET_0$  obtenir à l'aide du logiciel CROPWAT

Mois	Temp min °C	Temp max °C	Humidité relative %	Vent (km/jou r)	Insol (heurs)	Radiation (MJ/m2j)	ET0 (mm/mois)
Janvier	3	17.2	54	241	8.2	23.7	69
Février	4.9	20.1	42	276	8.8	23.3	105.6
Mars	9.3	24.6	36	345	8.9	21	161.1
Avril	13.1	28.8	31	371	9.7	18.4	213
Mai	18.4	34.3	26	388	10.2	15.6	273.6
Juin	23.2	39.4	22	371	10.3	14	316.2
Juillet	26.2	42.7	20	285	11.2	15.5	304.5
Aout	25.9	41.8	22	293	10.7	17.9	209.1
Septembre	22.1	37.3	29	311	8.9	19.4	239.1
Octobre	16.1	30.7	39	276	8.7	22.1	259.6
Novembre	8.5	23.6	48	224	8.5	23.7	92.7
Décembre	3.8	18.6	55	224	8	23.6	65.1
Moyen	14.5	29.9	35	300	9.3	19.9	197.35

### IV.1.3 : Occupation des sols et choix des cultures

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte des différentes contraintes (d'ordre climatique, social, agro-pédologique).

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

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturelle des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses conditions du périmètre de SEREG EL ARFEJ à Hassi Lefhal, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.

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

#### IV.1.3.1 : La céréaliculture

La superficie cultivée en céréales est importante, elle occupe 42.73 % de la surface totale enquêtée et cultivée. Les agriculteurs pratiquent le plus souvent la culture de blé , soit environ 64.31% de la surface emblavée. Le reste de la superficie est cultivé en orge.

Les céréales sont cultivées en tête d'assolement, elles sont semées au mois d'octobre et de novembre.

#### IV.1.3.2 : Arboriculture

L'occupation du sol par l'arboriculture de toutes espèces confondues est de 112.97 Ha.

Parmi les espèces fruitières rencontrées nous citons, les palmiers et l'olivier pour les autres espèces. L'irrigation de l'arboriculture dans la zone d'étude est relativement faible.

#### IV.1.3.3 : Autre Cultures (le Pastèque et le carotte)

Sur l'ensemble des exploitations enquêtées, 10.9 % sont occupées par la Pastèque et la carotte pour une superficie totale de 27.29Ha. Ces cultures sont pratiquées généralement en plein champ.

#### IV.1.3.3 : Assolement et rotation des cultures

Au sens agronomique, l'assolement est la répartition des cultures au cours d'une campagne Culturelle donnée sur les différentes parcelles d'une exploitation agricole

Donc nous nous définirons la rotation par la succession des cultures sur un même sol pendant un nombre d'année correspondant au type d'assolement adopté.

La répartition des cultures dans le périmètre est détaillée comme suit :

**Tableau IV.2** Surfaces occupées par les différentes cultures.

Type des Cultures	Surface occupée (ha)	Surface (en %)
Céréales	106.84	42.73
Blé	68.71	27.84
Orge	38.13	15.25
Arboriculture	112.97	45.19
Palmier dattier	70.75	28.3
Olivier	42.52	16.89
Autre culture	27.29	10.9
Pastèque	10.3	4.1
Carotte	16.94	6.76
surface totale	250	100 %

**Tableau IV.3** Calendrier cultural

MOIS	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT
Palmier	S											R
Blé tendre		S							R			
Olivier	S											R
pastèque						S					R	
carotte						S				R		
Orge		S							R			

**IV.2 : Détermination des Besoins en eau des cultures**

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

$$B = ETP - (Pe_{eff} + RFU)$$

Avec :

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

E.T.P : évapotranspiration (mm / jour)

Pe<sub>eff</sub> : est la pluie efficace

RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois i-1, on a :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf}) Y.Da.Z$$

Avec :

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ (On prend H<sub>cc</sub>=14%).

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement (On prend H<sub>pf</sub>=6%). ;

Y : degré de tarissement ;

Da : densité apparente ;

Z : profondeur d'enracinement mm ;

#### IV.2.1 : Humidité à la capacité aux champs et de flétrissement

L'humidité à la capacité au champ et de flétrissement sont deux facteurs important dans la détermination de la Réserve facilement utilisable RFU et par conséquent les besoin d'irrigation les valeurs sont représenté dans le tableau suivant :

**Tableau IV.4** Humidité à la capacité au champ et de flétrissement

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm
	A la rétention H <sub>CC</sub>	Du flétrissement H <sub>PF</sub>	Disponible (H <sub>CC</sub> - H <sub>PF</sub> )	
Sableuse	9 (6 à 12)	4 (2 à 6)	5 (4 à 6)	85 (70 à 100)
Sablo-limoneuse	<b>14 (10 à 18)</b>	<b>6 (4 à 8)</b>	<b>8 (6 à 10)</b>	<b>120 (90 à 150)</b>
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)

(Source : Référence bulletin FAO d'irrigation et drainage)

#### IV.2.2 : La pluie efficace

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc....

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace on distingue deux (2) cas:

- 1) Pluie efficace (Pe<sub>eff</sub>) = 0 pour les mois où la pluie ne dépasse pas les 5 mm.
- 2) Pluie efficace (Pe<sub>eff</sub>) = 80 % de la pluie moyenne mensuelle dans les autres cas.

Pour notre cas la pluie ne dépasse pas 5 mm donc :  $(P_{eff}) = 0$ .

Les valeurs de précipitations de probabilité de dépassement 80% ( $P_{80\%}$ ) et la pluie efficace ( $P_{eff}$ ) sont regroupées dans le tableau ci-après :

**Tableau IV.5** Les précipitations efficaces dans les zones de projet

Mois	$P_{sec\ 80\%}$ Mm	$P_{eff.}$ Mm
Janvier	7.55	6.04
Février	1.83	0
Mars	5.25	4.2
Avril	4.07	3.26
Mai	1.18	0
Juin	2.48	0
Juillet	0.47	0
Aout	1.3	0
Septembre	10.8	8.64
Octobre	4.66	3.73
Novembre	3.95	3.16
Décembre	3.48	2.78
Total	47.2	31.81

#### IV.2.3 : Efficience d'irrigation

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

- Aux pertes du système d'irrigation à la parcelle.
- Aux pertes dans le système de mobilisation de l'eau et le réseau de transport de l'eau à la parcelle. Donc nous définissons l'efficience de l'irrigation comme étant le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante :

$$E_i = E_d \cdot E_t \cdot E_u$$

Avec :

$E_i$ : Efficience d'irrigation en (%)

$E_t$ : Efficience de transport en (%)

$E_d$ : Efficacité de type de distribution en (%)

$E_u$ : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

Donc, dans notre cas :  $E_i = 75\%$

Les besoins en en eaux des cultures sont représentés dans les tableaux suivantes :

## a) Culture du Palmier :

Tableau IV.6 Besoins en eau des palmiers dattiers

Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	0.90	62.10	2	144	72.00	0.00	0.00	0.00
Fév	0	105.6	0.90	95.04	2	144	72.00	23.04	307.20	0.12
Mar	4.2	161.1	0.90	144.99	2	144	48.00	92.79	1237.20	0.48
Avr	3.26	213	0.90	191.70	2	144	0.00	188.44	2512.53	0.97
Mai	0	273.6	0.90	246.24	2	144	0.00	246.24	3283.20	1.27
Jui	0	316.2	0.90	284.58	2	144	0.00	284.58	3794.40	1.46
Juit	0	304.5	0.90	274.05	2	144	0.00	274.05	3654.00	1.41
Août	0	209.1	0.90	188.19	2	144	0.00	188.19	2509.20	0.97
Sep	8.64	239.1	0.90	215.19	2	144	0.00	206.55	2754.00	1.06
Oct	3.73	259.6	0.90	233.64	2	144	0.00	229.91	3065.47	1.18
Nov	3.16	92.7	0.90	83.43	2	144	30.90	49.37	658.27	0.25
Déc	2.78	65.1	0.90	58.59	2	144	72.00	0.00	0.00	0.00

## b) Culture de la pastèque :

Tableau IV.7 Besoins en eau des pastèques

Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Fév	0	105.6	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar	4.2	161.1	0.40	64.44	0.25	18	6.00	54.24	723.20	0.28
Avr	3.26	213	0.70	149.10	0.4	28.8	0.00	145.84	1944.53	0.75
Mai	0	273.6	0.90	246.24	0.6	43.2	0.00	246.24	3283.20	1.27
Jui	0	316.2	0.75	237.15	0.7	50.4	0.00	237.15	3162.00	1.22
Juit	0	304.5	0.65	197.93	0.8	57.6	0.00	197.93	2639.00	1.02
Août	0	209.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sept	8.64	239.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct	3.73	259.6	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov	3.16	92.7	0.00	0.00	0	0	30.90	0.00	0.00	0.00
Déc	2.78	65.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

## c) Culture du blé :

Tableau IV.8 Besoins en eau de blé

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	1.00	69.00	0.60	43.2	21.60	41.36	551.47	0.21
Fév	0	105.6	1.05	110.88	0.70	50.4	25.20	85.68	1142.40	0.44
Mar	4.2	161.1	1.10	177.21	0.90	64.8	21.60	151.41	2018.80	0.78
Avr	3.26	213	1.10	234.30	1.00	72	0.00	231.04	3080.53	1.19
Mai	0	273.6	0.25	68.40	1.10	79.2	0.00	68.40	912.00	0.35
Jui	0	316.2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Juit	0	304.5	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Août	0	209.1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sept	8.64	239.1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct	3.73	259.6	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov	3.16	92.7	0.70	64.89	0.30	21.6	30.90	30.83	411.07	0.16
Déc	2.78	65.1	0.85	55.34	0.40	28.8	10.80	41.76	556.73	0.21

## d) Culture de la carotte :

Tableau IV.9 Besoins en eau de la carotte

Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Fév	0	105.6	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar	4.2	161.1	0.70	112.77	0.2	14.4	4.80	103.77	1383.60	0.53
Avr	3.26	213	0.85	181.05	0.25	18	0.00	177.79	2370.53	0.91
Mai	0	273.6	1.00	273.60	0.35	25.2	0.00	273.60	3648.00	1.41
Juin	0	316.2	0.90	284.58	0.4	28.8	0.00	284.58	3794.40	1.46
Juit	0	304.5	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Août	0	209.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sept	8.64	239.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct	3.73	259.6	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov	3.16	92.7	0.00	0.00	0	0	30.90	0.00	0.00	0.00
Déc	2.78	65.1	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

## e) Culture de l'olivier :

Tableau IV.10 Besoins en eau de l'olivier

Mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	0.65	44.85	1.3	93.6	46.80	0.00	0.00	0.00
Fév	0	105.6	0.65	68.64	1.3	93.6	46.80	21.84	291.20	0.11
Mar	4.2	161.1	0.65	104.72	1.3	93.6	31.20	69.32	924.20	0.36
Avr	3.26	213	0.65	138.45	1.3	93.6	0.00	135.19	1802.53	0.70
Mai	0	273.6	0.65	177.84	1.3	93.6	0.00	177.84	2371.20	0.91
Juin	0	316.2	0.75	237.15	1.3	93.6	0.00	237.15	3162.00	1.22
Juit	0	304.5	0.75	228.38	1.3	93.6	0.00	228.38	3045.00	1.17
Août	0	209.1	0.90	188.19	1.3	93.6	0.00	188.19	2509.20	0.97
Sept	8.64	239.1	0.90	215.19	1.3	93.6	0.00	206.55	2754.00	1.06
Oct	3.73	259.6	0.90	233.64	1.3	93.6	0.00	229.91	3065.47	1.18
Nov	3.16	92.7	0.90	83.43	1.3	93.6	30.90	49.37	658.27	0.25
Déc	2.78	65.1	0.70	45.57	1.3	93.6	46.80	0.00	0.00	0.00

## f) Culture de l'orge :

Tableau IV.11 Besoins en eau de l'orge.

mois	P_eff (mm)	ETo(mm)	KC	ETM (mm)	Z (m)	RFU_theo	RFU_reelle	B_irri (mm)	B_brut (m3)	(d_s)_l/s/ha
Jan	6.04	69	1.00	69.00	0.60	43.2	21.60	41.36	551.47	0.21
Fév	0	105.6	1.05	110.88	0.70	50.4	25.20	85.68	1142.40	0.44
Mar	4.2	161.1	1.10	177.21	0.90	64.8	21.60	151.41	2018.80	0.78
Avr	3.26	213	1.10	234.30	1.00	72	0.00	231.04	3080.53	1.19
Mai	0	273.6	0.25	68.40	1.10	79.2	0.00	68.40	912.00	0.35
Jui	0	316.2	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Juit	0	304.5	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Août	0	209.1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Sept	8.64	239.1	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct	3.73	259.6	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov	3.16	92.7	0.70	64.89	0.30	21.6	30.90	30.83	411.07	0.16
Déc	2.78	65.1	0.85	55.34	0.40	28.8	10.80	41.76	556.73	0.21

Tableau IV.12 Récapitulatif des besoins bruts totaux des cultures

Désignation	Pourcentage d'occupation (ha)	Besoins mensuel (mm)												Total
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	
<b>Blé</b>	68.71	0	0	41.11	59.41	62.61	122.95	209.35	308.05	91.2	0	0	0	894.68
<b>Orge</b>	38.13	0	0	41.11	59.41	62.61	122.95	209.35	308.05	91.2	0	0	0	894.68
<b>Palmier dattier</b>	70.75	275.4	306.55	65.83	3.3	3.64	55.61	140.31	251.25	328.32	379.44	365.40	250.92	276,077
<b>Olivier</b>	45.52	275.4	306.55	65.83	10.83	5.52	45.3	103.21	180.25	237.12	316.2	304.5	250.92	2101.63
<b>Pastèque</b>	10.3	0	0	0	0	0	0	74.39	194.45	328.32	316.2	263.9	0	1177.27
<b>Carotte</b>	16.49	0	0	0	0	0	0	140.02	237.05	364.8	379.44	0	0	1121.31
<b>Total</b>	250	550.8	613.1	213.88	132.95	134.38	346.81	876.63	1479.1	1440.96	1391.2	933.8	501.84	6465.65

D'après le **Tableau IV.12**, les besoins de pointe correspondent au mois d'Avril, soient donc 1479.1 mm/mois

Le débit spécifique calculé est très important, il est de **7.79 l/s/ha**, ce débit dépasse les normes (1.5 l/s/ha), ce qui risque d'aboutir à un surdimensionnement.

Dans ce cas, on a deux méthodes pour estimer le débit spécifique :

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

Dans notre cas, le débit spécifique est celui du palmier, il est de :  $Q_s = 1.46$  l/s/ha, est inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

#### **IV.2.4 : Evaluation du débit caractéristique**

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

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

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

$S$  : la superficie totales à irriguer = 250 ha

$$Q_{car} = q_s \cdot S = 1.46 \cdot 250 = \mathbf{365 \text{ l/s}}$$

#### **IV.4: Conclusion**

Le périmètre de Sereg al arfaj présente des potentialités hydriques et édaphiques importantes, l'exploitation rationnelle de ses ressources permettra un développement agricole important. En effet et vu la superficie du périmètre, le choix des cultures proposé a mis en évidence des besoins importants qui s'élèvent à plus de 3 854 996 m<sup>3</sup>.les forages à partir de la nappe albienne pourront aisément subvenir aux besoins en eau de ces cultures.

Le projet d'irrigation est donc faisable, ce qui présente une opportunité pour le développement économique de la région.

**CHAPITRE V :**  
**Dimensionnement du**  
**réseau de distribution**

## Chapitre V: Dimensionnement du réseau de distribution

### V.I : Introduction

Dans un projet d'irrigation, il est important d'opérer le dimensionnement du réseau avec beaucoup de précision. La précision assure son efficacité et réduit les dépenses y afférentes.

C'est dans ce contexte que notre attention dans ce chapitre s'est accentuer sur l'optimisation du réseau de dessert d'irrigation sous pression.

### V.2 : Réseau de distribution

Le réseau de distribution du périmètre est dicté par la conduite d'adduction et par l'implantation des bornes d'irrigation.

#### V.2.1 : Tracé de réseau de distribution

Le tracé du réseau de distribution est le résultat de la formation des ilots d'irrigation et de l'implantation des bornes et du réseau de piste existant.

#### V.2.2 : Découpage des ilots d'irrigation

L'ilot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

Pour éviter toute tension entre agriculteurs les limites des ilots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles et à défaut les limites facilement maitrisable sur le terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion ou le goutte à goutte.

Le découpage des ilots sera basé sur le parcellaire existant ; tel qu'il a été établi par l'étude foncière qui est comme suite :

- La délimitation du périmètre de 250 ha a se trouve sur le territoire de la commune de hassi l'fhal .
- La structure foncière du périmètre est représentée par le secteur privé et comprend plusieurs propriétaires identifiés

Le **tableau V.1** : représentant le découpage des ilots ainsi que leurs surfaces:

**Tableau V.1** le découpage des ilots et leurs surfaces

N° Ilot	Propriétaire	Surface (ha)
1	Privé	11.83
2	Privé	11.83
3	Privé	13.86
4	Privé	11.72
5	Privé	11.81
6	Privé	13.98
7	Privé	14.20
8	Privé	17.00
9	Privé	8.90
10	Privé	8.59
11	Privé	13.18
12	Privé	13.58
13	Privé	8.76
14	Privé	17.74
15	Privé	13.93
16	Privé	10.44
17	Privé	13.76
18	Privé	16.94
19	Privé	10.25
20	Privé	7.70
	Totale	250

### V.2.3 : Implantation des bornes d'irrigation

Les bornes d'irrigation dans le périmètre sont implantées le plus souvent à la limite des ilots d'irrigation de telle façon à assurer la liberté d'utilisation à l'exploitant, et d'assurer une pression suffisante pour le fonctionnement de la borne d'irrigation.

### **V.3 : Modalité de distribution**

#### **V.3.1 : Distribution d'eau à la demande**

Dans ce mode chaque irrigant étant libre d'utiliser le débit qu'il a souscrit à toute heure du jour ou de la nuit. L'organisme de gestion du réseau vend l'eau sur la base des débits souscrits à l'irrigant et les volumes effectivement prélevés.

De là, un limiteur de débit, monté sur chaque prise d'irrigation, qui va interdire le dépassement du débit souscrit est indispensable. La pression à assurer à l'amont du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3.5 à 4.5 bars, correspondant à une irrigation avec asperseurs à moyenne pression.

#### **V.3.2 : Distribution au tour d'arrosage**

Elle est inspirée du mode de desserte spécifique des réseaux d'irrigation de surface avec réseau collectif constitué de canaux à ciel ouvert dont le débit transité par chaque tertiaire correspond au module.

#### **V.3.3 : Tour d'arrosage à la borne**

Chacune des bornes représentant le tertiaire dans le réseau de surface, reçoit un débit correspondant au débit fictif continu ce qui constitue alors le module d'irrigation qui est utilisé successivement par les différentes prises de la borne.

#### **V.3.4 : Tour d'arrosage au niveau de l'antenne**

Dans le cas des petites propriétés, les modules disponibles en appliquant la modalité précédente pourront être trop faibles. On peut alors songer à regrouper plusieurs bornes sur une antenne donnée. Le débit fictif continu relatif aux superficies irriguées desservies par cette antenne constituera le module d'irrigation successivement délivré aux différentes prises de l'antenne.

### **V.4 : La méthodologie de dimensionnement**

Pour objectif la détermination des diamètres des conduites des dessert, ce traitement a été basé sur les éléments et les hypothèses suivants :

- Le Tracé du réseau (longueur de chaque tronçon.)
- Le Débit à transiter pour chaque tronçon.
- La surface des ilots desservis par le tronçon.
- Les pertes de charges totales dans le tronçon.
- Les Conditions aux limites aval, La charge minimum à assurer aux bornes .
- Les Conditions à la limite amont, la côte charge disponible à l'entrée du réseau.

-les côtes de terrain naturel des bornes.

#### V.4.1 : Calcul des débits des ilots

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures.

Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale.

$$q_s = 1.46 \text{ l/s/ha,}$$

#### V.4.2 : Calcul du débit aux bornes

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

$$Q_b = q_s \cdot S$$

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

$q_s$  = Débit spécifique moyen (l/s/ha)

$S$  = Superficie de l'ilot (ha)

Les résultats du calcul du débit de chaque îlot sont présentés dans le (**Tableau V.2**)

#### V.4.3 : Choix du type de borne

Le choix de la Borne dépend de la surface :

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

Le calcul des débits des prises et des bornes sont présentées dans le **tableau V.2** :

Tableau V.2 caractéristique des ilots avec les débits de chaque borne

N° de la borne	N° des ilots	Surface d'ilots (ha)	Débit des prises l/s	Débit brut de la borne l/s
B1	1	11.83	17.27	17.27
B2	2	11.83	17.27	17.27
B3	3	13.86	20.24	20.24
B4	4	11.72	17.11	17.11
B5	5	11.81	17.24	17.24
B6	6	13.98	20.41	20.41
B7	7	14.20	20.73	20.73
B8	8	17	24.82	24.82
B9	9	8.9	12.99	12.99
B10	10	8.59	12.54	12.54
B11	11	13.18	19.24	19.24
B12	12	13.58	19.83	19.83
B13	13	8.76	12.79	12.79
B14	14	17.74	25.90	25.90
B15	15	13.93	20.34	20.34
B16	16	10.44	15.24	15.24
B17	17	13.76	20.09	20.09
B18	18	16.94	24.73	24.73
B19	19	10.25	14.97	14.97
B20	20	7.7	11.24	11.24

#### V.4.4 : Choix du diamètre de la borne

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

**Tableau V.3** Choix de diamètre de la borne.

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

#### V.5 : Matériaux de construction des canalisations

##### V.5.1 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 (coût et disponibilité sur le marché local et leur production en Algérie) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

##### V.5.2 : Les matériaux

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC, le PEHD et Béton précontraint.

Nous utiliserons les conduites en PEHD (polychlorure de vinyle non plastifié) pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 400 mm et inférieur à 10 Bars.

##### V.5.2.1 : Conduites en fonte

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes ;
- Bonne résistance à la corrosion ;
- Très rigides et solides ;
- L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponibles sur le marché.

**V.5.2.2 : Conduites en acier**

- Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose ;
- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement) ;
- Leur inconvénient est la corrosion.

**V.5.2.3 : Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)**

- Bonne résistance à la corrosion ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

**V.5.2.4 : Avantages des canalisations en PEHD**

- Ils supportent des pressions élevées ;
- Une résistance aux contraintes (choc, écrasement, déplacement du terrain);
- Ils peuvent être adaptés à toutes les conditions de service;
- Ils offrent une bonne flexibilité ;
- Disponible sur le marché.

**V.6 : Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution**

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.
- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux.

**V.7 : Optimisation des diamètres des canalisations du réseau collectif de distribution**

Ayant déterminé les débits de pointe à transiter. On est amené à calculer les diamètres des canalisations satisfaisant aux conditions techniques et donnant le coût minimum. Pour ce faire, on doit disposer des données suivantes :

- Tracé du réseau, donc longueur de chaque tronçon.
- Débit à transiter pour chaque tronçon.

- Conditions aux limites aval, c à d côtes piézométriques minimum à assurer.
- Condition à la limite amont, côte piézométriques disponible à l'entrée du réseau.
- Vitesse minimum et maximum admises dans les tuyaux

### V.8 : Dimensionnement des canalisations

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

#### V.8.1 : Vitesse admissible

La vitesse admissible varie entre 0.5 m/s, comme vitesse inférieure, et 2.5 m/s comme vitesse maximum. Dans notre étude, on prend une vitesse dans la conduite égale à 1.25 m/s

#### V.8.2 : Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots (V.2)$$

Avec :

- Q** : débit, exprimé en m<sup>3</sup>/s.
- D**: diamètre exprimé en mm
- V** : vitesse économique de l'ordre de 1.25 m/s

#### V.8.3 : Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de Lechapt et Calmon, elle est donnée par l'expression suivante :

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (V.3)$$

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

**Q** : débit en m<sup>3</sup>/s

**D** : diamètre de la conduite considérée

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

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

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots (V.4)$$

**Tableau V.4 Les paramètres de perte de charge**

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

Pour une conduite en fonte ou en PEHD, nous avons la rugosité  $K=0,1\text{mm}$ , avec les paramètres suivants :  $L=1.2$ ,  $M=1.89$ ,  $N= 5.19$ .

Les résultats de calculs sont donnés dans le **Tableau V.5:**

Tableau V.5: Calculs hydrauliques du réseau de distribution

N° du tronçon	Ltronçon (m)	Ltronçon (Km)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)	Dnormalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	PDC Totale ΔHt (m)	Ct aval Z (m)	Cp (m)	Pression au point P(m)
Res-N1	310.18	0.31	371.99	0.37	500	1.89	5.43	448	450	0
N1-N5	90.75	0.09	305.97	0.3	500	1.56	3.72	400.05	448.32	48.27
N5-N6	99.87	0.10	288.86	0.29	500	1.47	3.33	399	447.98	48.98
N6-N7	106.66	0.11	271.62	0.27	500	1.38	2.95	398.5	447.65	49.15
N7-N8	152.46	0.15	251.21	0.25	500	1.28	2.54	398	447.33	49.33
N8-N9	209.1	0.21	223.48	0.22	500	1.14	2.03	397.5	446.95	49.45
N9-N10	262.2	0.26	198.66	0.19	500	1.01	1.62	397	446.52	49.52
N10-N11	427.03	0.43	185.67	0.18	400	1.48	4.39	396.5	446.1	49.6
N11-N12	226.35	0.23	173.13	0.17	400	1.38	3.84	395	444.22	49.22
N12-N13	236.46	0.24	153.89	0.15	400	1.22	3.06	394	443.35	49.35
N13-N14	201.24	0.20	134.06	0.13	400	1.07	2.35	393	442.63	49.63
N14-N15	380.66	0.38	121.27	0.12	400	0.97	1.94	391	442.16	51.16
N15-N16	314.01	0.31	95.37	0.095	400	0.76	1.23	390	441.42	51.42

N° du tronçon	Ltronçon (m)	Ltronçon (Km)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)	Dnormalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	PDC Totale ΔHt (m)	Ct aval Z (m)	Cp (m)	Pression au point P(m)
N16-N17	323.66	0.32	75.03	0.07	400	0.6	0.78	388	441.04	53.04
N17-N18	180	0.18	59.79	0.059	400	0.48	0.51	387	440.78	53.78
N18-N19	345.83	0.345	39.7	0.039	400	0.32	0.24	386	440.69	54.69
N5-B4	300	0.3	17.11	0.017	200	0.54	1.53	395	447.52	52.52
N6-B5	291.8	0.29	17.24	0.017	200	0.55	1.55	394	447.19	53.19
N7-B6	286.3	0.28	20.41	0.02	200	0.65	2.13	394	446.72	52.72
N8-B7	262.1	0.26	27.73	0.027	200	0.88	3.81	394	445.95	51.95
N9-B8	218	0.21	24.82	0.025	200	0.79	3.09	394	445.85	51.85
N10-B9	170	0.17	12.99	0.013	200	0.41	0.91	395	445.94	50.94
N11-B10	339.5	0.33	12.54	0.012	200	0.4	0.86	385	443.93	58.93
N12-B11	436.67	0.43	19.24	0.019	200	0.61	1.91	385	442.52	57.52
N13-B12	531.63	0.53	19.83	0.019	200	0.63	2.02	386	441.56	55.56
N14-B13	545.88	0.54	12.79	0.013	200	0.41	0.89	382	441.67	59.67

N° du tronçon	L tronçon (m)	L tronçon (Km)	Débit Q (l/s)	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)	D normalisé (mm)	Vitesse réelle (m/s)	PDC Totale ΔHt (m)	Ct aval Z (m)	Cp (m)	Pression au point P(m)
<b>N14-B13</b>	545.88	0.54	12.79	0.013	400	0.41	0.89	382	441.67	51.16
<b>N15-B14</b>	238.6	0.23	25.9	0.026	400	0.82	3.35	385	440.62	51.42
<b>N16-B15</b>	172.1	0.17	20.34	0.02	400	0.65	2.12	386	440.67	53.04
<b>N17-B16</b>	200.64	0.2	15.24	0.015	400	0.49	1.23	386	440.54	53.78
<b>N18-B17</b>	242.3	0.24	20.09	0.02	400	0.64	2.07	383	440.19	54.69
<b>N19-B18</b>	123.55	0.12	27.73	0.028	200	0.79	3.06	380	440.23	60.23
<b>N19-B19</b>	368.97	0.36	14.97	0.015	200	0.48	1.19	383	444.8	57.48

V.9 : Simulation du réseau par le logiciel EPANET

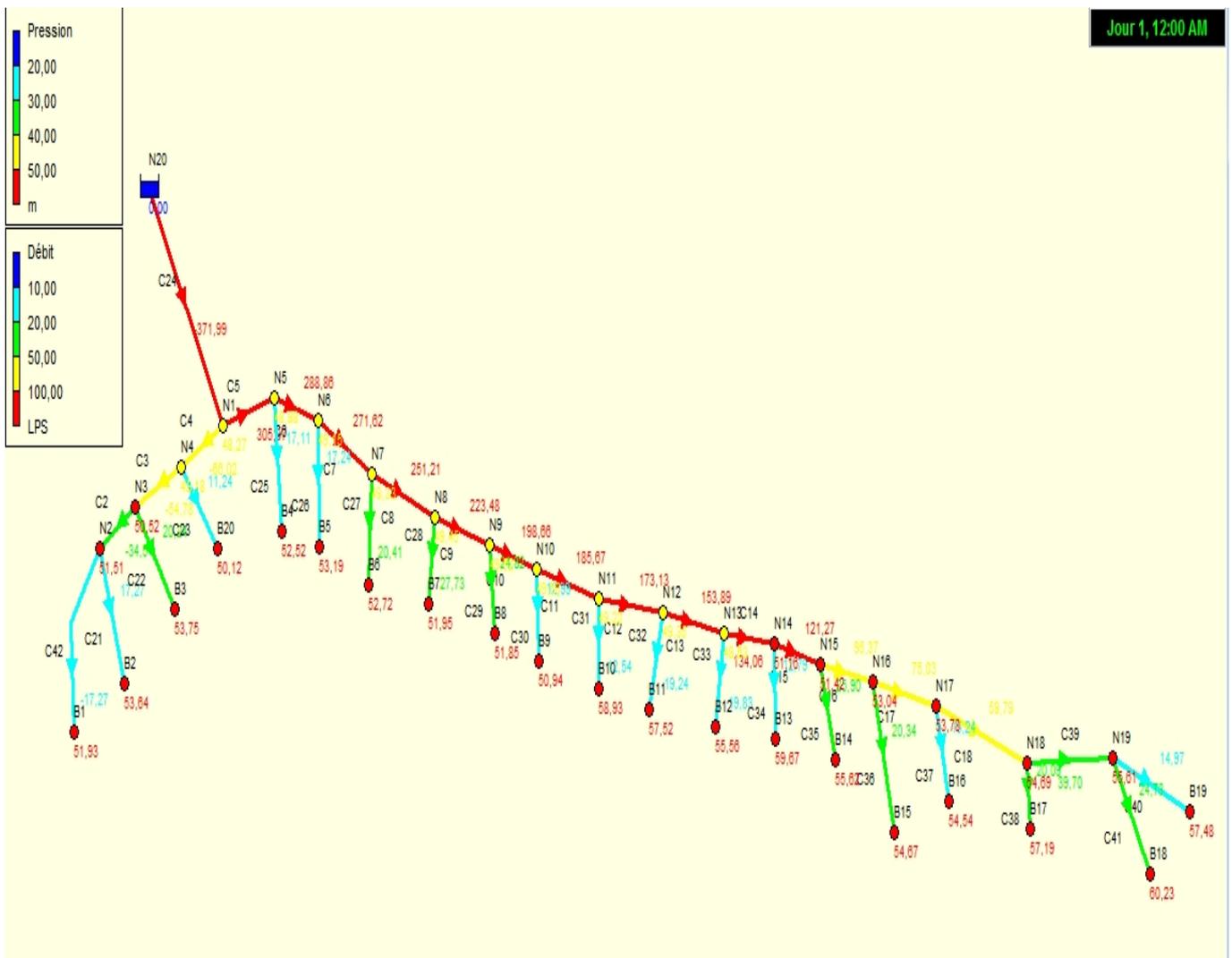
Après approche du diamètre des canalisations par un calcul hydraulique, on utilise le logiciel EPANET pour déterminer la vitesse et les pertes de charge au niveau de la conduite principale et dans chaque partie du réseau de distribution.

Les pertes de charge ont été estimées selon la formule de Darcy Weisbach :

$$J = \frac{\lambda V^2}{D2g}$$

Ou V est la vitesse moyenne (m/s) et  $\lambda$  est le coefficient de perte de charge.

Les résultats de simulation sont présentés dans la figure ci-dessous :



**V.10 : Dimensionnement du réservoir de distribution**

Le volume du réservoir correspondra au volume d'eau correspondant à la tranche la plus exigeante.

L'irrigation se fera après remplissage du réservoir, donc à chaque fois une tranche est irriguée, on pompe l'eau du forage pour remplir le réservoir, puis on irrigue la tranche suivante:

On sait que :

$$V = Q \times T$$

Avec :

V : volume de la bache.

Q : Débit caractéristique

T : Temps de remplissage du réservoir : 2 H

**V.10.1 : Débit caractéristique**

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

Surface totale = 250 ha

$$Q_{\text{caractéristique}} = 365 \text{ l/s}$$

Donc :

$$V = 365 \times 0.001 \times 2 \times 3600 = 2628 \text{ m}^3$$

On prend  $V = 3000 \text{ m}^3$

$$V = S \times H$$

S : section de réservoir :  $S = a \times b$

a : La longueur de réservoir

b : La largeur de réservoir

H : La hauteur de réservoir : 7.5 m

$$\text{Donc } S = 400 \text{ m}^2$$

$a = b = 20 \text{ m}$  (on suppose que le réservoir soit carré)

**V.11 : Conclusion**

En conclure, dans ce projet le périmètre est découpé en 20 ilots d'irrigation, avec une taille moyenne de 12.89 ha pour équiper 250 ha.

Nous avons détaillé les structures et facteurs régissant la conception et la gestion d'un système d'adduction.

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

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

Afin de garantir une alimentation en eau fiable et de limiter les conflits d'usages, le découpage proposé donne une prise autonome à une parcelle ou à un groupement d'une même exploitation.

**CHAPITRE VI :**  
**Dimensionnement**  
**d'un réseau goutte à**  
**goutte**

---

## Chapitre VI : Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

### VI.1 : Introduction

Dans ce chapitre, nous établissons un calcul hydraulique du réseau d'irrigation avec le goutte à goutte afin d'obtenir des mesures acceptables, et un dimensionnement plus économique sans oublier les conditions hydrauliques.

### VI.2 : Définition

En irrigation localisée, l'eau est transportée le long des rangs de culture et distribuée au voisinage des plantes, L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de goûteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un débit réglable selon le besoin.

#### 1. Avantage :

- ✓ Economie d'eau
- ✓ Réduction des adventices (mauvaises herbes)
- ✓ Contrôle de la fertilisation.
- ✓ Possibilité d'automatiser.
- ✓ Meilleure tolérance des cultures aux eaux salées.
- ✓ Faibles main-d'œuvre.
- ✓ Raccourcissement du cycle végétatif de la culture.

#### 2. Inconvénients :

- ✓ Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- ✓ Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : études préliminaires agro pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigant.
- ✓ Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- ✓ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- ✓ Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.

### **VI.3 : Composition d'une installation de goutte à goutte**

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de l'unité de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers tous les secteurs à irriguer.

L'unité est mise en tête du bassin d'accumulation destiné au stockage, l'unité de tête comporte les appareils suivants :

- ❖ Filtre à sable
- ❖ Filtre à tamis
- ❖ Régulateur de pression
- ❖ Les goutteurs
- ❖ Injecteur d'engrais
- ❖ Conduites principales enterrées
- ❖ Porte- rampes d'arrosage
- ❖ Rampe
- ❖ Les distributeurs

#### **VI.3.1 : Filtre à sable**

Le filtre à sable est une cuve à pression remplie d'une épaisse couche de sable calibrée qui arrête les éléments solides en suspension dans l'eau qui la traverse.

#### **VI.3.2 : Filtre à tamis**

C'est une cuve à pression contenant une paroi filtrante au tamis en plastique ou en acier inox, les particules de dimension supérieures à cette maille sont arrêtées par le tamis.

Chaque filtre doit être muni de manomètres à l'amont et à l'aval de façon à pouvoir juger du moment où il doit être nettoyé, lequel correspond à une perte de charge jugée maximale pour sa traversée.

#### **VI.3.3 : Régulateur de pression**

Il permet de contrôler la pression en tête et la conduite principale.

### **VI.3.4 : Les goutteurs**

Les goutteurs apportent l'eau à la surface du sol de manière ponctuelle.

Le rôle des goutteurs est de fournir un faible débit (quelques litres par heure). La pression de l'eau est dissipée dans le goutteur puis l'eau est évacuée à l'extérieur à pression nulle.

Débit: Les goutteurs ont un faible débit compris entre 01 et 08 l/h sous une pression de 01 bar (charge de 10 m de colonne d'eau), la plus fréquemment utilisée.

#### **VI.3.4.1 : Classification des goutteurs**

Les goutteurs peuvent être classés selon le type de fonctionnement ou bien le mode de fixation sur la rampe.

##### **VI.3.4.1.1 : Type de fonctionnement hydraulique**

On distingue les goutteurs à circuit long et à circuit court.

###### Les goutteurs à circuit long

L'eau suit un cheminement de grande longueur (0,1 à 1m), qui provoque la dissipation de la pression sous forme de perte de charge.

###### Les goutteurs à circuit court

L'eau passe par un orifice de section réduite, la pression existante dans la rampe est transformée en vitesse. L'eau sort sous forme d'un jet très fin qui doit être brisé.

Actuellement les goutteurs de ce type sont peu utilisés car ils sont très sensibles à l'obstruction.



Goutteur en ligne

Goutteur réglable

Goutteur simple

**Figure VI.1** Différent types de goutteurs

### VI.3.5 : Injecteur d'engrais

Il comporte une vanne montée entre l'entrée et la sortie d'arroseur qui permet de dévier une partie de la pression du réseau dans la cuve et d'agir sur la solution fertilisante.

Ainsi, la solution est aspirée par la crépine située dans la cuve.

### VI.3.6 : La conduite principale

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

### VI.3.7 : Le porte-rampes

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

### VI.3.8 : Les rampes

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

### VI.3.9 : Les distributeurs

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

La classification des goutteurs peut se faire selon :

- Des critères hydrauliques.
- La façon dont le goutteur est fixée sur la rampe.
- Le nombre de sorties dont est muni le goutteur

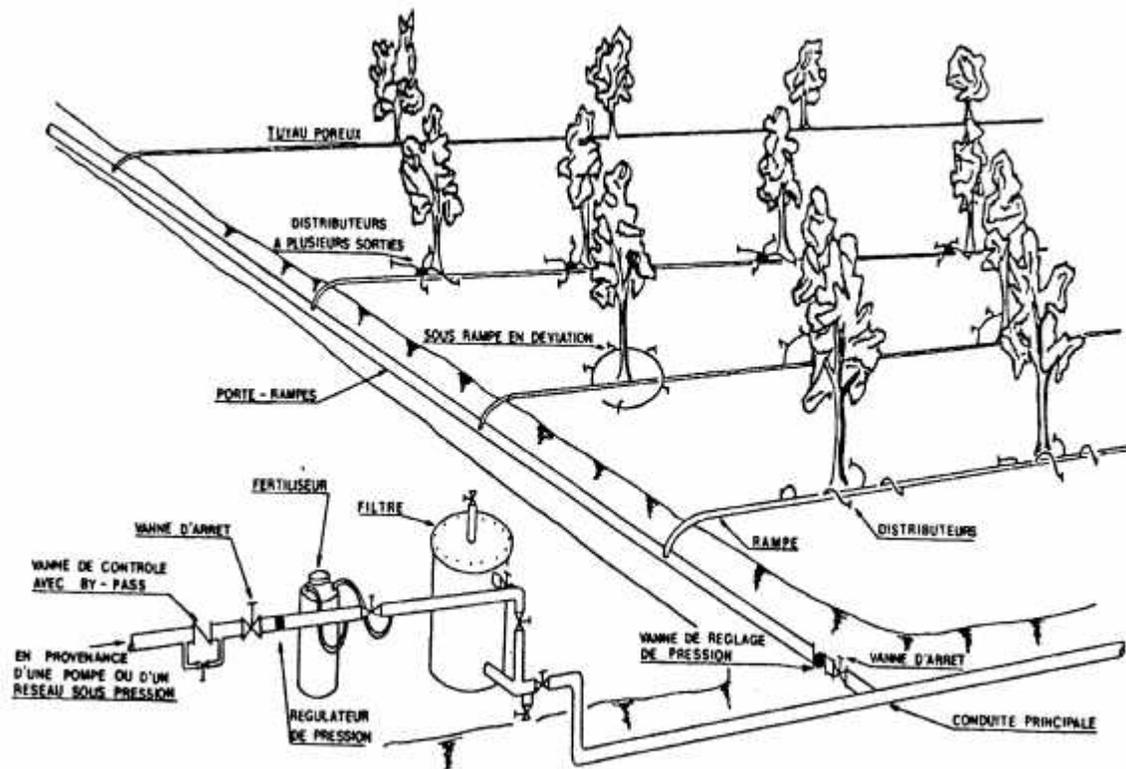


Figure VI.2 Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

## VI.4 : Dimensionnement hydraulique d'un réseau de goutte à goutte

### VI.4.1 : Données générales

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur l'ilot N°3 alimenté par la borne B3 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de 5.3bars, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de 13.86 hectares,

**Culture** : Olivier

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 237.15mm

Caractéristique du goutteur :

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

#### **VI.4.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée**

➤ Pour l'Olivier

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de juin B=237.15mm.

#### **VI.4.3 les besoins journaliers**

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés parles formules suivantes :

$B_j$  = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoindumoindepoint}}{\text{Nmobredejours}}$$

$$B_j = \frac{237.15}{31} = 7.65 \text{ mm/j}$$

#### **VI.4.4 Besoin journalier en tenant compte de la réduction $K_r$**

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

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

$K_r$  dépend du taux de couverture du sol par les plantes adultes on considère un taux de couverture égale à 60% et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- KELLER et KARMELI (1974) :

$$Kr = \frac{Cs}{0.85} = 0.71$$

- La formule de Freeman et Garzoli :

$$Kr = Cs + 0.5(1 - Cs) = 0.8$$

- La formule de Decroix (CTGREF) :

$$Kr = 0.1 + Cs = 0.7$$

On prend La formule de Freeman et Garzoli donc  $Kr = 0.8$

D'où:

$$EjL = Bj \times Kr = 0.8 \times 7.65 = 6.12 \text{ mm/j}$$

#### VI.4.5 La dose d'irrigation nette pratique

Le besoin d'irrigation,  $B_{net}$ , est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$Dp = (Hcc - Hpf) \cdot Da \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ ( $H_{cc}=14\%$ )

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement ( $H_{pf}=6\%$ )

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

$Z$  : profondeur d'enracinement en ( $Z= 1300 \text{ mm}$ )

$Da$  : est la densité apparente du sol ( $Da=1$ )

$RFU= 69.33\text{mm}$

$P$  : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : Volume du sol humidifié

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

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

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

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

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

✓ On obtient **P = 25%**

La dose nette corrigée

$$D_p = 69.33 \cdot 0.25 = 17.33 \text{ mm}$$

#### VI.4.6 : Fréquence des arrosages

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

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{B_{jl}} = \frac{17.33}{6.12} = 2.83 \text{ jour}$$

Donc on prend  $Fr = 3$  jours.

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

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr \cdot B_{jl} = 3 \cdot 6.12 = \mathbf{18.36 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_{u \text{ eff}}} = \frac{18.36}{0.9 \cdot 0.9} = 22.67 \text{ mm}$$

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

Eff : efficacité du réseau d'irrigation  $E_{ff} = 90\%$

#### VI.4.6 : Durée d'arrosage par mois

$$= \frac{D_n \cdot S_a \cdot S_r}{n \cdot q_g}$$

$$= \frac{22.67 \cdot 4 \cdot 4}{4 \cdot 2} = 45.34 \text{ heures/mois}$$

#### VI.4.7 : Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr}$$

$$= \frac{45.34}{3} = 15 \text{ heures/jour}$$

#### VI.4.8 : Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}}$$

$$= \frac{22}{15} = 1.46 \text{ postes}$$

On prend:  $N=2$

#### VI.4.9 : Surface du poste

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}}$$

$$= \frac{13.86}{2} = 6.93 \text{ ha}$$

### VI.5 : Calculs hydrauliques

#### VI.5.1 : Condition hydraulique

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

$$\frac{q}{q} = 10\%$$

La variation maximale de la pression

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

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

Telle que :

$q(g)$  : débit nominal du goutteur

$H(n)$  : pression nominal

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

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

La valeur de perte de charge singulière est estimée à 10% e la variation maximale de pression

$$P_{dc}(\text{sing}) = 2 * 0,1 = 0,2 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{sing}) = 0,2$$

$$P_{dc}(\text{linéaire}) = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce} \quad p_{dc}(\text{linéaire}) = 1,8 \text{ mce}$$

La répartition de la perte de charge est :

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

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

### VI.5.2 La conduite principale

**Le débit :**

$$Q_r = Q_g * N_r$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r$$

Avec:

$Q_r$  : Débit de rampe

$Q_g$ : Débit des goutteur

$N_g/r$  : Nombre des goutteurs par rampe

$N_r$  : Nombre des rampes

$Q_{pr}$ : Débit de porte ramp

Avec :

La longueur de la rampe  $L_r$  : 134 m

La longueur de la porte rampe  $L_{pr}$ : 232.72 m

La longueur de la conduite secondaire  $L_s$  : 447.9 m

### VI.5.3 Le nombre d'arbres par rampe

$$N \text{ arbres} = L_r / E_r = 134 / 4 = 33 \text{ arbres/ramp}$$

**VI.5.4 Nombre de goutteurs par rampe**

$$N_g = N_{arbres} * n = 33 * 2 = 66 \text{ goutteurs/rampe}$$

**VI.5.5 Le nombre de rampes**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 232.72 / 4 = 58 \text{ rampes}$$

**VI.5.6 Débit de la rampe**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 66 * 4 = 264 \text{ l/h}$$

**VI.5.7 Débit de la porte rampe**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 264 * 58 = 15312 \text{ l/h}$$

**VI.5.8 Débit de la conduite secondaire**

Etant donné que nous avons 4 porte rampe :

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 15312 * 4 = 61248 \text{ l/h}$$

**VI.6 Dimensionnement des différentes parties du réseau**

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

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

$$r(cal) = \left| \frac{P.d.c(r) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(r)^{1.75} \cdot L(r)} \right|^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$pr(cal) = \left| \frac{P.d.c(pr) \cdot 2.75}{0.478 \cdot Q(pr)^{1.75} \cdot L(pr)} \right|^{-\frac{1}{4.75}}$$

Avec :

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

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

### VI.6.1 Vérification des pertes de charges

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

La perte de charge unitaire

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

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

$$j = \frac{L}{2.75} \cdot i$$

Ou : L : la longueur de la conduite ;

Q : débit (l/h) ;

D : diamètre intérieur de la canalisation

### VI.6.2 Calculs hydrauliques de la rampe

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

Culture	Surface ha	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	hr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse m/s	hcal(m)
Olivier	6.93	134	66	2641	1.2	14.56	20	0.23	0.09

Les valeurs de pertes de charges sont inférieures à 1, 2mce (la valeur maximale)

### VI.6.3 Calculs hydrauliques de la porte rampe

**Tableau VI.2 Caractéristiques de la conduite de la porte rampe**

Culture	Surface ha	Lpr(m)	Nr	Qpr (l/h)	hpr(m)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vitesse (m/s)	hcal(m)
Olivier	6.93	232.72	58	15312	0.6	84.5	90	0.67	0.16

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

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

### VI.6.4 Calcul des diamètres de la conduite secondaire

La conduite secondaire alimente les 04 parcelles d'oliviers ayant des surfaces de 3.42 ha. Pour calculer le diamètre on doit calculer

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

avec : Q : débit de la conduite considérée (m<sup>3</sup>/s);

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

### VI.6.5 Calcul de caractéristique de conduites secondaires

**Tableau VI.3 Caractéristique de la conduite secondaire**

culture	L(m)	Q (l/h)	V supposée (m/s)	Dcal (mm)	Dn (mm)	Vcal (m/s)	hcal (m)
Olivier	448	61248	1.25	121.6	125	1.08	0.73

### VI.6.6 La pression d'eau à la borne de distribution

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

**VI.6.7 Les pertes de charge de la borne jusqu'au goutteur le plus défavorable** Tableau VI.4  
résumer des caractéristique de la conduite secondaire (Q,D , l , ΔH)

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Longueur(m)	134	232.72	448
Diamètre(m)	20	90	125
Débit (m <sup>3</sup> /s)	0.00007	0.004	0.017
Pertes de charge(m)	0.09	0.16	0.73

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

$$\Delta h = 10 + 0.09 + 0.16 + 0.73 = 10.98 \text{ m}$$

### VI.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'irrigation par goutte à goutte dans sa partie théorique et pratique. Après détail des caractéristiques de ce type d'irrigation, nous avons abordé le dimensionnement d'une parcelle irriguée par goutte à goutte. Les calculs théoriques nous ont permis d'aborder les différentes étapes nécessaires pour dimensionner les différentes canalisations à savoir les rampes et les portes rampes.

La dernière phase de calcul, a été consacrée à la vérification des pertes de charge dans les canalisations.

**CHAPITRE VII :**  
**Evaluation du cout du**  
**projet**

## Chapitre VII : Evaluation du cout du projet

### VII.1 Introduction

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

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

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

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

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

### VII.2 Devis de réseau d'irrigation localisée

Les globaux des pièces sont présentés dans le tableau suivant.

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

Pièces	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
TubeØ20 PEBD	m/l	17600	34.01	598576
TubeØ90 PEHD	m/l	440	420.14	184861.6
TubeØ125 PEHD	m/l	20	632.3	6323
TubeØ200 PEHD	m/l	252.8	2932.06	741224.768
TubeØ400 PEHD	m/l	1235.875	6007.06	7423975.278
TubeØ500 PEHD	m/l	1065.705	11724.79	12495167.33
Vanne Ø110	U	3	12000	36000
Vanne Ø150	U	4	14000	56000
Vanne Ø90	U	2	4500	9000
Filtre à tamis métallique	U	1	13500	13500
Manomètre glycérine 10bars	U	1	832.92	832.92
TOTAL 1				21565460.9

### VII.2.1 Dépenses des travaux

Le prix de terrassement est égal à :

**Pour les déblais :**

$$F_{deb} = V_{deb} \cdot K_{deb}$$

$K_{deb}$  : prix de 1 m<sup>3</sup> de déblai=300 DA

$V_{deb}$  : volume total de déblai

**Pour les remblais:**

$$F_{rem} = V_{rem} \cdot K_{rem}$$

$K_{rem}$  : prix de 1 m<sup>3</sup> de remblai=100 DA

$V_{rem}$  : volume total de remblai

#### VII.2.2.1 Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0,3$$

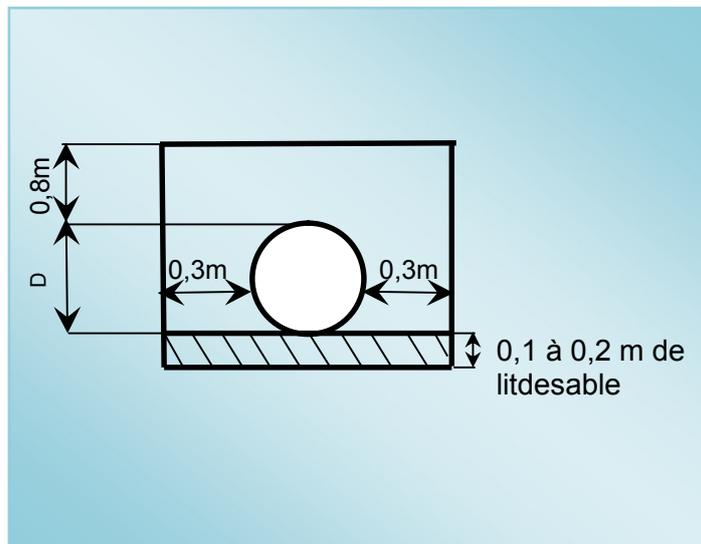
D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

$$\text{Déblai} = L.H.B$$

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$



**Figure VII.1:** Schéma simplifié pour place la conduite d'adduction

**Tableau VII .2:** Calcul de terrassement

Ø (mm)	B (m)	H (m)	L(m)	Déblai (m <sup>3</sup> )	Remblai (m <sup>3</sup> )
160	0.76	1.2	2176.8	250	206.23
200	0.8	1.2	1306.6	188.06	147.01
400	1	1.2	1705.75	491.25	276.89
500	1.1	1.2	1935.05	696.6	316.65

**Donc pour le déblai:**

$$F_{\text{deb}} = 1625.91 \times 300 = 487734 \text{ DA}$$

**Pour le remblai :**

$$F_{\text{rem}} = 946.78 \times 100 = 94678 \text{ DA}$$

Donc :

Le cout total du dépenses des travaux égale : **582412 DA**, donc le cout totale du projet est égale **22147872.9 DA**

En ajoute 40 % pour les travailleurs donc cout total du projet à égale **31007022.06 DA**

**VII.3 Conclusion**

On constate que le coût de la projection du réseau d'irrigation localise et le réseau de distribution est évalué à **31 007 022.06 DA**.

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

**COUNCLUTION  
GENERALE**

---

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif fondamental visé par l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude est de dimensionner un réseau d'irrigation du périmètre Sereg el Arfaj (wilaya de Ghardaia) à partir de Forage.

Vu le retard de développement de la production agricole dans la région d'étude qui se heurte en premier lieu, à une réalité climatique dont on a pu en faire une analyse climatique et en déterminer les contraintes naturelles, Parce qu'étant un support indispensable on peut dire que notre climat est de type « Saharienne » d'étage climatique. Nous avons également insisté sur la géologie, l'hydrogéologie et la pédologie de la région.

En seconde lieu, on a évoqué la ressource d'eau ; sa disponibilité, la composition chimique et la classification des eaux pour l'irrigation, on est arrivé à dire que l'eau du forage est de qualité adéquate, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre.

On s'aperçoit, en effet, que cette analyse qui a été faite sur les différentes contraintes qui caractérisent notre région d'étude nous oblige à opérer le bon choix de la technique et le système d'irrigation. Et pour que ce choix s'établisse correctement on a jugé utile de déterminer les besoins en eau.

Enfin, le choix s'est porté sur le système d'irrigation localisée, vu que ce dernier répond parfaitement aux exigences des cultures choisies, et c'est le plus recommandé de par le monde afin d'économiser la ressource d'eau.

Dimensionner ; ne se limite pas seulement au dimensionnement du réseau d'irrigation, mais aussi les différents organes du réseau d'irrigation, en passant par le réservoir de stockage, Puis vers la conduite principale qui alimente les conduites secondaires, où ces dernières alimentent les porte-rampes et les rampes, et au final, on arrive aux goutteurs qui alimentent les plantes.

Ce qu'il convient de mettre en exergue dans ce travail est le coût de projet, dont le devis estimatif est très élevée, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez raisonnable, le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique, puisque les agriculteurs sont pas obligés de payer les factures d'électricité de moment que leurs champs agricoles reçoivent l'eau seulement par gravité.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures
- [2] Bulletin DE FAO N° 24 Les besoins en eau des cultures, 1975 (A C\* E F)
- [3] Mr: B. Boulifa (2011) : Etude du périmètre d'irrigation de F'kirina à l'aval de la retenue collinaire d'Oulmène (W -OUM EL BOUAGHI).
- [4] D. Veschambre \$ P. Vaysse, (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;
- [5] M. MESSAHEL (1988) : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation) Edition O.P.U.Alger ;
- [6] **D. Veschambre , P. Vaysse ; (1980) : Mémento goutte à goutte, guide pratique de la micro irrigation par goutteurs et diffuseurs. Edition C.T.I.F.L, INRA ;P 156**
- [7] Ollier, Ch, Poirée, M (1983). Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosage, Paris. 500P.
- [8] Moussaoui R. 2013 : dimensionnement d'un réseau d'irrigation par système goutte à goutte d'un périmètre destiné à la culture maraichère, Hassi Khalifa (W. El Oued). 2013.

**Sitographie :**

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

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

# ANNEXES

ANNEXE 1

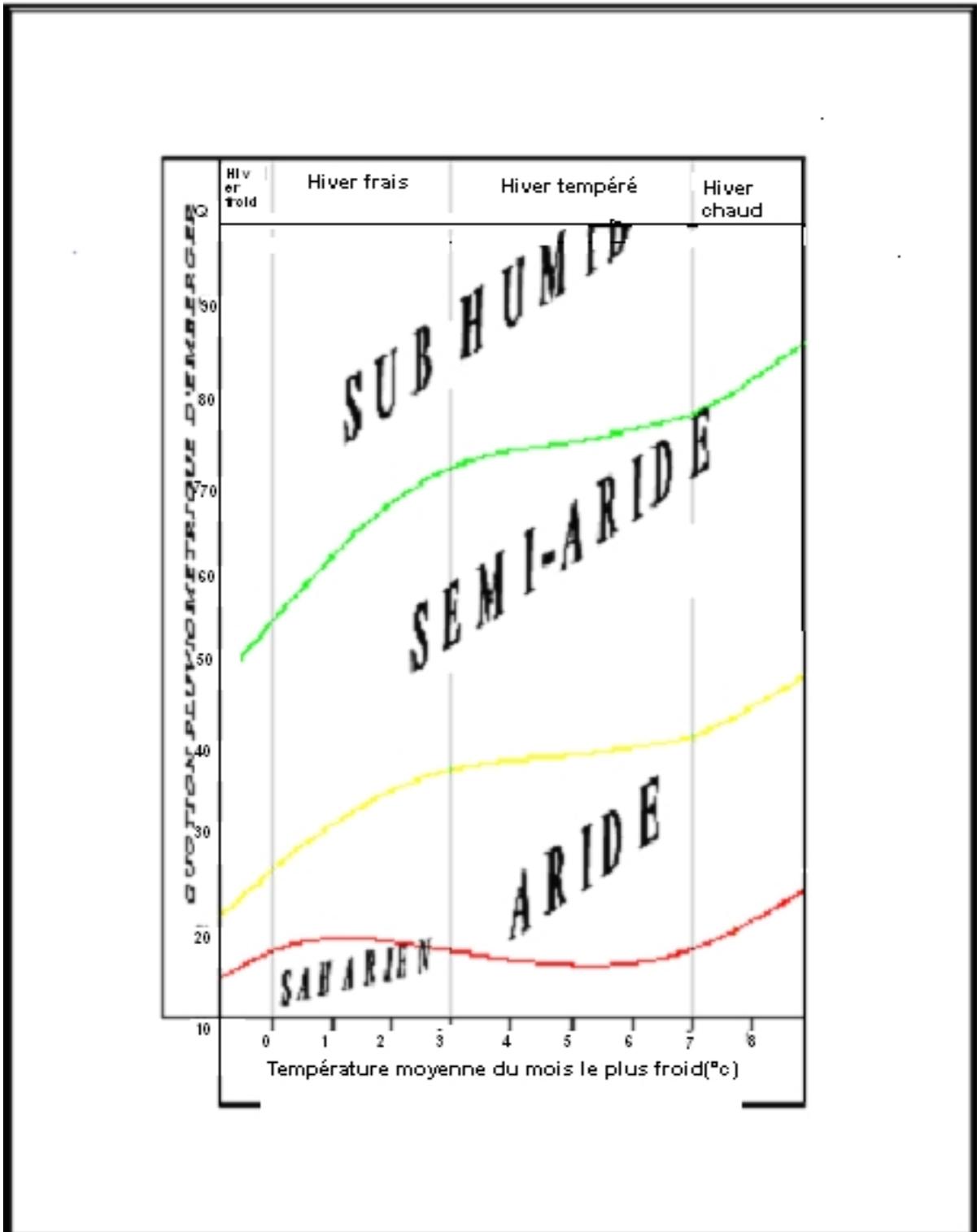


Diagramme bioclimatique d'Emberger

## ANNEXE 2

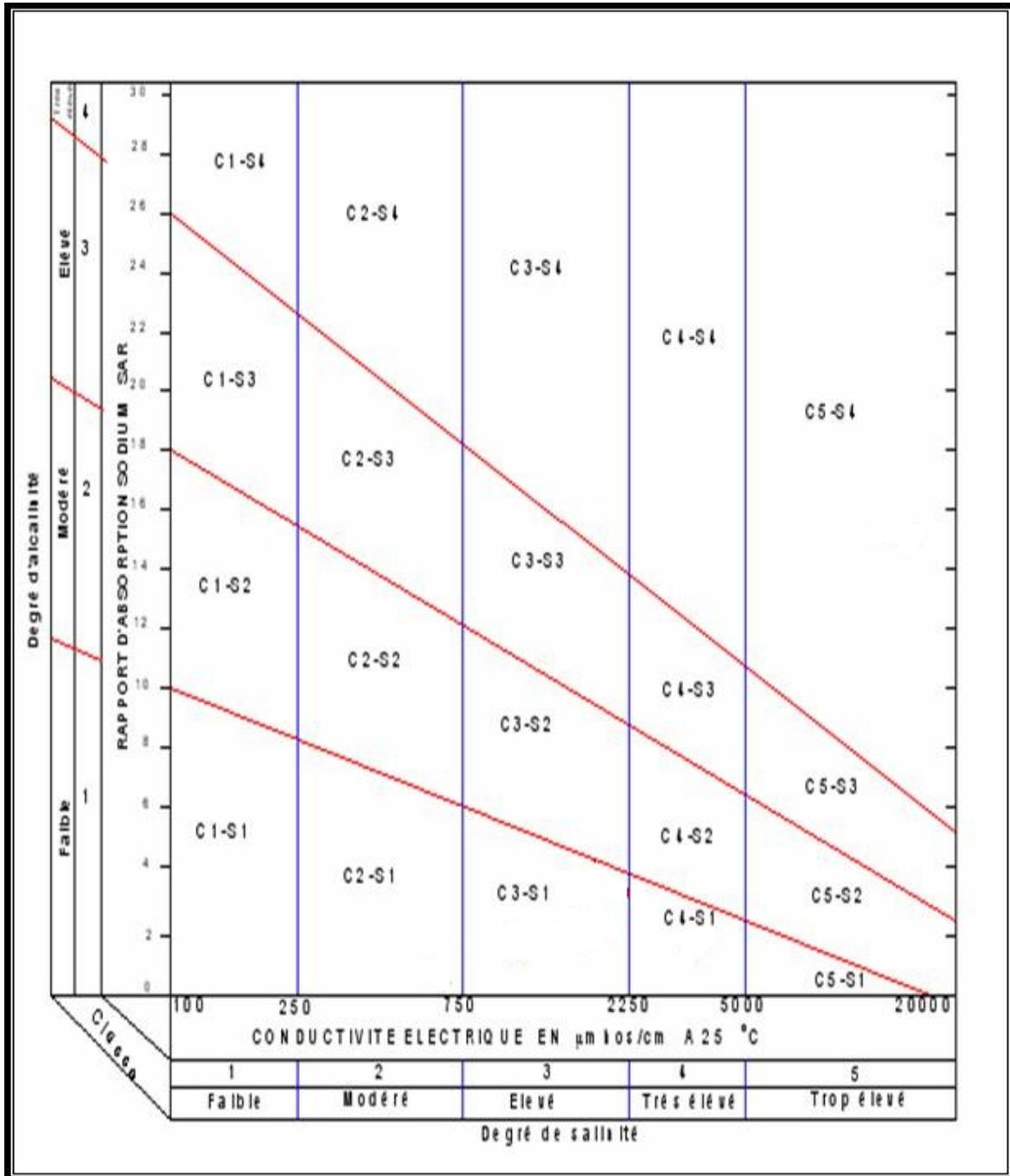


Diagramme de classification des eaux d'irrigation

### ANNEXE 3

#### Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

### ANNEXE 4

#### Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3