

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

*En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique*

**Option : Irrigation et Drainage**

**THEME DU PROJET :**

**DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION LOCALISEE CAS D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE DANS LA PARTIE SUD EST DU PERIMETRE DE OUED SLY COMMUNE OUED SLY (W : CHLEF)**

**PRESENTE PAR:**

**M<sup>r</sup> MOHAMMEDI MOHAMED AMINE**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> MEDDI Mohamed</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> MEDJDOUB Sonia</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Membre</b>
<b>M<sup>me</sup> SAADOUNE Samra</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Membre</b>
<b>M<sup>r</sup> KOLAI Djafer</b>	<b>Assistant</b>	<b>Membre</b>
<b>M<sup>r</sup> CHABACA Mohamed Nacer</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Promoteur</b>

**Session Septembre-2014**

## Remerciement

*J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à notre DIEU tout puissant, de m'avoir, donné le courage et la volonté pour mener à bien ce travail. Car sans lui rien n'est possible.*

*Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mon promoteur, Mr CHABACA-MOHAMED nacer qui m'a chaleureusement accueilli au sein de l'ENSA. Je le remercie pour les discussions, scientifiques que nous avons partagées, ainsi que pour son aide précieuse dans l'élaboration de ce mémoire.*

*\* A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribué de près où de loin a ma formation.*

*Aux membres de jury qui me font l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.*

*\* Une mention spéciale à ma famille et à mes amis pour m'avoir aéré l'esprit et pour la motivation qu'ils m'ont apportée tout au long de ce travail.*



*MOHAMMEDI Mohamed Amine*

## ∞ Dédicaces ∞

*Je dédie ce modeste travail :*

\* *A mes chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

\* *A mes chères et adorable frères et sœurs.*

\* *A toute la famille : MOHAMMEDI et HACHEMI*

\* *A ma chère fiancée*

\* *A mes amis et collègues de l'école nationale supérieure de l'hydraulique*

*Abdelghani, mohamed, chbeb, adel, abdelkader, lamri, bouchiha, wadoud, lakhdar, mustapha, selmane, chawki, khalil, el arbi, habib.*

\* *Toute ma promotion, en générale et tous les étudiants de l'option irrigation et drainage en particulier*



*MOHAMMEDI Mohamed Amine*

من خلال هذه المذكرة لنهاية الدراسة  
حول المنطقة التي سننجز فيها مشروعنا.

هذا العمل يندرج في إطار دراسة و متا  
لأية هذا أحسن تقنيات السقي للحصول على مردود جيد و كذا  
المحافظة على الثروات المائية، نوعية التربة و الماء.

أحسن الطرق لحساب حاجة المزروعات من الماء مع الحفاظ على مردودية  
جيدة في التوزيع و هذا من أجل الحصول على محصول زراعي و فير بأقل التكاليف.

### *Résumé*

A travers ce mémoire, nous comptons faire une étude générale (climat, sol, eau.....) sur la région où nous réaliserons notre projet.

Notre but consiste à projeter un réseau d'irrigation par le système goutte à goutte sur une parcelle située au secteur de la ville d'Oued Sly wilaya de Chélif. Pour cela, il faut déterminer l'évapotranspiration ETP et les besoins en eau d'irrigation pour chaque culture de cette région.

Enfin, une estimation du devis devrait se faire pour évaluer le coût total de notre projet.

### *Abstract*

Through this work, we will make a general study (climate, ground, water.....).

The area where we carry out our project.

Thus, the goal consists in projecting a network of irrigation by the system drop by drop on an area located in of Oued Sly city (W- Chélif). For that, it is necessary to determine evaporation, the requirements of water for irrigation for each culture which is already established. In the end we estimated necessary requirements for evaluating the total cost of our project.

# SOMMAIRE

## Introduction générale

### Chapitre : Situation et Climat

Introduction.....	1
.1.Situation géographique.....	1
I.2.Présentation générale du périmètre du Moyen Chélif :.....	1
I.3.Situation administrative et Infrastructure routière.....	2
I.4.Végétation.....	4
I.5.Le relief.....	4
I.6.Climatologie.....	4
I.6.1.Température.....	5
I.6.2.Précipitations.....	6
I.6.3.le vent :.....	7
I.6.4.nombre de jours du sirocco :.....	8
I.6.5.l'humidité relative de l'air :.....	9
I.6.6.Evaporation :.....	9
I.6.7.Insolation :.....	10
I.7.Classification du climat :.....	10
I.7.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTON :.....	10
I.7.2 Classification du climat selon le diagramme de Mr EMBERGER :.....	11
I.7.3.Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	13
I.7.3.1.Description du graphe.....	13
Conclusion.....	14

### Chapitre II : Ressource en Sol et en Eau

II.1. Ressources en Sol :.....	15
II.2.GEOLOGIE :.....	20
II.2.1. Géologie sommaire des bassins versants des affluents de l'oued Chélif.....	20
II.2.2.Stratigraphie :.....	21
II.3. Ressource en Eau : .....	24
II.4.Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude.....	25
II.5.Classification des eaux d'irrigation.....	25

II.5.1.Classification mondiale (F.A.O) .....	25
II.5.2.Classification américaine.....	26
Conclusion.....	30

### **Chapitre III : Choix des techniques d'irrigation**

Introduction : .....	31
III.1.Différentes techniques d'irrigation.....	31
III.1.1. Irrigation gravitaire.....	31
III.1.1.1. Arrosage par ruissellement (par planches ou par calant).....	32
III.1.1.2. Arrosage par infiltration (à la raie) .....	32
III.1.1.3. Arrosage par submersion.....	32
III.1.1.4. Avantages de l'irrigation par gravité.....	32
III.1.1.5. Inconvénients de l'irrigation par gravité.....	32
III.1.2. Irrigation localisée.....	32
III.1.2.1.Le goutte à goutte.....	33
III.1.2.1.2.Avantages.....	34
III.1.2.1.3.Inconvénients.....	35
III.1.3. Irrigation par aspersion.....	35
III.1.3.1.Avantages : .....	36
III.1.3.2.Inconvénients : .....	36
III.2. Choix de la technique : .....	37
III.2.1. Les contraintes naturelles.....	37
III.2.1.1.L'évaporation.....	37
III.2.1.2.le vent.....	37
III.2.1.3. Types de sol.....	37
III.2.1.4.La pente.....	37
III.2.1.5.La ressource en eau.....	38
III.2.1.6.La disponibilité de l'eau.....	38
III.2.1.7.La qualité de l'eau.....	38
III.2.2. Les contraintes techniques.....	38
III.2.3.Contraintes agronomiques : .....	38
III.2.3.1.Cultures pérennes : .....	39

III.2.3.2.Cultures saisonnières : .....	39
Remarque.....	40
Conclusion.....	40

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

Introduction.....	41
IV.1.Données disponibles.....	41
IV.2.Analyse des données.....	41
IV.2.1.Homogénéisation.....	41
IV.2.2.Etude fréquentielle des pluies annuelles.....	43
IV.2.2.1.Ajustement à la loi de Gauss.....	43
IV.2.2.2.Ajustement à une loi Log-normale.....	44
IV.3.détermination de l'année de calcul.....	47
IV.4.Calcul des Besoins en eau.....	48
IV.4.1. L'évapotranspiration potentielle.....	48
IV.4.1.1.Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence.....	48
IV.4.1.2. Autres formules de calcul de l'ETP.....	50
IV.4.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle.....	51
IV.4.3.La pluie efficace.....	51
IV.4.4.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures : .....	52
IV.4.5. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures.....	55
IV.5.Calcul du débit spécifique.....	55
IV.5.1.Débits spécifiques.....	55
IV.5.2.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures: .....	56
Conclusion.....	56

## **Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Introduction.....	57
V.1. Données générales.....	57
V.2.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée : .....	57
V.2.1.Influence du taux de couverture du sol.....	57
V.2.2.Dose nette pratique.....	58

V.2.3.Dose nette réelle.....	59
V.2.4.Dose brute.....	59
V.2.5.Fréquence des arrosages.....	59
V.2.6.Durée d'arrosage.....	59
V.2.7.Durée d'arrosage journalier.....	59
V.2.8.Nombre de poste.....	59
V.2.9.Surface de la parcelle (poste) .....	59
V.3. Calcul hydrauliques : .....	60
V.3. 1.Conditions hydrauliques.....	60
V.3.2.Le débit.....	60
V.3. 2.1.Calcul pour le poste 01.....	60
V.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe : .....	61
V.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe : .....	61
V.3. 2.1.3.Le nombre des rampes : .....	61
V.3. 2.1.4.Débit de la rampe : .....	61
V.3. 2.1.5.Débit de la porte rampe : .....	61
V.3.2.1.6.Débit de la conduite secondaire.....	61
V.3.2.2.Calcul pour le poste 02: .....	61
V.3.2.2.1.Pour la sous parcelle $S'=91025\text{ m}^2$ .....	61
V.3.2.2.1.1.Le nombre d'arbre : .....	61
V.3.2.2.1.2.Débit de la porte rampe : .....	61
V.3.2.2.2.Pour la sous parcelle $S''=74475\text{m}^2$ .....	62
V.3.2.2.2.1.Le nombre d'arbre : .....	62
V.3.2.2.2.2. Débit de la porte rampe : .....	62
V.3.2.2.2.3. Débit de la conduite secondaire.....	62
V.3.3.Dimensionnement des différentes parties du réseau.....	62
V.3.3.1.Le diamètre des rampes et les porte rampes.....	62
V.3.3.2.Perte de charge.....	63
V.3.3.3.Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité.....	63
V.3.3.3.1. Diamètre des conduites secondaires.....	64
V.3.3.3.2.Diamètre de la conduite principale a la sortie de la born...64	
V.4. La pression d'eau à la borne de distribution N8.....	64

Conclusion.....	65
-----------------	----

## **Chapitre VI : Le réseau de distribution**

Introduction.....	66
VI .1.Principe de tracé d'un réseau de distribution .....	66
VI .1.1. Mode du tracé et implantation des bornes.....	66
VI .1.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	66
VI.1.3.Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles.....	67
VI.1.4. Dimensionnement du réseau de distribution.....	69
Conclusion.....	71

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

Introduction.....	72
VII.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée). .....	72
VII.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir.....	73
VII.2.1.Calcul du volume de terrassement.....	73
VII.2.1.1.1a Largeur du fond de la tranchée.....	73
VII.2.1.2.profondeur de la tranchée.....	73
VII.2.2.les conduites.....	73
VII.2.2.1. Calcul du volume de déblai.....	73
VII.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable.....	74
VII.2.2.3. Calcul du volume de remblai.....	74
VII.3 : Devis estimatif pour les terrassements.....	75
VII.5.Devis estimatif total.....	75
Conclusion.....	75

## **Conclusion générale**

## LISTE DES TABLEAUX

### **Chapitre : Situation et Climat**

Tableau I.1 : températures mensuelles et annuelles de Chélif (°C).....	5
Tableau I.2 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	6
Tableau I.3 : Série pluviométrique (station d'Oued Sly).....	6
Tableau I.4 : Précipitation moyennes mensuelles (mm) .....	7
Tableau I.5 : Les vitesses moyennes mensuel.....	8
Tableau I.6 : nombres de jours de sirocco.....	8
Tableau I.7 : l'humidité relative de l'air en (%).....	9
Tableau I.8 : évaporation moyennes mensuelles (mm) .....	9
Tableau I.9 : insolation moyenne mensuelle en heures(h) .....	10
Tableau I.10 : Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de De Martonne.....	10

### **Chapitre II : Ressource en Sol et en Eau**

Tableau II.1 : Les caractéristiques et les aptitudes cultural du secteur.....	18
Tableau II.2 : Les résultats des mesures.....	19
Tableau II.3 : Les mesures de réserve en eau. ....	19
Tableau II.4 : Caractéristiques techniques du barrage de Sidi Yacoub.....	24
Tableau II.5 : Résultats des analyses de l'eau de Barrage Sidi Yacoub.....	25

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

Tableau IV.1 : Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station d'Oued Sly.....	42
Tableau IV.2 : Les résultats de calcul sont .....	43
Tableau IV.3: les résultats de calcul sont.....	44
Tableau IV.4 : Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm.....	47
Tableau IV.5 :L'Année de calcul.....	47
Tableau IV.6 : Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée.....	50
Tableau. IV.7 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	51
Tableau. IV.8 : les superficies des différentes occupations.....	52

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.9 : Calcul du bilan hydrique pour l'olivier :.....	52
Tableau IV.10 : Calcul du bilan hydrique pour les Agrumes.....	53
Tableau IV.11 : Calcul du bilan hydrique pour les pêchers.....	53
Tableau IV.12 : Calcul du bilan hydrique pour les pommiers.....	54
Tableau IV.13 : Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures.....	54
Tableau IV.14 : Débits spécifiques des différents Modèles secteur.....	55
Tableau IV.15 : Les besoins totaux en m3.....	56

### **Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Tableau V.1: les données de calcul de la dose pratique.....	58
Tableau V.2: calcul de Dcal de la rampe.....	63
Tableau V.3: calcul de Dcaldu porte-rampe.....	63
Tableau V.4: calcul des diamètres des conduites secondaires.....	63
Tableau V.5: calcul de diamètre de la conduite à la sortie de la borne.....	64
Tableau V.6:les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable.....	65

### **Chapitre VI : Le réseau de distribution**

Tableau VI.1 : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles de secteur.....	68
Tableau VI. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation.....	69
Tableau VI. 3: Caractéristiques des conduites de distribution.....	70

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

Tableau VII.1.Factures pro-forma des pièces du réseau d'irrigation.....	72
Tableau VII.2 : Les volumes des travaux pour les conduites.....	74
Tableau VII.3 : Factures pro-forma terrassement.....	75

## LISTE DES FIGURES

### **Chapitre : Situation et Climat**

Figure I.1 : extrait de la carte de la zone du Moyen Chélif.....	2
Figure I.2 : plan de situation de la commune Oued Sly.....	3
Figure I.3 : Situation administrative de la commune OUED SLY.....	4
Figure I.4 : Variation de la température mensuelle maximale, minimale et moyenne.....	5
Figure I.5 : Variation de la vitesse moyenne du vent.....	8
Figure I.6: Diagramme bioclimatique.....	12

### **Chapitre II : Ressource en Sol et en Eau**

Figure II.1: la carte des zones homogènes.....	17
FigureII.2.Carte géologique de moyen Chélif.....	23
FigureII.3.le barrage de Sidi Yacoub.....	24
FigureII.4. Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	29

### **Chapitre III : Choix des techniques d'irrigation**

Figure III.1 : Irrigation par seguia.....	31
Figure III.2.Parcelle équipée par système d'irrigation goutte à goutte.....	33
Figure. III.3 : Schéma type d'un réseau d'irrigation goutte à goutte.....	34
Figure. III.4 : Irrigation par aspersion.....	36
Figure. III.5 : Partie essentielle d'une installation en aspersion classique.....	36

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

Figure IV.1: Ajustement à la loi de Gauss.....	45
Figure IV.2 : Ajustement à une loi Log-normale.....	46

### **Chapitre V : Dimensionnement du réseau d'irrigation**

Figure V.1 : schéma explicatif de goutteur le plus défavorable.....	64
---	----

## LISTE DES FIGURES

### **Chapitre VI : Le réseau de distribution**

Figure VI. 1: Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.....71

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

Figure VII. 1: schéma d'une tranchée.....73

## **LISTE DES PLANCHES**

Planche N°1 : plan de situation du périmètre OUED SLY commune de OUED SLY (W : CHLEF)

Planche N°2 : plan d'occupation de sol du périmètre OUED SLY commune de OUED SLY (W : CHLEF)

Planche N°3 : réseau de distribution du périmètre OUED SLY commune de OUED SLY (W : CHLEF)

Planche N°4 : PLAN DE RÉSEAU GOUTTE A GOUTTE DE PARCELLE(S15) DE PERIMETRE OUED SLY COMMUNE OUED SLY (W:CHLEF)

Planche N°5 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE DU PÉRIMÈTRE OUED SLY COMMUNE OUED SLY (W.CHLEF) ENTRE LES NOEUDS R-N23

# **Introduction**

## Introduction

L'eau joue un rôle très important dans le secteur agricole, donc c'est un facteur limitant. Le déficit en eau, se répercute sur les cultures en provoquant un rendement faible. Notre pays souffre depuis quelques années d'un déficit hydrique très important et sans cesse croissant, avec l'augmentation de la demande en eau potable et industrielle et les ressources en eau qui diminuent avec la sécheresse accentuée.

Ainsi l'importante croissance économique et alimentaire imposé par la croissance démographique dans notre pays, nous militons à la recherche des stratégies permettant de trouver des solutions efficaces pour augmenter les rendements agricoles par une utilisation rationnelle des ressources en eau du pays, que ce soient qui coulent en surface ou celles renfermées dans les nappes souterraines.

Dans l'objectif de cette optique, la maîtrise de la technologie des réseaux d'irrigation sous pression et son évolution dans le temps ainsi que le mode de distribution à la parcelle ce qu'on appelle la micro irrigation s'avère impérative.

C'est suivant le cadre de cette politique que nous avons essayé d'orienter l'étude de ce périmètre dénommé OUED SLY qui représente une petite partie de la plaine du Moyen Chélif.

Depuis la première moitié de notre siècle, tous les projets d'irrigation de la région se sont trouvés subordonnés aux problèmes d'alimentation en eau potable qui est prioritaire. Dans la dernière décennie, un autre phénomène aggrave la pénurie en eau d'irrigation, c'est la période de sécheresse qui s'est accentuée.

# **Chapitre I :**

# **Situation et climat**

**Introduction**

L'étude topographique est nécessaire pour faire une étude d'un projet d'irrigation d'un périmètre, car elle fournit les cartes topographiques nécessaires pour notre étude. Ces cartes sont généralement utilisées pour représenter: la Situation géographique d'une région, la Situation administrative et Infrastructure routière, la végétation, le relief, l'hydrographie. Elles indiquent aussi les caractéristiques naturelles et artificielles de la région représentée, en raison de la grande diversité des informations qu'elles comportent, les cartes topographiques servent le plus souvent de cartes de référence pour un usage courant.

**.1.Situation géographique**

Le périmètre de oued sly est situé dans la commune de OUED SLY, cette dernière est située dans la partie Sud-ouest de la Wilaya de Chélif, entre 01°10' et 01°12' longitude Est et entre 36°05' et 36°07' latitude Nord. Le périmètre d'Oued Sly fait partie du périmètre du Moyen Chélif.

**I.2.Présentation générale du périmètre du Moyen Chélif :**

La plaine du Moyen Chélif est située à l'ouest du chef-lieu, entre méridien de Greenwich de : 1°06' et 1°42' de longitude EST et 36°14' de latitude NORD avec une surface totale de 21600ha. Le périmètre du Moyen Chélif (P.M.C) s'étend entre l'oued TIKEZAL (El-Attaf, W d'Ain Defla) et le Barrage de Boukadir (W de Chélif). Sur une longueur de 60 km (Est-Ouest) et de largeur (Nord-Sud) de 10 km environ. Il se compose de deux plaines nettement séparées par la zone des collines et le seuil d'Oum-Drou :

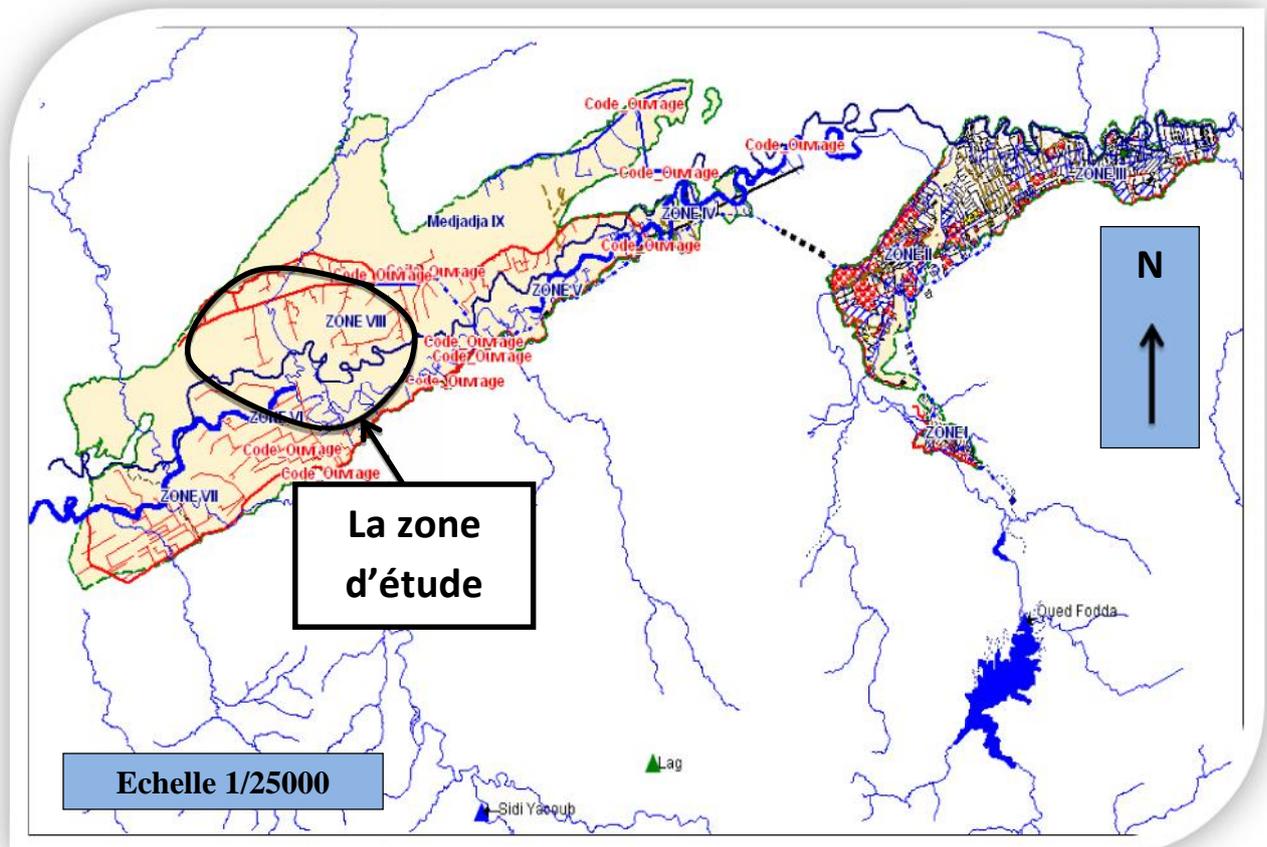
1. La plaine d'Oued Fodda qui s'étend entre le village d'El-Attaf et le seuil d'Oum-Drou, représente une superficie agricole utile (S.A.U) irrigable d'environ 4539ha ; constituée de sols de la vallée d'Oued fodda et des alluvions rive gauche d'Oued Chélif.
2. La plaine du Chélif comprise entre les seuils d'Oum-Drou et de Boukadir représente une S.A.U irrigable d'environ 16435ha et c'est ici qu'appartient notre périmètre étudié.

Le bassin du Chélif se caractérise par une insuffisance ou une mauvaise répartition Des pluies (une pluviométrie moyenne de 350mm), une insolation forte avec des déviations de températures importantes (environ 40°C) ; un abaissement thermique accentué en hiver à quelques degrés au-dessous de «zéro», enfin par des oueds secs ou forts torrentiels.

Néanmoins les terres des plaines chélifiennes formées d'alluvions profondes sont

Fertiles quand elles sont suffisamment arrosées et bien drainées.

Périodiquement la vallée du Chélif est soumise à des séries d'années sèches ou d'années humides, la sécheresse du climat est le principal obstacle du développement de l'agriculture bien que plus d'un milliard de mètres cubes d'eau s'écoulent à la mer par année. Et voici la figure I.1 qui représente la zone du Moyen Chélif.



**Figure I.1 :** extrait de la carte de la zone du Moyen Chélif.

### I.3.Situation administrative et Infrastructure routière

La ville principale d'OUED SLY est située dans la partie Nord-est de la Daïra de BOUKADIR, à 10 Km à l'Ouest du chef-lieu de wilaya (Chélif).

Elle est traversée aussi par la R.N.N°4 reliant Chélif à la Daïra de Boukadir.

La commune de OUED SLY est limitée comme suit (figure I.2 et I.3):

- Au Nord par la commune de CHETTIA.
- Au Sud par la commune d'OULED BEN AEK.
- A l'Ouest par la commune de SOBHA.
- A l'Est par la commune de SENDJAS.

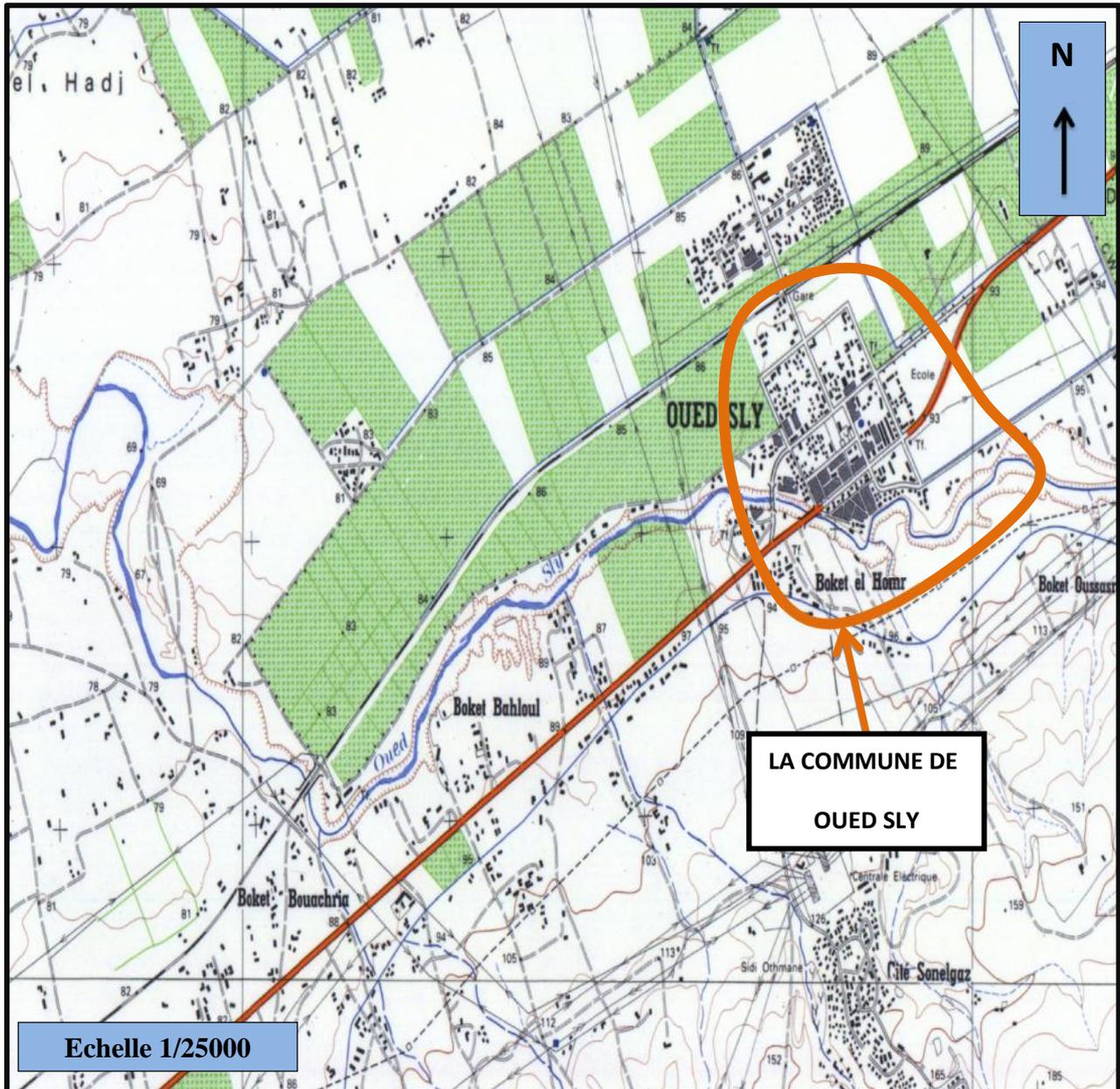


Figure I.2 : plan de situation de la commune Oued sly

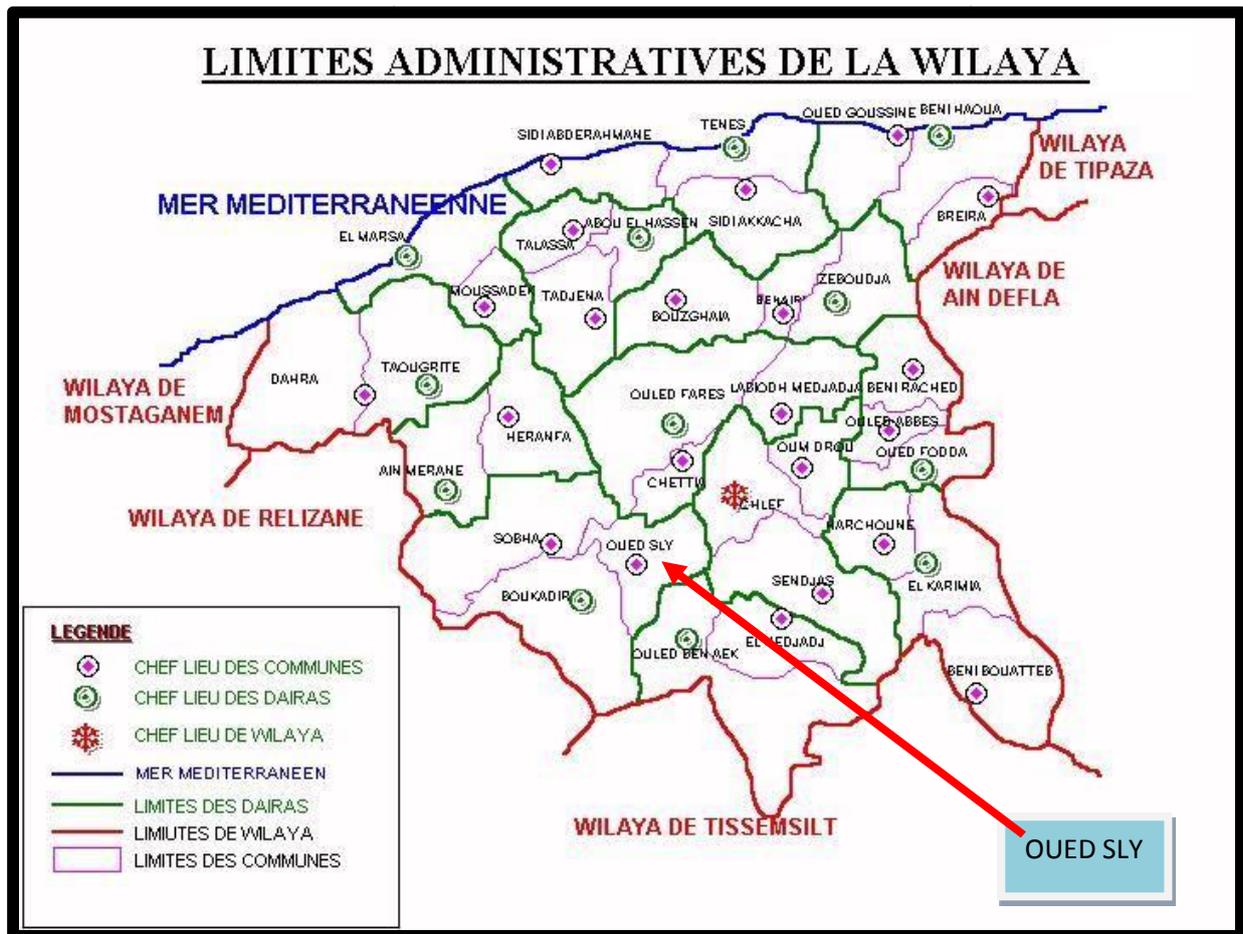


Figure I.3 : Situation administrative de la commune OUED SLY

#### I.4.Végétation

La superficie totale nette du périmètre à irriguer à partir du barrage de SIDI YACOUB est de 260 ha, avec l'ensemble du réseau des routes et des pistes d'exploitation, nous pouvons dire que la superficie brute est de 300ha.

#### I.5.Le relief

Le périmètre présente un relief non accidenté dont les cotes varient de 82m a 90m.

#### I.6.Climatologie

Le climat est un facteur primordial qui conditionne la vie végétale ainsi que la production agricole. Cette partie d'étude regroupe la relation entre les paramètres climatologiques tel que : précipitation, température, vent, humidité, degrés d'insolation qui influent sur les cultures envisagées dans leur cycle végétatif et sur leur besoins en eau.

**I.6.1.Température**

Le périmètre d'Oued sly a un climat de type **continental**, malgré la proximité de la mer. C'est un climat marqué par des étés chauds et secs, aux hivers assez froids, tempérés et pluvieux, un printemps assez long et un automne très bref.

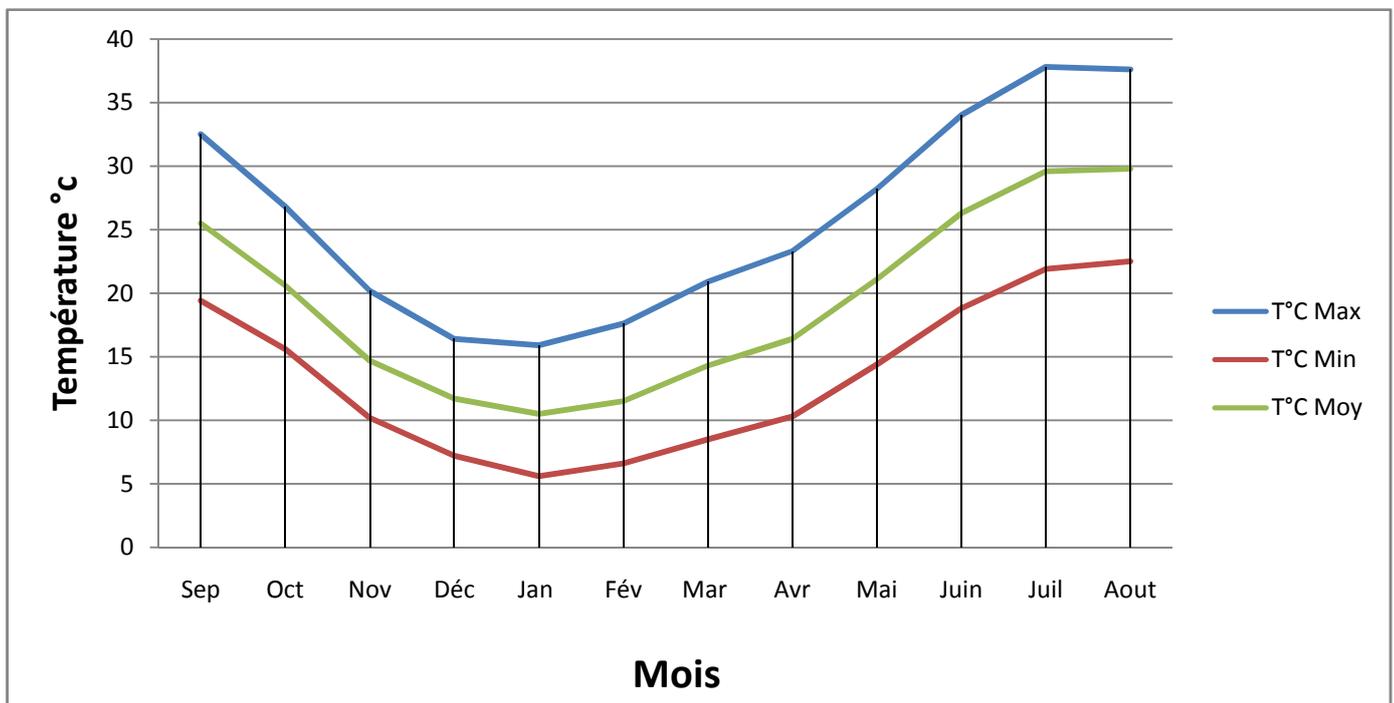
Les résultats des mesures sont mentionnés dans le tableau **I.1**

**Tableau I.1** : températures mensuelles et annuelles de Chélif (°C) ;(période : 1987/2012)

Mois T°	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Moyen annuel
<b>Max</b>	32.5	26.8	20.2	16.4	15.9	17.6	20.9	23.3	28.2	34	37.8	37.6	25.9
<b>Min</b>	19.4	15.6	10.2	7.2	5.6	6.6	8.5	10.3	14.4	18.8	21.9	22.5	13.5
<b>Moy</b>	25.5	20.6	14.7	11.7	10.5	11.5	14.3	16.4	21.1	26.3	29.6	29.8	19.3

Source : station météorologique de Chélif.

La moyenne des températures annuelles s'élève à 19.3°C mais on observe un écart très important entre la saison d'hiver et la saison d'été.



**Figure I.4** : Variation de la température mensuelle maximale, minimale et moyenne (1987/2012).

**I.6.2.Précipitations**

La pluviométrie est d'un régime variable et irrégulier suivant les mois et les années. On dispose d'une série d'observations pluviométriques de la station d'Oued Sly. Elle comprend des données mensuelles et annuelles sur une période de 33 années allant de 1980 à 2012.

Les coordonnées ainsi que l'altitude, code de la station et les années d'observations sont représentées dans le Tableau I.2

**Tableau I.2** : Caractéristiques de la station pluviométrique

Nom de la Station	Code de la station	Coordonnées Lambert		Altitude (m)	Années D'observations	N
		X (km)	Y (km)			
Oued Sly	01-23-09	372,55	301,70	95	1980-2012	33ans

**Tableau I.3** : Série pluviométrique (station d'Oued Sly) (1980/2012) ANRH Blida

Mois Années	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout.	P annuel
1980	3,5	23,4	11,6	147,5	26,3	59,7	34	75,9	14,7	0,4	0	1,5	398,5
1981	0	12	0	64,3	69,4	93,4	23,1	20,1	26,6	0	0	0,6	309,5
1982	0	12	0	64,3	69,4	93,4	23,1	20,1	26,6	0	0	0,6	309,5
1983	0	3,1	91	41,5	50,8	67,8	47,8	25	74,6	11,2	0	0	412,8
1984	6,7	47,9	76,1	74,3	37,4	42,9	67,5	11,5	30,5	1,8	0	0	396,6
1985	8	30	49,8	43,4	111,5	104,7	62,8	23,8	3	21,9	1	2,9	462,8
1986	32,3	46,6	42,7	117,3	50	119,9	6	1,5	8,4	4	0,4	0	429,1
1987	17,6	43	76,7	33,2	48,1	5,6	36,9	32,8	34,3	5,4	0	0	333,6
1988	7,6	15,5	20,9	75,6	8,1	25,5	55,7	36,6	17,3	11,5	1,4	15,9	291,6
1989	18,6	8,5	23,4	16,4	67,2	0	48	80	35,2	0	0	0	297,3
1990	0,4	32,4	54,1	57,8	49,5	62,8	75,2	18,2	8,2	1,5	3,6	2,7	366,4
1991	1	18,2	42	2,4	81,9	13,3	66,8	36,3	33,8	16,1	10,3	0	322,1
1992	0	20,9	35,2	19,3	5,7	43,8	9,9	59,7	25,7	0	0	1,9	222,1
1993	20,5	20,3	34,2	26,1	40,3	41,2	2,2	21,9	9,6	0	0	0	216,3
1994	64,6	45,3	29,7	19,3	80,5	7,5	44,9	10,3	0	9,1	0	11,3	322,5

1995	43,3	29,8	51	36,7	75,6	99,4	87,2	41	34,7	2,3	11,7	1	513,7
1996	48,7	30,4	15,1	37,8	79,9	8	0,5	136,8	14,2	0,4	5,5	17,3	394,6
1997	11,9	46,9	153,6	24,9	13,5	40,1	9,5	47,5	92,5	0	0	0	440,4
1998	13,3	31,2	28,3	23,3	71,8	78	76,7	1,4	0,3	0	0	0,7	325
1999	31,9	16	51,1	106,6	3	0	7,2	18,7	17,7	0	0	0	252,2
2000	22,2	81,4	81,1	33	107,3	25	2,6	46,4	13,2	0	0	0	412,2
2001	19,7	1,4	111,7	31,5	28	5	45,5	45,3	41,1	0	0	9,8	339
2002	0	12	58,2	30,3	118,1	63,8	14,4	34,7	32,3	1	0	0	364,8
2003	3,5	19,1	63,5	71,8	24,2	46,5	7,1	41,7	60,1	10,6	1,6	0	349,7
2004	0	37,6	24,8	63,3	17	79,4	27,3	1,5	1	0	0	0,3	252,2
2005	21	36	61,4	54,4	35,5	69,4	15,5	5,2	71,7	7	0,5	1,2	378,8
2006	17,4	0	0	88,2	27,3	60,8	49,2	66,6	34,2	0	0	0	343,7
2007	39,8	31,7	40,7	16,6	21	31,8	34,8	12,6	53,6	11,7	7,3	0	301,6
2008	9,1	35,6	46,2	64,4	61,2	21	51,9	74,4	15,3	2	0	2	383,1
2009	48,1	34,5	47,3	55,6	59,5	103,8	70,2	19,9	12,1	1,3	0	39,8	492,1
2010	22,3	45,1	81,9	27,5	102,5	55,2	21,1	54,1	74,5	22	0,8	0	507
2011	8,4	25,3	73,1	18,3	24,3	96,9	26,3	123,8	7,1	0	0	0	403,5
2012	0	46,8	102,1	7,4	56,3	10,9	72,8	60,6	40	0	1,5	1,3	399,7

**Tableau I.4 :** Précipitation moyennes mensuelles (mm) période (1980/2012)

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	annuel
P (mm)	16,4	28,5	50,9	48,3	52,2	50,8	37,1	39,6	29,2	4,3	1,4	3,4	362

Après l'analyse de ces données on remarque que la majeure partie des précipitations S'étale sur la période «Nov-Avr».

Les pluies de Juin, Juillet et Aout sont négligeables

### I.6.3.le vent :

Il s'agit d'un facteur important aussi bien sur un plan agronomique que du point

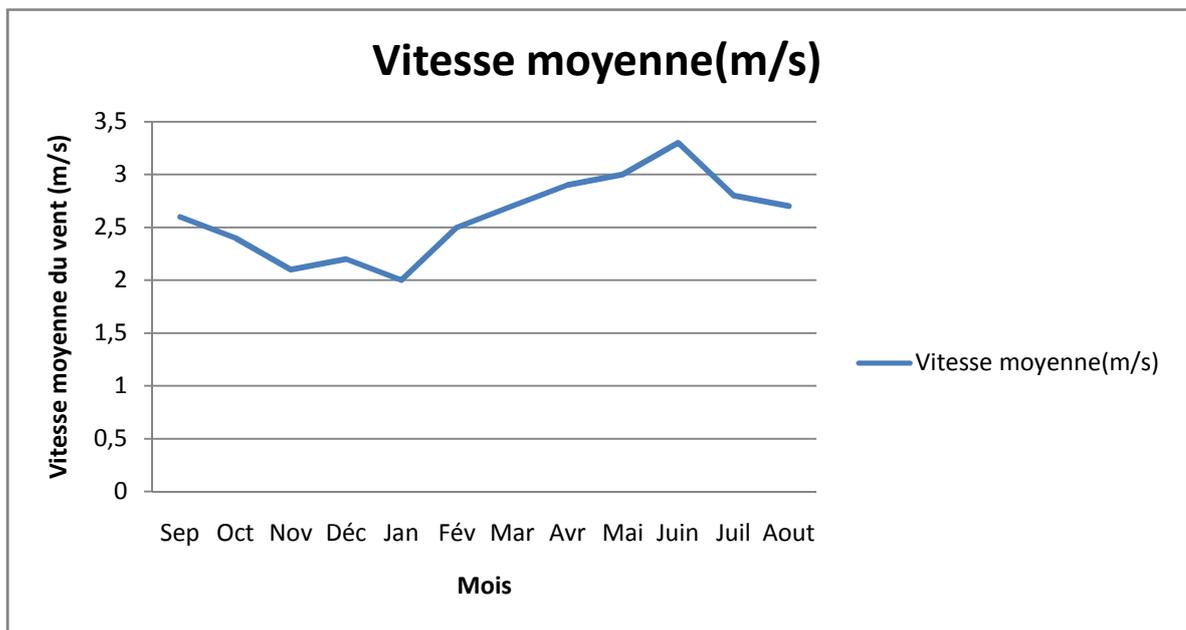
De vue de l'aménagiste puisque il constitue élément déterminant dans le choix de type d'irrigation (aspersion ou gravitaire) ainsi que dans l'élaboration du système de protection des périmètres (réseau de brise-vents).

Les vitesses moyennes mensuelles sont représentées dans le **Tableau I.5**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
V (m/s)	2.6	2.4	2.1	2.2	2	2.5	2.7	2.9	3	3.3	2.8	2.7

Source : Station météorologique de Chélif

Une analyse des valeurs moyennes observées montre une stabilité des vitesses tout au long de l'année.



**Figure I.5 :** Variation de la vitesse moyenne du vent.

**I.6.4. nombre de jours du sirocco :**

Il s'agit d'un vent du sud pouvant causer aux cultures des dégâts très importants

Par l'élévation brutale des températures et la diminution de l'hygrométrie de l'air qu'il entraîne. Les résultats des mesures sont mentionnés dans le tableau I.6

**Tableau I.6 :** nombres de jours de sirocco.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Totale
Nombre Des jours	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	<b>12</b>

Source : Station météorologique de Chélif

**I.6.5. l'humidité relative de l'air :**

Il s'agit d'un élément important du cycle hydrologique contrôlant entre autre L'évaporation du sol et de couverture végétale. Les résultats sont représentés dans le tableau n°I-7.

**Tableau I.7 :** l'humidité relative de l'air en (%)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	moy
%	56	66	75	82	83	75	68	61	55	49	45	47	63

Source : Station météorologique de Chélif

L'analyse du tableau I.7 montre une bonne homogénéité sur cette zone ainsi que L'importance des variations d'amplitude liées aux phénomènes thermiques (variation d'amplitude entre le mois le plus sec et le plus humide est de 38%).

**I.6.6. Evaporation :**

L'évaporation est connue quotidiennement le plus souvent par des mesures Effectuées sur des bacs, ici le bac enterré de 1 m<sup>2</sup> de surface dit « bac Colorado ».

Les résultats des mesures sont représentés dans le tableau n°I-8

**Tableau I.8 :** évaporation moyennes mensuelles (mm).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total annuel
Station													
Chélif	134	84	38	27	26	43	81	116	158	191	214	196	1308

Source : Station météorologique de Chélif

Une analyse plus fine des mécanismes d'évaporation montre la répartition journalière diverse bien distincte.

- Les 3/4 de l'eau s'évapore entre 7h et 18h.
- Le maximum est généralement atteint 2 à 3h après que le soleil soit passé au Zénith.

**I.6.7. Insolation :**

Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est élevé ; Ce paramètre Climatique est observé à la station météorologique de Chélif et illustré par le tableau n°I-9.

**Tableau I.9 :** insolation moyenne mensuelle en heures(h).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Heures D'insolation	11.4	10.3	9.3	7.8	6.7	7.8	8.5	9.5	10.5	12.5	13.3	12.5	120.1

Source : Station météorologique de Chélif

Ce phénomène est très important de Juin à Août ; il dépasse 12heures/jour.

**I.7.Classification du climat :**

A partir des Indices climatiques; nous entendons une codification du climat par des Formules dont le but est de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur la plante. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels: pluviométrie et température les Indices les plus connus sont ceux d'E.MARTON (1926) et E.EMBERGER.

**I.7.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTON :**

L'indice d'aridité De Marton définit comme le degré de sécheresse du climat et par conséquent il nous oriente dans le choix des cultures, il est calculé par la formule suivante :

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

Avec : I : Indice De Martonne

P : Précipitation annuelle en (mm)

T : Température moyenne annuelle

$$I = \frac{362}{19,3+10} =12.35$$

**Tableau I.10 :** Les limites du climat d'après l'indice d'aridité de Martonne

Valeur de I	Type de climat	Irrigation
I<5	Désertique	Indispensable
5<I<10	Très sec	Indispensable
10<I<20	Sec	Souvent indispensable
20<I<30	Relativement humide	Par fois utile
I>30	Humide	Inutile

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus que

La région est soumise à un régime de climat Sec par conséquent, l'irrigation est **Souvent indispensable**.

### I.7.2 Classification du climat selon le diagramme de Mr EMBERGER :

Le Quotient pluviométrique d'Emberger permet de déterminer l'étage bioclimatique et

La valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

$$Q = \frac{1000 \cdot P}{\frac{(M+m) \cdot (M-m)}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2} \dots \dots \dots (I. 2)$$

Tel que : Q : Coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaude en °kelvin.

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en kelvin.

$$Q = \frac{2000 \times 362}{(37,8 + 273)^2 - (5,6 + 273)^2} = 38,15$$

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

L'étage bioclimatique : Semi-aride

Sous étage : Hiver tempéré

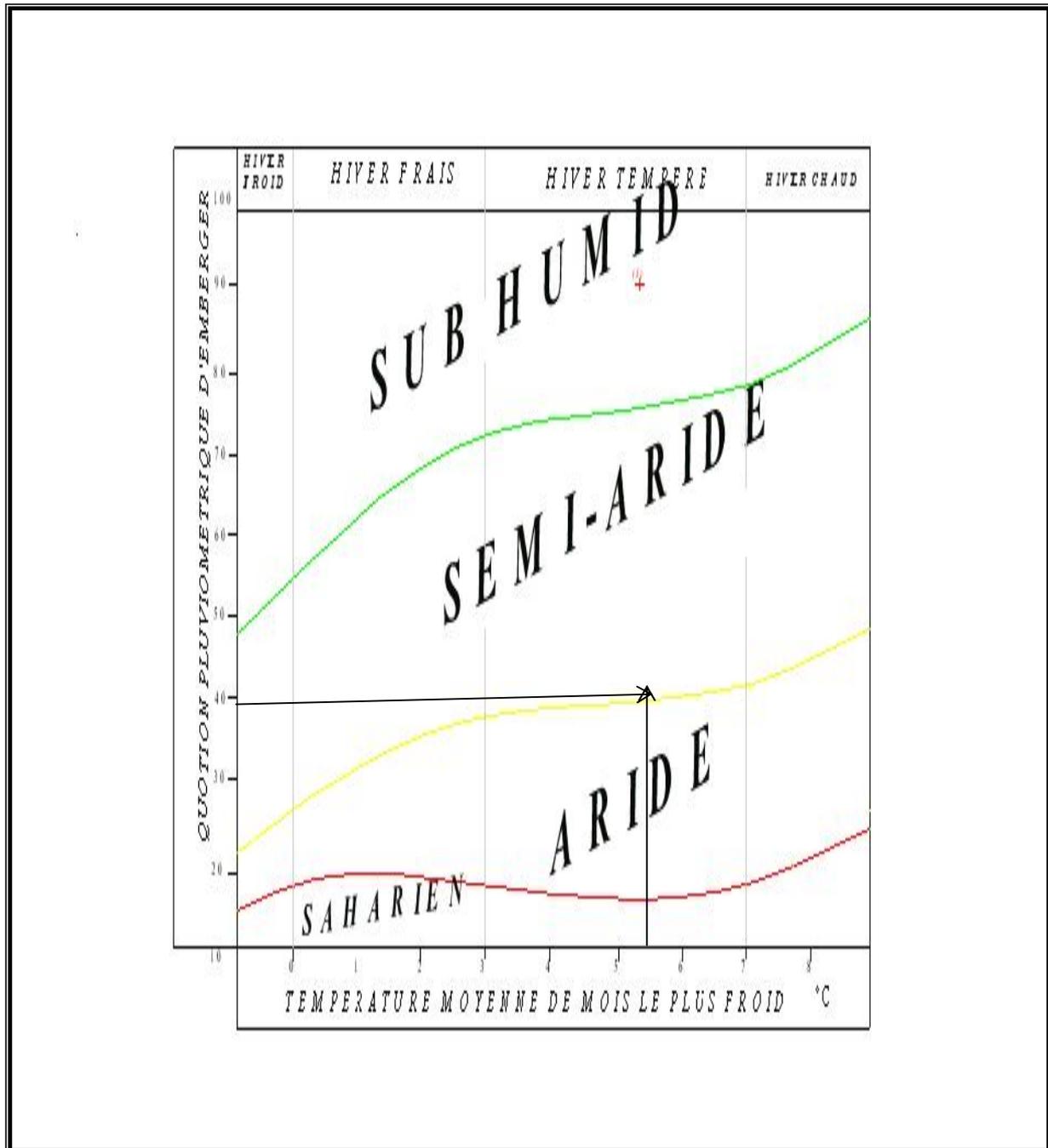


Figure I.6: Diagramme bioclimatique

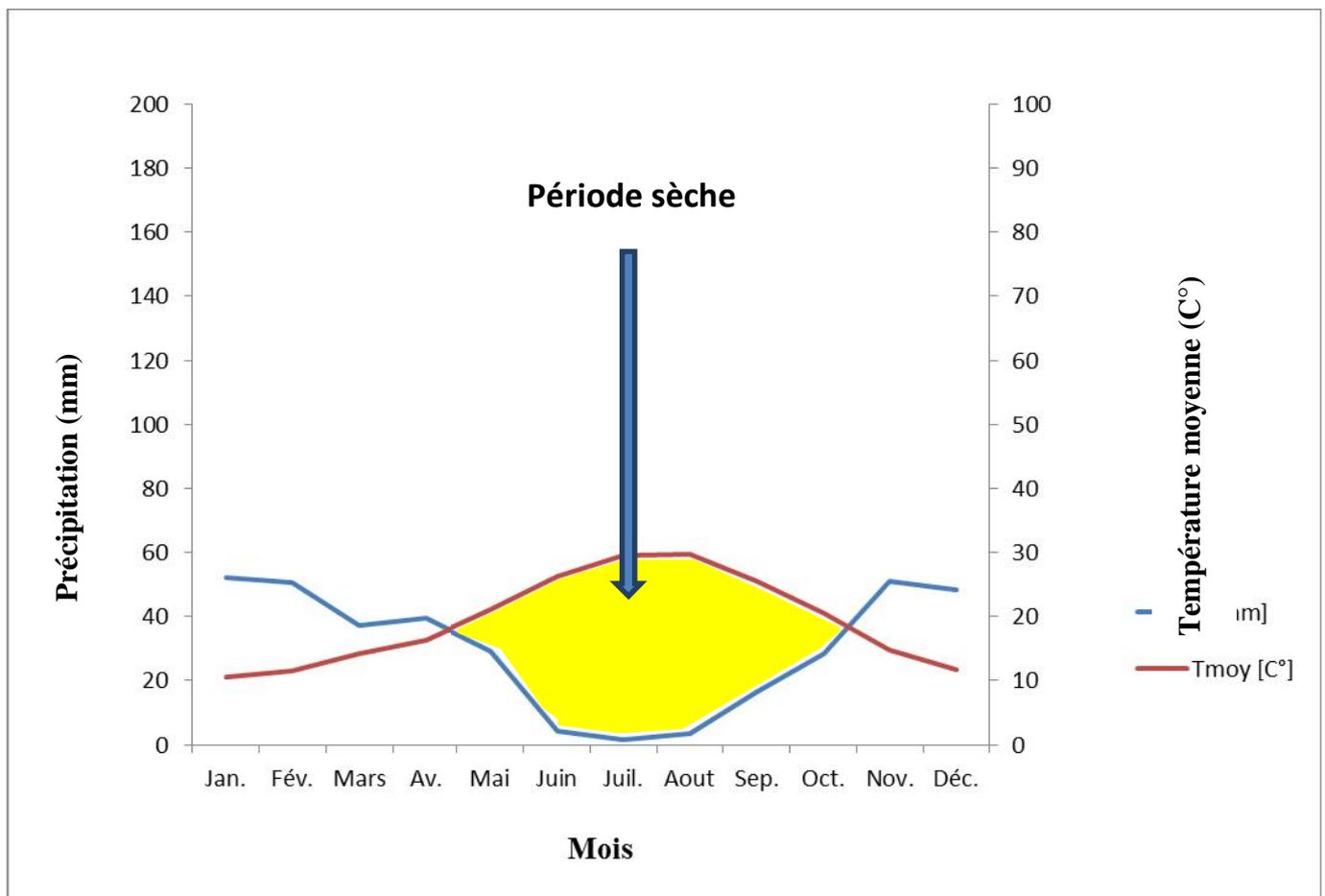
### I.7.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et en ordonné les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale au double de celle de la température (Fig. : I.7).

#### I.7.3.1. Description du graphe

Les deux courbes se croisent et la surface délimitée mesure l'intensité de la saison sèche et la saison humide, c'est-à-dire lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, c'est la période sèche, dans le cas contraire on dit que c'est la période humide.

## Diagramme ombrothermique de Gaussen



**Figure I.7:** Diagramme ombrothermique de Gaussen

D'après le diagramme d'ombrothermique de Gaussen on distingue deux périodes

- La période sèche qui s'étale de Mai à Octobre.

- La période humide d'Octobre à Mai.

**Conclusion**

Nous avons présenté au terme de ce chapitre la présentation générale de la zone d'étude, afin de mieux connaître le périmètre, pour cela nous avons commencé par la localisation de la zone d'étude comme la situation géographique et administrative, après nous avons abordé quelques caractéristiques générales du périmètre comme : le relief, la végétation et le climat mais d'après ce dernier on peut conclure que notre zone d'étude se caractérise par :

- ❖ Le climat est caractérisé par des étés chauds et secs avec des hivers froids et pluvieux.
- ❖ La répartition des précipitations au cours de l'année est caractérisée par :
  - ✓ une période pluvieuse allant du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril.
  - ✓ Une période sèche allant du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.
- ❖ La durée pendant laquelle le sirocco souffle est de Juillet à Aout.
- ❖ Une évaporation intense.



### II.1. Ressources en Sol :

Au sein du périmètre hydraulique de Moyen Cheliff nous avons retenu sept (07) **Zones Homogènes** plus une zone regroupant les surfaces à exclure des aménagements hydrauliques. (voir **Figure I.7**). Ces Sept zones ont été définies à partir des quatre (4) critères fondamentaux de Texture, Tirsification, Salinité et Teneur en Calcaire actif, dont nous avons vu qu'ils constituaient les contraintes majeurs rencontrées sur le périmètre.

Les notions de texture et tirsification se recoupent partiellement dans la mesure où les sols tirsifiés sont toujours de texture fine. Il nous a paru important de distinguer les alluvions Argileuses, des alluvions de texture équilibrée qui présentent des caractéristiques agrologiques bien différentes.

#### **Zone 1 : Alluvions récentes profondes non salées, de texture équilibrée.**

Ces alluvions s'observent le long des principaux Oueds (Cheliff ; Sly ; Fodda) dans cette zone homogène les sols sont toujours profonds. La texture est de type Limono-argileuse à Argilo-limoneuse ; ces sols présentent une bonne perméabilité ( $k$  de l'ordre de 3 cm/h). Ils ne sont par ailleurs jamais salés, les conductivités électriques sont toujours inférieures à 2mmhos/cm en surface.

Les caractéristiques pédologiques et hydrodynamiques de cette zone homogène lui confèrent d'excellentes aptitudes agronomiques.

#### **Zone 2 : Alluvions récentes de texture fine, légèrement salées et tirsifiées.**

Cette zone est la plus importante elle occupe de vastes surfaces dans la plaine d'Ech-Chleff principalement. Sa caractéristique majeure est la texture fine ; souvent dès la surface qui induit une faible perméabilité ( $K$  de l'ordre de 1cm/h).

Ces terres sont profondes et possèdent des réserves hydrauliques et minérales importantes mais ne pourront pas toujours être bien exploitées par les cultures. Il conviendra de se méfier des risques d'asphyxie fréquents en sols lourds, asphyxie par accumulation d'eau en surface, entraînant des problèmes de germination. Asphyxie du réseau racinaire qui aura du mal à se développer dans les horizons compacts. La conductivité électrique toutefois ne dépassant pas 4mmhos/cm en surface.

Bien que moins favorable que la zone 1, et pour garantir les meilleurs résultats, on cherchera à améliorer la perméabilité de surface par des façons culturales appropriées et surtout un grand respect de l'état d'humidité de sol, et par limitation des excès d'eau dans le cas d'irrigation. Moyennant ces précautions indispensables, cultures légumières, céréalières et maraîchères pourront y être pratiquées.

**Zone 3 : Alluvions récentes et anciennes fortement tirsifiées.**

Cette zone répartie sur l'ensemble du périmètre, surtout représentée sur les alluvions récentes en position légèrement dépressionnaire où mal drainée; cette zone de sols fortement tirsifiées est uniformément caractérisée par des textures très fines (plus de 40% d'argile), et de perméabilité très faible (inférieure à 1cm/h). Ces sols compacts présentent actuellement une conductivité électrique inférieure à 4 mmhos/cm en surface; donc ils sont peut-être salés mais leur texture fine les rendent particulièrement sensibles à la qualité des eaux d'irrigation.

Cette zone doit être réservée aux cultures adaptées aux sols lourds (riz; orge ou blé pour les céréales, vesce-avoine pour les fourrages, et pour les maraichères sont nombreuses: choux, pastèque...), l'arboriculture est déconseillée dans cette zone. Les irrigations devront être suivies de près afin de supprimer tous les apports d'eaux excessifs (l'aspersion est conseillée).

**Zone 4 : Alluvions salées.**

Dans ces secteurs, la conductivité électrique est supérieure à 4 mmhos/cm à la surface, elle croit toujours avec la profondeur. La texture est équilibrée sauf dans la plaine de Bir-Saf-Saf où elle est fine.

On a trois secteurs bien délimités géographiquement, qui présentent des sols salés :

1. la zone de confluence des Oueds Sly et Cheliff.
2. le piémont Nord-ouest de la plaine d'Ech-Chleff (bled Essaoula).
3. un petit secteur de la plaine de Bir-Saf-Saf.

Dans l'immédiat on n'y pratiquera que les cultures les mieux adaptées: Coton; Sorgho fourrager; orge; luzerne sur les terres les moins lourdes;...

**Zone 5 : Alluvions fortement salées et tirsifiées.**

Cette zone concerne exclusivement la plaine de Boukadir où on y trouve des sols très lourds (plus de 40% d'argile), fortement tirsifiées et présentant des conductivités supérieures à 7 mmhos/cm à la surface. En fait la seule culture qui aurait des chances raisonnables de se développer tout en permettant un relatif dessalage des terrains est le Riz. (Économiquement difficile).

**Zone 6 : Alluvions anciennes et sols piémont non tirsifiés :**

Ces alluvions sont situées exclusivement à la périphérie des plaines d'Ech-Cheliff, Ouled Farès et Oued Fodda ainsi que dans la plaine des Medjadjas.

Les sols de texture équilibrée à fine sont bien structurés et de ce fait présentent une très bonne perméabilité (K de l'ordre de 10 cm/h). Ils ne sont en outre jamais salés. Cette zone supporte toutes les cultures adaptées aux conditions climatiques de la vallée du Cheliff.

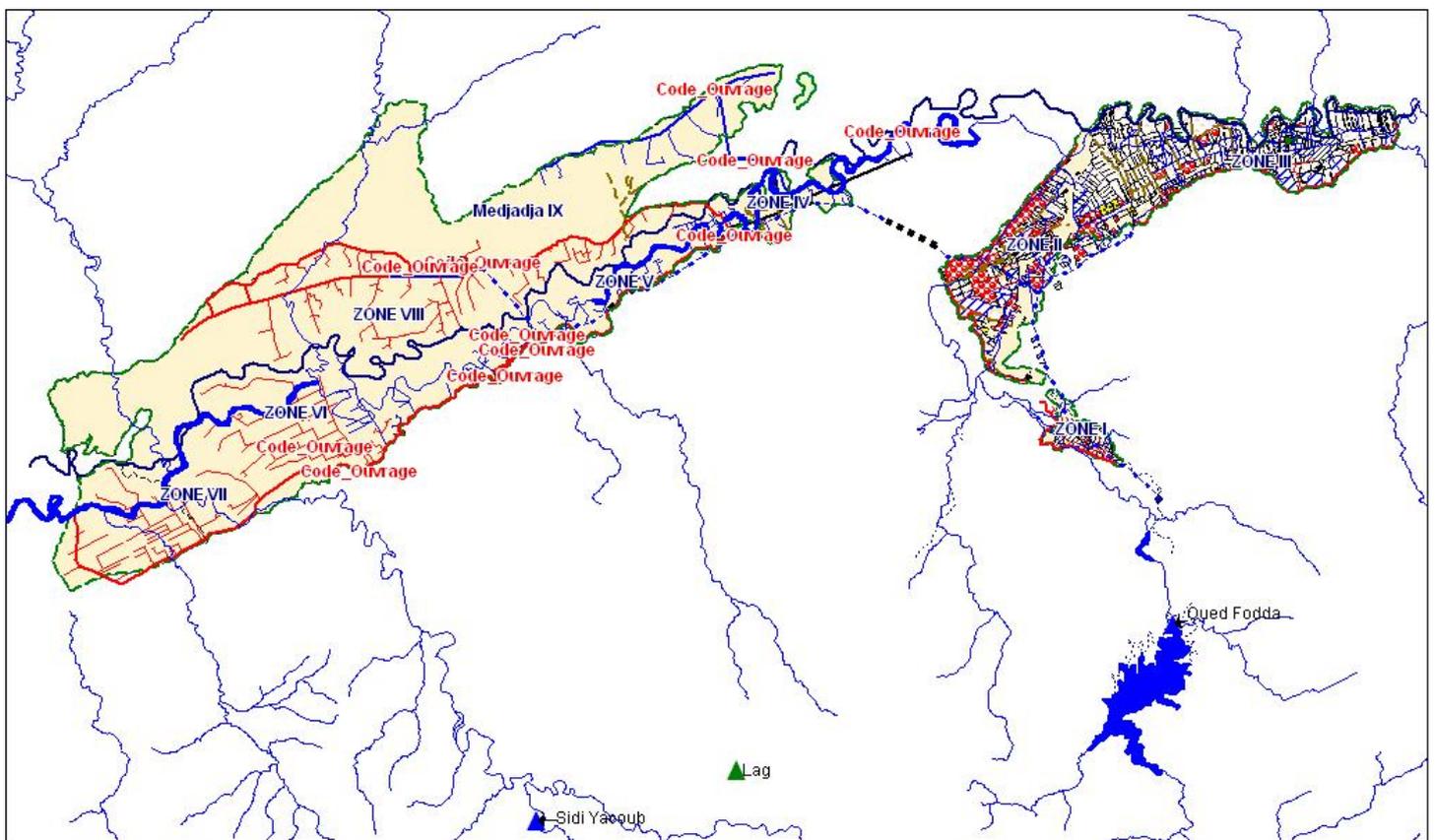
**Zone 7 : Sols sur croûtes ou encroûtements calcaires.**

Cette zone est située assez haut dans le paysage et se trouve le plus souvent en limite d'étude.

Les contraintes de cette zone sont d'abord d'ordre mécanique. Les croûtes calcaires sont souvent mêlées à des formations caillouteuses qui limitent les possibilités d'enracinement. Plus important est le risque de calcaire actif, source de chlorose, que l'on trouve avec les croûtes, encroûtements et Tufs calcaires. L'arboriculture devra être exclue des zones présentant une croûte ou un encroûtement à moins de 80 cm, de façon générale, cette zone devra donc être réservée aux céréales et fourrages.

**Zone 8 : Zone à exclure des aménagements.**

Il s'agit des zones Urbaines, des affleurements rocheux ou zones de pente très forte, mais également du lit majeure des principales rivières qui peut être exploité pendant une partie de l'année (maraîchage irrigué.....) Mais ne peut faire partie d'un schéma d'aménagement en raison des risques d'inondation.



**Figure II.1:** la carte des zones homogènes

Notre zone d'étude contient trois (3) zones homogènes qui sont les suivantes :

-la zone homogène 1

-la zone homogène 6 (qui représente la plus grande partie du secteur)

-la zone homogène 7

Les caractéristiques et les aptitudes de ces zones sont représentées dans le tableau suivant (tableau II.1)

**Tableau II.1 :** Les caractéristiques et les aptitudes cultural du secteur

ZONE	CARACTERISTIQUES	APTITUDES
1= Alluvion récents profondes, non salées de texture équilibrée.	Texture limono argileuse à argilo limoneuse. Plus grossier dans les zones d'épandage, éventuellement quelques tracer d'hydromorphie ou salinité en profondeur. Bonne perméabilité CE<2mmhos/cm en surface	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
6=Alluvions anciennes et sole de piémont Non tirsifiées.	Sols de texture argilo limoneuse à argileuse. Bien structurés Drainage externe facilité par la pente naturel. Bonne perméabilité Zones moins sensibles aux gelées	Toutes cultures adaptées aux Conditions climatiques.
7= Sols sur croûtes et encroûtements Calcaires.	Sols de texture argilo limoneuses à argileuse. Bien structurés. Présentant des accumulations Calcaires vers 50cm.	Cultures céréalières et fourragères Arboriculture peu sensible au calcaire actif Cultures maraîchères

Des mesures ont été prises dans cette zone (essais d'infiltration MUNTZ), sur sol marron rubéfié et noirci, 3 mesures ont été réalisées avec de l'eau prise dans le barrage de Sidi Yacoub, les résultats sont bons.

Les vitesses d'infiltration, élevées, varient de 4.7 à 14 cm/h .Donc la moyenne est de 9 cm/h. (voir tableau II .2)

**Tableau II.2 :** Les résultats des mesures

Nombre de mesures	Qualité de la mesure	Perméabilité moyenne (cm/h)		Type de sol
		Par mesure	Par site	
3	Bonne	14	9.3	Sol marron Rubéfié et noirci.
	Moyenne	4.7		
	Bonne	9.1		

Le sol est dans l'ensemble bien structuré (poly hydrique peu émoussé).

**b) Réserve en eau des sols :**

D'après les mesures qui ont été faites sur différentes profondeurs on obtient le tableau suivant : (voir tableau II.3)

**Tableau II.3 :** Les mesures de réserve en eau.

Profondeur (en cm)	Densité apparente moyenne	Humidité(%)		Réserve en eau utile (mm/dm)	Réserve calculé pour 1m de sol
		PF 3	PF 4.3		
10-20	1.28	21.1	5.1	7.7	83.6
65-75	1.44	21.9	15.6	9.1	
80	1.68	20.40	14.4	10.1	

## c) Description morphologique :

PROFIL : MC-M01

SITUATION :

ZONE HOMOGENE : 6

Pente faible (1-2 %) légèrement ondulé

0-60 cm : horizon brun à brun clair, organique, limono-argileux, structure polyédrique fine, humide avec un maximum à 50cm, collant, poreux à pores fins, racines nombreuses entre 25 et 50 cm.

60-90cm : horizon brun-ogre, un peu organique, argilo-limoneux, structure polyédrique fine, humide à frais, quelques racines, pores fins, quelques gravillons (de CaCo<sub>3</sub>), faces luisantes.

90-110cm: horizon ocre à ocre-jaune, localement matière organique, argilo-limoneux, structure polyédrique, à débit polyédrique fin, frais, poreux, faces luisantes et obliques, quelques gravillons et traces de CaCo<sub>3</sub> par places.

**II.2.GEOLOGIE :****II.2.1. Géologie sommaire des bassins versants des affluents de l'oued Chélif :**

Les caractères géologique des bassins versants des affluents rive droit et rive Gauche de l'Oued Chélif sont dissemblables car résultant d'une histoire géologique différente :

**Au sud** : les bassins versants sont situés dans le massif de l'Ouarsenis qui appartient au domaine des nappes Telliennes dont la mise en place date du Miocène supérieur ; la structure du massif n'a pas changé depuis cette période. Les terrains qui le constituent sont datés du Trias (secondaire).

La partie haute des bassins versants est constituée par les formations du Crétacé : marne; macro-calcaires surtout, et calcaire de l'OUARSENIS.

Les nappes Telliennes se sont mises en place sur du terrain Gypseux qui affleure en quelques points sur quelques dizaines de Km<sup>2</sup>.

En conclusion : les bassins des Oueds affluents rive gauche sont constitués de matériaux tendres sensibles à l'érosion et produisant des matériaux fins facilement mis en suspension . La présence de traits gypseux est un élément favorable à la salure des eaux.

**Au nord** : au contraire, les monts DAHRA primitifs et l'OUARSENIS au cours de transgression venues du golfe d'ORAN ; la sédimentation est active dans le bassin à cause de la subsidence ; Ces dépôts se sont fortement plissés après le Miocène et la tectonique n'a pas cessé. Elle se manifeste encore de nos jours par une surélévation des monts DAHRA et une subsidence du bassin constituant la plaine du Cheliff.

Les formations du Miocène supérieur comportent des marnes gypseuses même du gypse massif, ce type de formation affleure surtout dans les bassins des oueds à l'Ouest et dans le bassin de l'oued OUAHRANE.

En conclusion : comme dans les bassin du sud, ceux des oueds affluents rive droite sont constitués de matériaux tendres sensibles à l'érosion car les grès font que le charriage est plus important dans les oueds du Nord que du sud .

Là aussi la présence de Marnes gypseuses et de gypse du Miocène supérieur est un élément favorable à la salure des eaux.

### **II.2.2.Stratigraphie :**

Des plus anciens aux plus récents, les couches constituant le périmètre du Moyen Cheliff sont les suivantes :

1. Substratum Antemiocène
2. Miocène Inférieur (burdigalien)
  - Marnes
  - Grès
3. Miocène supérieure
  - Marnes à gypse
  - Gypse massif
  - Marnes à tripoli
  - Grès grossier
  - Grès du gontas
  - Calcaires récifaux a lithamnium

- Grès de base
- Marnes
- 4. Pliocène : on distingue le pliocène Marin et le Pliocène Continental .
  - 4-1 Pliocène Marin
    - Grès astiens
    - Marnes
    - Grès de base
  - 4-2 Pliocène Continental
    - Gres a Helix
    - Marnes
- 5. Quaternaire.

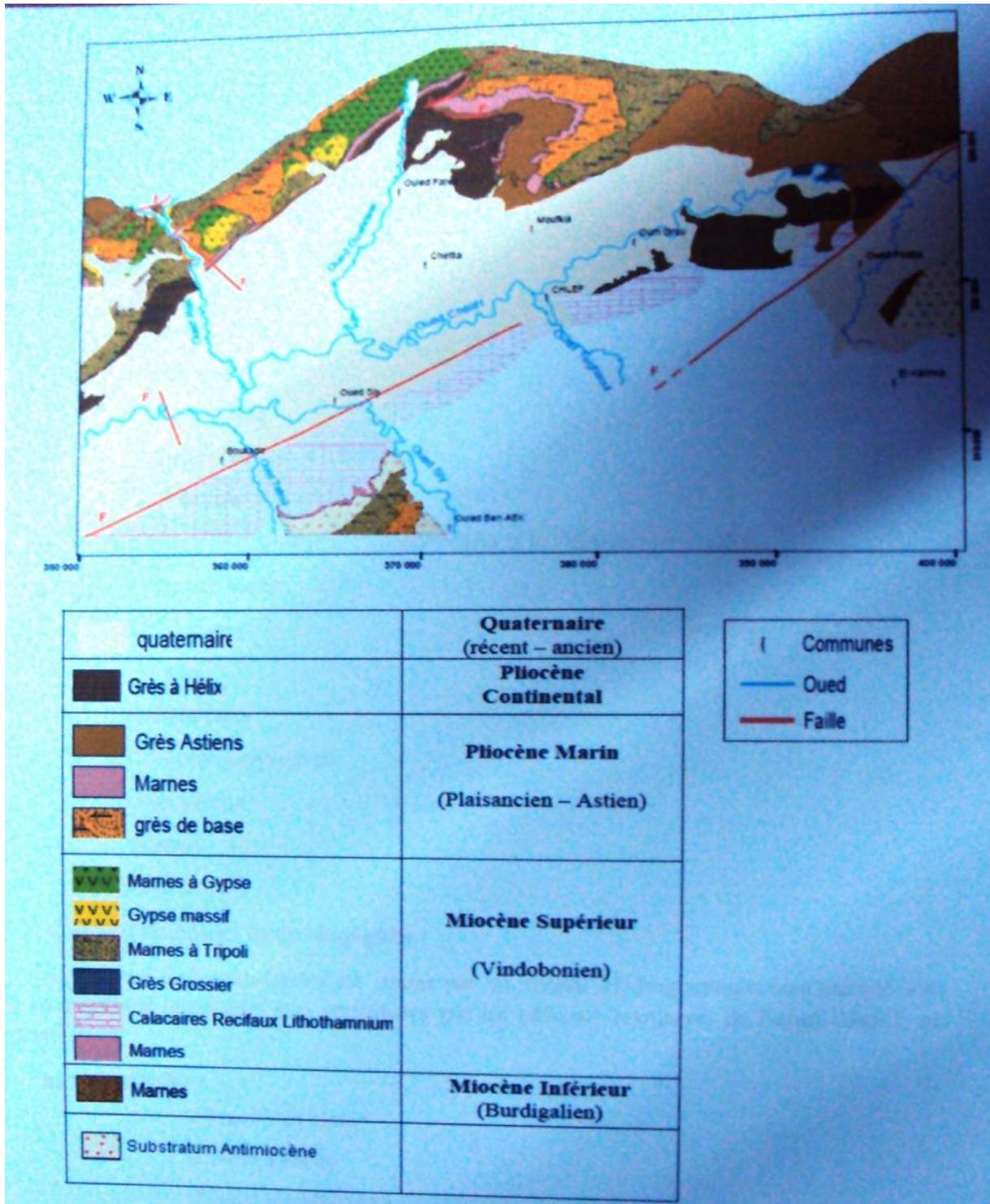


Figure II.2. Carte géologique de moyen Chélif

II.3. Ressource en Eau :

La principale ressource en eau destinée à l’irrigation de notre périmètre provient Exclusivement des eaux stockées dans le barrage de Sidi Yakoub. Les caractéristiques techniques de ce dernier sont représentées dans le Tableau II.4 :

Tableau II.4 : Caractéristiques techniques du barrage de Sidi Yakoub

Date de mise en service	1986
Superficie du bassin versant	923 Km2
Apport réel du barrage (2013)	47,43 Mm3
Taux d'envasement	0.39 %

Source : Agence du Bassin Hydrographique Chélif



Figure II.3. le barrage de Sidi Yakoub

#### II.4. Composition chimique de l'eau d'irrigation de la zone d'étude

L'analyse chimique des eaux superficielles de la région d'étude au sein des laboratoires de l'ANRH a montré la composition suivante

**Tableau II.5 :** Résultats des analyses de l'eau de Barrage Sidi Yacoub

Paramètres	Symboles	Unité	Quantité mesuré
Sodium	Na <sup>+</sup>	mg/l	17
Magnésium	Mg <sup>+2</sup>	mg/l	150
Calcium	Ca <sup>+2</sup>	mg/l	61
Potassium	K <sup>+</sup>	mg/l	285
Chlorure	Cl <sup>-</sup>	mg/l	386
Sulfate	So <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	153
Bicarbonate	Hco <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0
Nitrate	No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	8
PH			7,9
Conductivité électrique	CE	mmhos/cm	1,8

Source : ANRH Blida

#### II.5. Classification des eaux d'irrigation

##### II.5.1. Classification mondiale (F.A.O)

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

- \*1 g/l                                   bonne à l'irrigation.
- \*1-3 g/l                               faiblement salée.
- \*3-5 g/l                               moyennement salée
- \*5-10 g/l                             fortement salée.
- \*>10g/l                               extrêmement salée.

##### II.5.2. Classification américaine

La classification américaine est basée sur deux paramètres (CE à 25°C et S.A.R)

###### ➤ Pour la conductivité électrique C.E

La conductivité électrique (CE) ramenée à 25 C° et exprimée en μ.S.cm-1 (micro

Siemens par cm) caractérise la salinité totale de l'eau ou ce que l'on appelle les risques salins liés à une présence excessive de sels, quelle que soit leur nature.

Quatre classes de risques salins ont été définies:

C1 : C.E<0,250	mmhos/cm	l'eau de faible salinité
C2 : 0,250<C.E<2,750	mmhos/cm	l'eau de salinité moyenne
C3 : 2.750<C.E<2,250	mmhos/cm	l'eau à forte salinité
C4 : C.E>2,250	mmhos/cm	l'eau à très forte salinité

➤ **Pour le coefficient d'adsorption du sodium S.A.R**

Selon la concentration et le type d'ions présents dans l'eau, l'argile peut passer de l'état floculé à l'état dispersé. L'état dispersé se manifeste essentiellement en présence d'une faible concentration totale en sel et d'un pourcentage élevé de sodium; les terres deviennent compactes et asphyxiantes pour les plantes et la conductivité hydraulique du sol baisse fortement.

Pour apprécier le risque lié à une teneur relative excessive en sodium (**risque alcalin**), on compare la concentration en ions Na (facteur de dispersion) et celle en ions Ca et Mg qui eux sont des agents de floculation, au moyen du paramètre suivant:

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad \text{Avec : } Na^+, Ca^{++}, \text{ et } Mg^{++} \text{ en meq/l.}$$

Quatre classes de risques alcalins ont été définies:

S1 risque faible SAR < 10

S2 risque moyen 10 < SAR < 18

S3 risque élevé 18 < SAR < 26

S4 risque très élevé SAR > 26

✓ •S1 :S.A.R<10

L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.

✓ S2 :  $10 < \text{S.A.R} < 18$

Les eaux contenant une faible quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol, ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau.

✓ S3 :  $18 < \text{S.A.R} < 26$

Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matière organiques. S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

✓ S4 :  $\text{S.A.R} > 26$

Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

➤ **Interprétation des classes correspondant aux couples risque salins-risque alcalins**

C1 S1 Eau de bonne qualité. Précautions avec les plantes sensibles.

C1 S2 Qualité moyenne à bonne A utilisé avec précaution dans les sols lourds mal

C2 S1 drainés et pour les plantes Sensibles (arbres fruitiers).

C2 S2 Qualité moyenne à médiocre. A utiliser avec précaution. Nécessité de drainage

C1 S3 avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.

C3 S1

C1 S4 Qualité médiocre à mauvaise. Exclure les plantes sensibles et les sols lourds

C2 S3 Utilisable avec beaucoup de précautions dans les sols légers et bien drainés

C3 S2 avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.

C4 S1

C2 S4 Qualité mauvaise. A n'utiliser, avec beaucoup de précautions, que dans

C4 S2 les sols légers et bien drainés et pour des plantes résistantes.

C3 S3 Risques élevés. Lessivage et apports de gypse indispensables.

C3 S4 Qualité très mauvaise. A n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles.

C4 S3

C4 S4 Eau déconseillée pour l'irrigation.

Dans notre cas le calcul du SAR a donné la valeur suivante

$$\text{S.A.R} = \frac{17}{\sqrt{\frac{61+150}{2}}} = 1,45$$

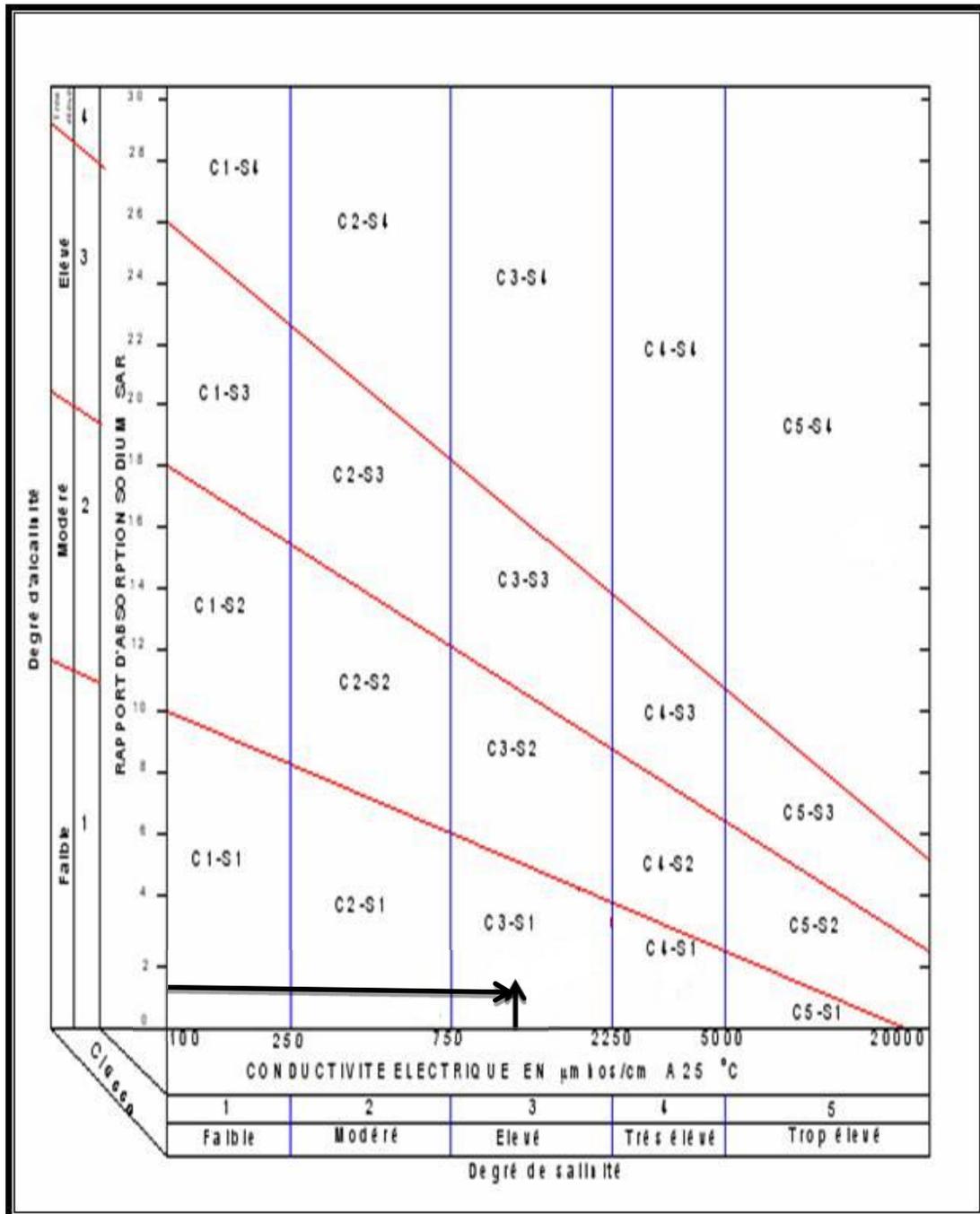


Figure II.4. Diagramme de classification des eaux d'irrigation

D'après le diagramme de classification des eaux d'irrigation la classe de l'eau d'irrigation est C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> → Salinité élevée et alcalinité faible, il y a un risque de salinité.

### Conclusion

Après avoir déterminé le rapport d'adsorption de sodium, on constate que l'eau contient une faible quantité de sodium, ce qui veut dire que l'eau peut être utilisée à des fins agricoles presque a tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation, ainsi que nous avons la conductivité est de 1,80 mmho/cm pour cela on dit que l'eau est de salinité élevée , sa classification suivant le diagramme Riverside est **C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>** en effet cette eau peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre.

# **Chapitre III :**

# **Choix des techniques**

# **d'irrigation**

**Introduction :**

Irriguer et irrigation sont empruntés au latin «irrigatio», qui expriment l'action de faire couler dans une certaine direction un liquide.

L'irrigation est grande consommatrice d'eau. Elle est nécessaire pour compenser les pertes des plantes et du sol. Pour éviter d'utiliser trop d'eau, les quantités justes nécessaires aux cultures doivent donc être soigneusement estimées et l'irrigation contrôlée.

**III.1. Différentes techniques d'irrigation**

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes :

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

**III.1.1. Irrigation gravitaire**

**Figure III.1 :** Irrigation par seguia

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la

Surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité) voir figure **III.1**.

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion et infiltration.

#### **III.1.1.1. Arrosage par ruissellement (par planches ou par calants)**

Les irrigations par planches ou par calants sont des sous classes de l'irrigation Par ruissellement. Le principe consiste à faire couler sur le sol une mince lame d'eau qui s'infiltrera verticalement jusqu'à l'humidification de la tranche voulue du sol.

#### **III.1.1.2. Arrosage par infiltration (à la raie)**

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un Débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

#### **III.1.1.3. Arrosage par submersion**

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on Laisse séjourner le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre en réserve l'eau indispensable au développement des Cultures.

#### **III.1.1.4. Avantages de l'irrigation par gravité**

- Coût d'investissement relativement faible;
- Besoin en énergie faible ou nul;
- Technique éprouvée;
- Insensibilité au vent;
- Bonne adaptation à l'épandage d'eaux usées;
- Possibilités d'utiliser les eaux salées (en pratiquant le lessivage du sol);
- Les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.

#### **III.1.1.5. Inconvénients de l'irrigation par gravité**

- Grand volume d'eau par unité de surface;
- Déplacement des engins agricoles difficile (à cause des rigoles);
- Nécessité d'une main d'œuvre importante;
- Nécessité de planage des terres;
- Pertes par infiltration considérables.

### III.1.2. Irrigation localisée

Elle consiste à apporter sur une partie du sol seulement (les zones utilisés par la plante Au voisinage des racines) par petites doses fréquentes (système goutte à goutte) véhiculé par un faible débit (**Figure III.2**)



**Figure III.2.** Parcelle équipée par système d'irrigation goutte à goutte

#### III.1.2.1. Le goutte à goutte

Dans ce système, l'eau d'irrigation ajoutée sous forme de gouttes d'eau directement en dessous de la plante, et sous basse pression à travers un réseau d'irrigation spécial termine par des gouteurs pour sortir de l'eau d'irrigation de cette façon.

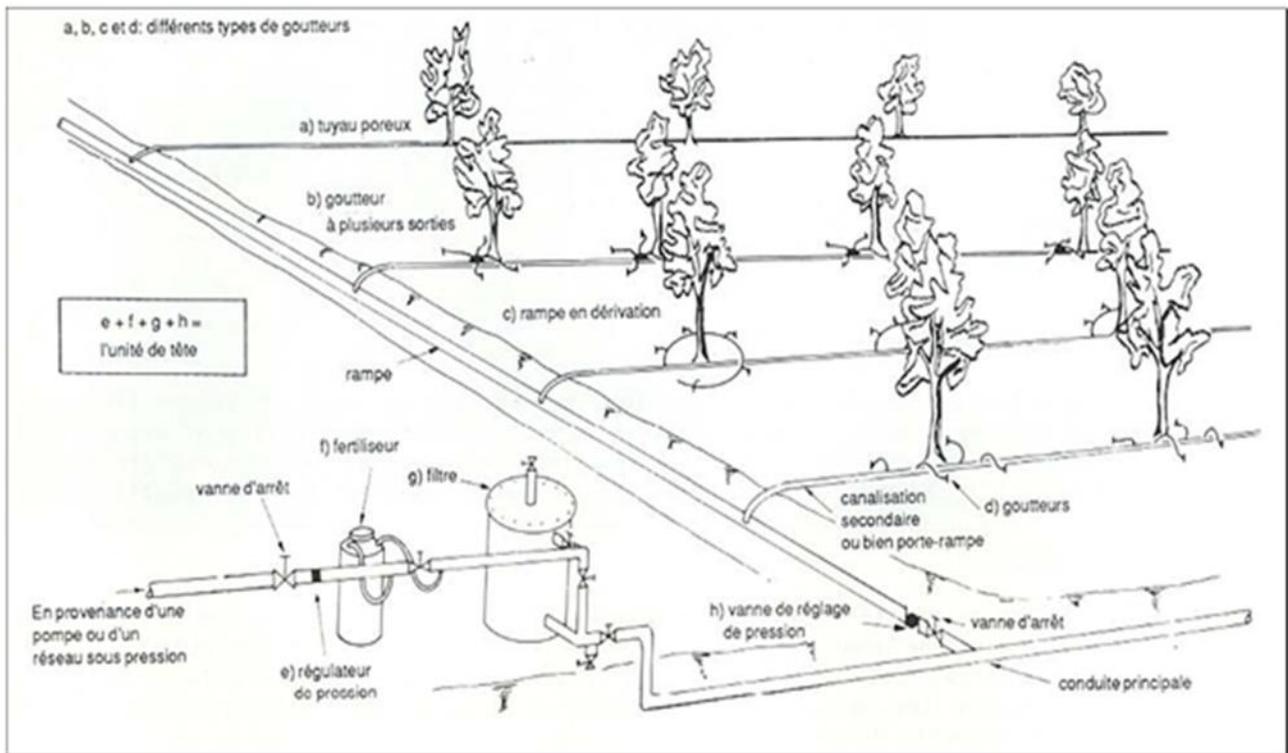
L'irrigation est réalisée sur ce système pour de courtes périodes et en quantités limitées, à intervalles plus ou moins long Selon le stade de croissance des plantes, et la saison de croissance (la récolte d'hiver ou d'été).

##### III.1.2.1.1. Schéma type d'un réseau d'irrigation en goutte à goutte

La figure représente le schéma d'une installation type d'irrigation goutte à goutte;

Comme on le voit les éléments de cette installation sont:

- L'unité de pompage
- L'unité de tête ou de contrôle en tête
- Les canalisations principales et secondaires
- Les rampes
- Les goutteurs ou distributeurs



**Figure. III.3 : Schéma type d'un réseau d'irrigation goutte à goutte**

#### III.1.2.1.2. Avantages

- Une économie d'eau très importante : La perte du moyen de transport est minime. L'évaporation, le ruissèlement et la percolation profonde sont réduits par rapport aux autres systèmes d'irrigation.
- Les économies d'énergie : Une petite unité de puissance est requise par rapport aux systèmes d'irrigation par aspersion.
- La réduction des mauvaises herbes et les maladies : En raison de la surface mouillée limitée.
- Peut-être automatisée : Engrais et produits chimiques peuvent être appliqués avec de l'eau à travers le système d'irrigation

- Amélioration de la production sur des terres marginales : Sur un terrain vallonné, de micro-irrigation systèmes peuvent fonctionner sans les eaux de ruissèlement et sans ingérence du vent.
- Une économie de mains d'œuvre (système fixe).
- La non sensibilité aux vents forts.
- Elle permet un dosage régulier en engrais.
- L'humidité au voisinage des racines reste élevée.

### **III.1.2.1.3. Inconvénients**

- La gestion de ces Microsystèmes d'irrigation a normalement des besoins d'entretien plus élevés. Les particules de sol, d'algues, ou des dépôts minéraux peuvent obstruer les dispositifs d'émission.
- Dommages potentiels causés par des animaux: Les rongeurs et les insectes peuvent causer des dommages à certains composants
- Coût d'investissement élevé :
- Contrôle difficile des goutteurs.
- Risque d'obstruction des goutteurs.
- Risque de salinisation
- Nécessite une main d'œuvre qualifiée

### **III.1.3. Irrigation par aspersion**

Parmi les techniques d'irrigation utilisées en Algérie, l'irrigation par aspersion Est largement répandue dans plusieurs régions du pays. Grâce aux efforts consentis en matière de mobilisation des ressources en eau et aux projets d'aménagements hydroagricoles, l'irrigation par aspersion ne cesse de se développer surtout avec les encouragements financiers pour économiser l'eau d'irrigation. Actuellement, la superficie équipée avec des systèmes d'aspersion est de l'ordre de 132 376 ha, ce qui représente environ 20 % de la superficie totale irrigable. L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie artificielle sur le sol, grâce à l'utilisation d'appareil (dits asperseurs) alimentés en eau sous pression.



Figure. III.4 : Irrigation par aspersion.

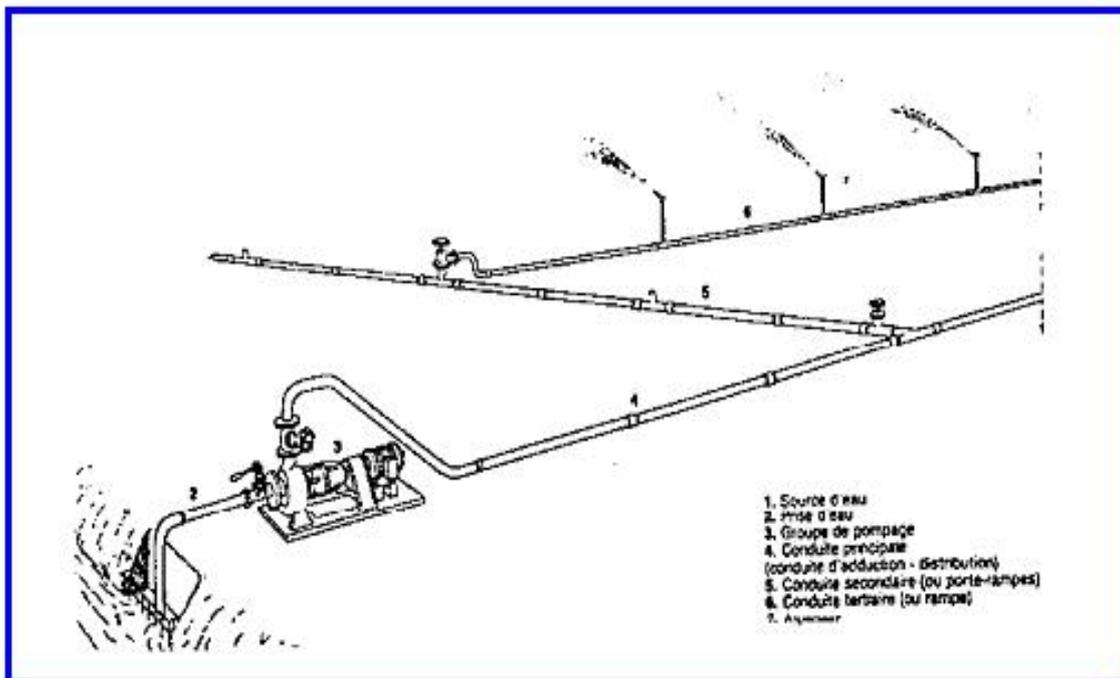


Figure. III.5 : Partie essentielle d'une installation en aspersion classique.

#### III.1.3.1. Avantages :

- Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer.
- Augmentation du coefficient d'utilisation des terres.
- Permet une économie d'eau importante.
- Met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très simples.
- Nécessite moins de main d'œuvre.

- Possibilité d'automatisation du système.
- Assure une forte oxygénation à l'eau.

**III.1.3.2. Inconvénients :**

- Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines
- Tassement du sol
- Favorise le développement des mauvaises herbes
- Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile
- L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse de vent est importante
- En cas d'utilisation des eaux salées, il y'aura danger pour le feuillage

**III.2. Choix de la technique :**

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur la détermination de certains facteurs  
Ou contraintes à savoir.

**III.2.1. Les contraintes naturelles**

Les conditions naturelles telles que le type de sol, la pente du terrain, le climat, la qualité de l'eau et sa disponibilité, jouent un rôle très important dans le choix adéquat d'une technique d'irrigation

**III.2.1.1. L'évaporation**

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

**III.2.1.2. le vent**

Dans le cas du périmètre d'Oued Sly, les vents sont plus ou moins irréguliers, ils ont des vitesses fréquentes, varient de 2,2 à 3,3 m/s, ont une direction dominante Nord– Ouest.

**III.2.1.3. Types de sol**

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante. Les sols sableux sont caractérisés par une faible capacité de rétention et un taux d'infiltration élevé. C'est pourquoi, en sols sableux, la dose d'arrosage est faible mais les arrosages sont moins espacés, surtout quand ces sols ne sont pas profonds. Dans ces

conditions, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est plus appropriée que l'irrigation de surface. Avec du limon ou de l'argile les trois méthodes sont utilisables, mais l'irrigation de surface est la plus courante. Les sols argileux à faible taux d'infiltration offrent des conditions idéales à l'irrigation de surface. Quand le sol est hétérogène à l'intérieur d'un périmètre d'irrigation, l'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte assure une meilleure uniformité de distribution que l'irrigation de surface.

#### **III.2.1.4.La pente**

Presque la totalité du périmètre à des pentes faibles, donc elle ne présente aucune contrainte particulière.

#### **III.2.1.5.La ressource en eau**

L'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguer, car la connaissance de la quantité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ; Et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

Facteurs conditionnant le choix de la méthode d'irrigation:

- La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression,
- La qualité d'eau,

#### **III.2.1.6.La disponibilité de l'eau**

L'efficacité d'un réseau d'irrigation par aspersion ou au goutte à goutte est généralement supérieure à celle d'un réseau d'irrigation de surface; par conséquent ces deux méthodes sont préférables à l'irrigation de surface au cas où les ressources en eau sont limitées. Par ailleurs, il est bon de rappeler que l'efficacité d'irrigation dépend aussi bien des compétences de l'agriculteur que de la méthode utilisée.

#### **III.2.1.7.La qualité de l'eau**

Avec une eau chargée de sédiments, il est plus convenable d'utiliser la technique d'irrigation de surface que les autres techniques par aspersion ou au goutte à goutte. En effet, les sédiments peuvent provoquer l'obstruction des asperseurs ou des goutteurs. Dans le cas d'une eau saline, l'irrigation goutte à goutte est particulièrement appropriée. En effet, comme l'eau est fournie aux pieds des plantations, la salinité du sol ne sera pas sérieusement affectée par l'irrigation à l'eau saline. Dans le cas d'une irrigation par aspersion par une eau saline ou par une eau usée épurée on risque la création de plusieurs problèmes à savoir :

La production d'aérosols ceux-ci dispersés par les vents, peuvent propager les germes pathogènes vers les voies de circulation et les habitations, contamination des feuillages

**III.2.2. Les contraintes techniques**

- Qualification de main d'œuvre
- Entretien du matériel

**III.2.3. Contraintes agronomiques :**

Ce sont des contraintes liées aux rapports sol / plante et eau / plante et aux risques sanitaire. La plus part des plantes sont sensibles à l'asphyxie du sol et à la stagnation de l'eau, qui peuvent favoriser le développement de certaines maladies. Les eaux d'irrigation peuvent aussi si elles sont concentrées en chlore et en sodium entrainer des risques sanitaires aux plantes.

En agronomie, on distingue deux grandes catégories de cultures :

- Cultures pérennes : l'arboriculture, luzerne
- Cultures non pérennes (saisonniers)
- Cultures couvrantes : céréales, fourragères
- Cultures maraichères

**III.2.3.1. Cultures pérennes :**

Suivant les contraintes agronomiques citées ci-dessus les procédés d'irrigation qu'on peut adapter sont :

- L'irrigation gravitaire.
- L'aspersion
- L'irrigation localisée.

**III.2.3.2. Cultures saisonnières :**

- Cultures couvrantes :
  - L'irrigation gravitaire (par planche de ruissèlement ou par submersion).
  - L'aspersion très adaptée
- Cultures maraichères :
  - L'irrigation de surface (par rigole, par planches ...)
  - L'irrigation par aspersion.
  - L'irrigation localisée.

### Remarque

Les cultures choisies pour notre cas sont de type arboriculture (Agrumes, Olivier, Pêcher, Pommier)

### Conclusion

La méthode d'irrigation devient plus facile à distinguer et à mettre en place une fois que toutes les contraintes précédentes sont définies et connues, dans notre zone d'étude toutes les contraintes ainsi que les cultures choisies nous guident vers un système d'irrigation localisée pour l'arboriculture.

# **Chapitre IV :**

## **Les besoins en eau des cultures**

**Introduction**

L'estimation des besoins en eau des cultures envisageables sur le périmètre nécessite les données résultant des études climatologiques.

**IV.1.Données disponibles**

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique, sa quantification est faite au niveau de plusieurs stations pluviométriques implantées à travers le territoire algérien dans le but d'avoir une information précise sur ce paramètre d'irrigation.

Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique d'Oued Sly.

**IV.2.Analyse des données**

**IV.2.1.Homogénéisation**

Avant de déterminer les différentes caractéristiques des précipitations, une vérification rigoureuse et détaillée des données est nécessaire, par l'utilisation du test de Wilcoxon qui servira pour le contrôle de l'homogénéité des séries de données des différentes stations.

Ce test consiste en :

chaque série d'observations est divisée en deux échantillons ( X1 ,.....Xn ) et ( Y1 ,..... Yn ) avec n < m et n , m représentent les tailles des deux échantillons.

On classe la série ( XUY ) par ordre croissant en attribuant à chaque valeur son rang et sa série d'origine ( X ou Y ).

La condition pour que la série soit homogène est :

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

W<sub>x</sub> : représente la somme des rangs des X<sub>i</sub>

$$W_{min} = \frac{n(n+m+1)}{2} - 1.96\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \dots\dots\dots(IV.1)$$

$$W_{max} = \frac{n(n+m+1)}{2} + 1.96\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}} \dots\dots\dots(IV.2)$$

n : Taille de l'échantillon X ;

m : Taille de l'échantillon Y ;

Les résultats des tests de Wilcoxon appliqués à la station pluviométrique sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** : Résultat du test de Wilcoxon appliqués à la station d'OuedSly

X	Y	XUY par ordre Croissant	Série d'origine	rang	XUY par ordre croissant	Série d'origine	Rang
398,5	394,6	216,3	X	1	394,6	Y	21
309,5	440,4	222,1	X	2	396,6	X	22
309,5	325	252,2	Y	3	398,5	X	23
412,8	252,2	252,2	Y	4	399,7	Y	24
396,6	412,2	291,6	X	5	403,5	Y	25
462,8	339	297,3	X	6	412,2	Y	26
429,1	364,8	301,6	Y	7	412,8	X	27
333,6	349,7	309,5	X	8	429,1	X	28
291,6	252,2	309,5	X	9	440,4	Y	29
297,3	378,8	322,1	X	10	462,8	X	30
366,4	343,7	322,5	X	11	492,1	Y	31
322,1	301,6	325	Y	12	507	Y	32
222,1	383,1	333,6	X	13	513,7	X	33
216,3	492,1	339	Y	14			
322,5	507	343,7	Y	15			
513,7	403,5	349,7	Y	16			
	399,7	364,8	Y	17			
		366,4	X	18			
		378,8	Y	19			
		<b>383,1</b>	<b>Y</b>	<b>20</b>			

✓  $n = 16$

✓  $m = 17$

✓  $W_x = 246$

✓  $W_{min} = 217,6$

✓  $W_{max} = 326,4$

La condition du test  $W_{min} < W_x < W_{max}$  est vérifiée, donc la série de données de la station pluviométrique d'Oued Sly est homogène.

D'après les résultats obtenus on peut conclure que la série d'observations de la station d'Oued Sly est représentative vu que l'erreur sur les paramètres statistiques ne dépasse pas les seuils tolérés.

### IV.2.2. Etude fréquentielle des pluies annuelles

#### IV.2.2.1. Ajustement à la loi de Gauss

La méthode de Gauss consiste à :

- ✓ Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre décroissant.
- ✓ Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0,5}{N} \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec : n : Numéro d'ordre.  
N : Nombre d'années observées.

On doit calculer :

La moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots \dots \dots (IV.4)$

L'écart type :  $u = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$  Pour  $n \geq 30 \dots \dots \dots (IV.5)$

La variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{u} \dots \dots \dots (IV.6)$

Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{u}{\bar{X}} \dots \dots \dots (IV.7)$

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYDROLAB

Voir le tableau IV.2, et la figure IV.1

**Tableau IV.2** : Les résultats de calcul sont :

			Ajustement	à une loi de	Gauss			
Taille n=	33	Moyenne=	361,939399					
		Ecart-type=	75,8128697		I.C. à (en%)=	95	U Gauss=	1,9604
Valeurs de	Valeurs	Ordre de	Fréquence	Variable	Valeur	Valeur	Borne	Borne
départ	classées	classement	expérimentale	réduite	expérimentale	théorique	inférieure	supérieure
398,5	216,3	1	0,0152	-2,167	216,3	197,68701	137,272715	237,789907
309,5	222,1	2	0,0455	-1,691	222,1	233,740239	182,992036	268,635375
309,5	252,2	3	0,0758	-1,434	252,2	253,18838	207,33439	285,594255
412,8	252,2	4	0,1061	-1,248	252,2	267,331844	224,844569	298,11998
396,6	291,6	5	0,1364	-1,097	291,6	278,784101	238,87674	308,408504
462,8	297,3	6	0,1667	-0,967	297,3	288,600819	250,782571	317,350042
429,1	301,6	7	0,1970	-0,852	301,6	297,321074	261,250423	325,401043
333,6	309,5	8	0,2273	-0,748	309,5	305,260488	270,681936	332,830145
291,6	309,5	9	0,2576	-0,651	309,5	312,621676	279,333757	339,810982
297,3	322,1	10	0,2879	-0,559	322,1	319,543839	287,381139	346,463919
366,4	322,5	11	0,3182	-0,472	322,5	326,127889	294,950109	352,877231
322,1	325	12	0,3485	-0,389	325	332,450363	302,135266	359,118856
222,1	333,6	13	0,3788	-0,308	333,6	338,571692	309,010323	365,243417
216,3	339	14	0,4091	-0,229	339	344,541419	315,634733	371,296676
322,5	343,7	15	0,4394	-0,152	343,7	350,401681	322,058065	377,318546
513,7	349,7	16	0,4697	-0,076	349,7	356,189655	328,323043	383,345257
394,6	364,8	17	0,5000	0,000	364,8	361,939402	334,46777	389,411034
440,4	366,4	18	0,5303	0,076	366,4	367,689133	340,533531	395,555745

325	378,8	19	0,5606	0,152	378,8	373,477107	346,560242	401,820723
252,2	383,1	20	0,5909	0,229	383,1	379,337369	352,582112	408,244055
412,2	394,6	21	0,6212	0,308	394,6	385,307096	358,63537	414,868465
339	396,6	22	0,6515	0,389	396,6	391,428425	364,759931	421,743522
364,8	398,5	23	0,6818	0,472	398,5	397,750898	371,001557	428,928679
349,7	399,7	24	0,7121	0,559	399,7	404,334949	377,414869	436,497649
252,2	403,5	25	0,7424	0,651	403,5	411,257112	384,067806	444,545031
378,8	412,2	26	0,7727	0,748	412,2	418,6183	391,048643	453,196852
343,7	412,8	27	0,8030	0,852	412,8	426,557714	398,477745	462,628364
301,6	429,1	28	0,8333	0,967	429,1	435,277969	406,528746	473,096217
383,1	440,4	29	0,8636	1,097	440,4	445,094687	415,470284	485,002047
492,1	462,8	30	0,8939	1,248	462,8	456,546943	425,758807	499,034219
507	492,1	31	0,9242	1,434	492,1	470,690408	438,284533	516,544398
403,5	507	32	0,9545	1,691	507	490,138549	455,243413	540,886751
399,7	513,7	33	0,9848	2,167	513,7	526,191778	486,08888	586,606073
	<b>Fréquence</b>	<b>U.Gauss</b>	<b>Val.théo.</b>	<b>Borne inf.</b>	<b>Borne sup.</b>	<b>Valeur</b>	<b>Fré. Théo.</b>	<b>Pér. Ret.</b>
	0,2	-0,841	298,146145	262,235123	326,168515	298,146145	0,200	1,3
	0,5	0,000	361,939402	334,46777	389,411034	361,939402	0,500	2,0
	0,8	0,841	425,732642	397,710273	461,643665	425,732642	0,800	5,0

IV.2.2.2.Ajustement à une loi Log-normale

Tableau IV.3: les résultats de calcul sont :

		Ajustement		à une loi Log-normale					
Taille n=	33	Moy.log(x- xo)=	2,548975787						
xo=	0	E.T. log(x-xo)=	0,094467958			I.C. à (en%)=	95	U Gauss=	1,960
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	
398,5	216,3	1	0,015	-2,167	216,3	220,956	185,792	247,90035	
309,5	222,1	2	0,045	-1,691	222,1	245,037	211,834	270,83992	
309,5	252,2	3	0,076	-1,434	252,2	259,098	227,158	284,34434	
412,8	252,2	4	0,106	-1,248	252,2	269,829	238,862	294,7491	
396,6	291,6	5	0,136	-1,097	291,6	278,842	248,675	303,57967	
462,8	297,3	6	0,167	-0,967	297,3	286,808	257,316	311,46872	
429,1	301,6	7	0,197	-0,852	301,6	294,074	265,162	318,74731	
333,6	309,5	8	0,227	-0,748	309,5	300,85	272,435	325,61447	
291,6	309,5	9	0,258	-0,651	309,5	307,272	279,282	332,20204	
297,3	322,1	10	0,288	-0,559	322,1	313,435	285,806	338,60417	
366,4	322,5	11	0,318	-0,472	322,5	319,413	292,081	344,89248	
322,1	325	12	0,348	-0,389	325	325,26	298,164	351,12456	
222,1	333,6	13	0,379	-0,308	333,6	331,023	304,104	357,34921	
216,3	339	14	0,409	-0,229	339	336,742	309,94	363,60981	
322,5	343,7	15	0,439	-0,152	343,7	342,451	315,705	369,94678	
513,7	349,7	16	0,470	-0,076	349,7	348,186	321,431	376,39941	
394,6	364,8	17	0,500	0,000	364,8	353,978	327,148	383,00753	
440,4	366,4	18	0,530	0,076	366,4	359,866	332,891	389,81992	
325	378,8	19	0,561	0,152	378,8	365,892	338,698	396,89042	
252,2	383,1	20	0,591	0,229	383,1	372,096	344,601	404,2728	
412,2	394,6	21	0,621	0,308	394,6	378,524	350,638	412,03014	

339	396,6	22	0,652	0,389	396,6	385,231	356,854	420,23844
364,8	398,5	23	0,682	0,472	398,5	392,283	363,302	428,99177
349,7	399,7	24	0,712	0,559	399,7	399,764	370,049	438,40996
252,2	403,5	25	0,742	0,651	403,5	407,783	377,181	448,65033
378,8	412,2	26	0,773	0,748	412,2	416,487	384,811	459,92683
343,7	412,8	27	0,803	0,852	412,8	426,083	393,102	472,54269
301,6	429,1	28	0,833	0,967	429,1	436,878	402,288	486,95037
383,1	440,4	29	0,864	1,097	440,4	449,358	412,742	503,87193
492,1	462,8	30	0,894	1,248	462,8	464,369	425,108	524,57212
507	492,1	31	0,924	1,434	492,1	483,601	440,663	551,59976
403,5	507	32	0,955	1,691	507	511,353	462,635	591,50209
399,7	513,7	33	0,985	2,167	513,7	567,081	505,446	674,41256
	Fréquence	U de Gauss	Valeur Théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fré. Théo.	Pér. Ret.
	0,2	-0,841	294,7712275	265,9118	319,4499732	294,771	0,200	1,3
	0,5	0,000	353,9776136	327,148	383,0075253	353,978	0,500	2,0
	0,8	0,841	425,0759019	392,2371	471,2095083	425,076	0,800	5,0

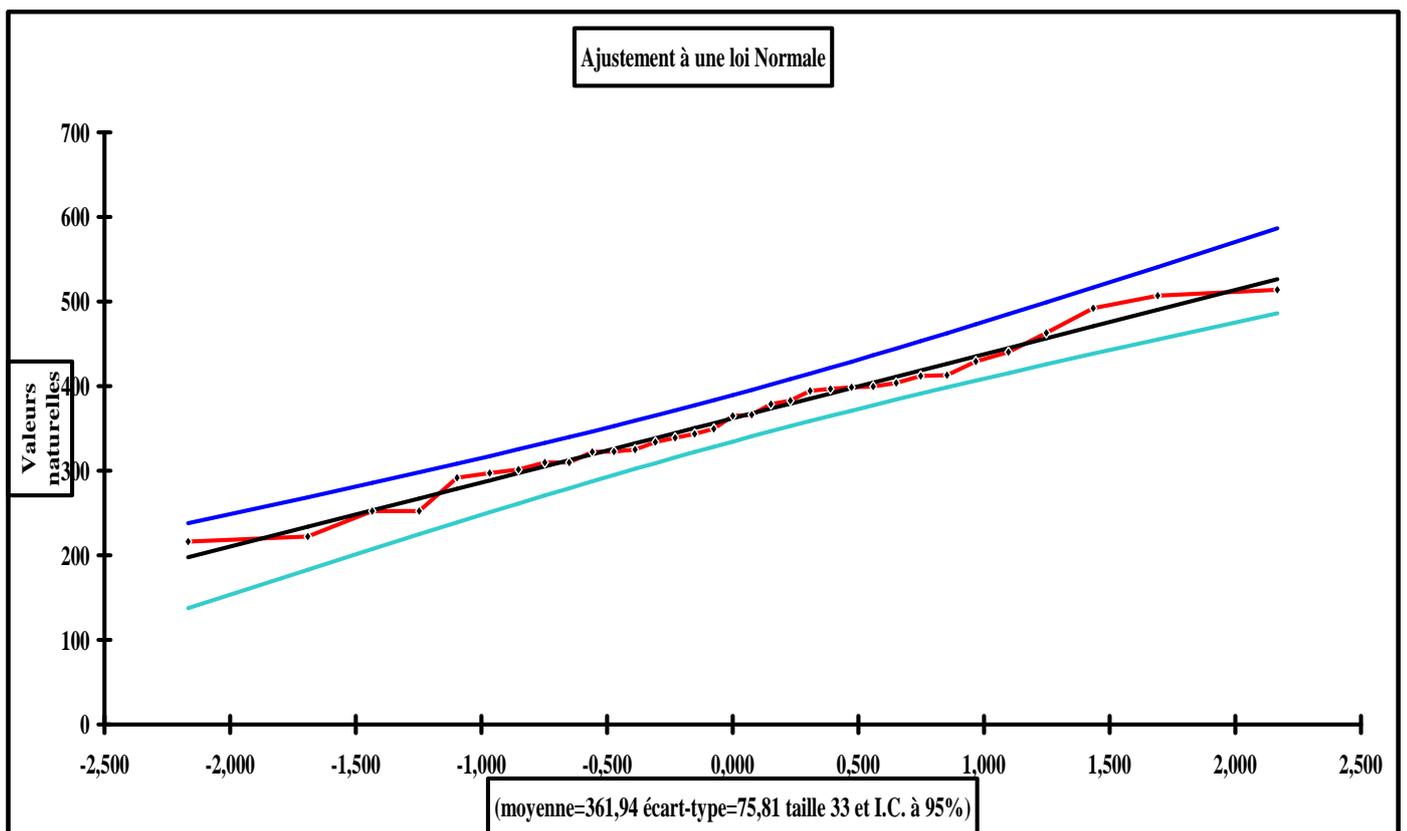


Figure IV.1: Ajustement à la loi de Gauss

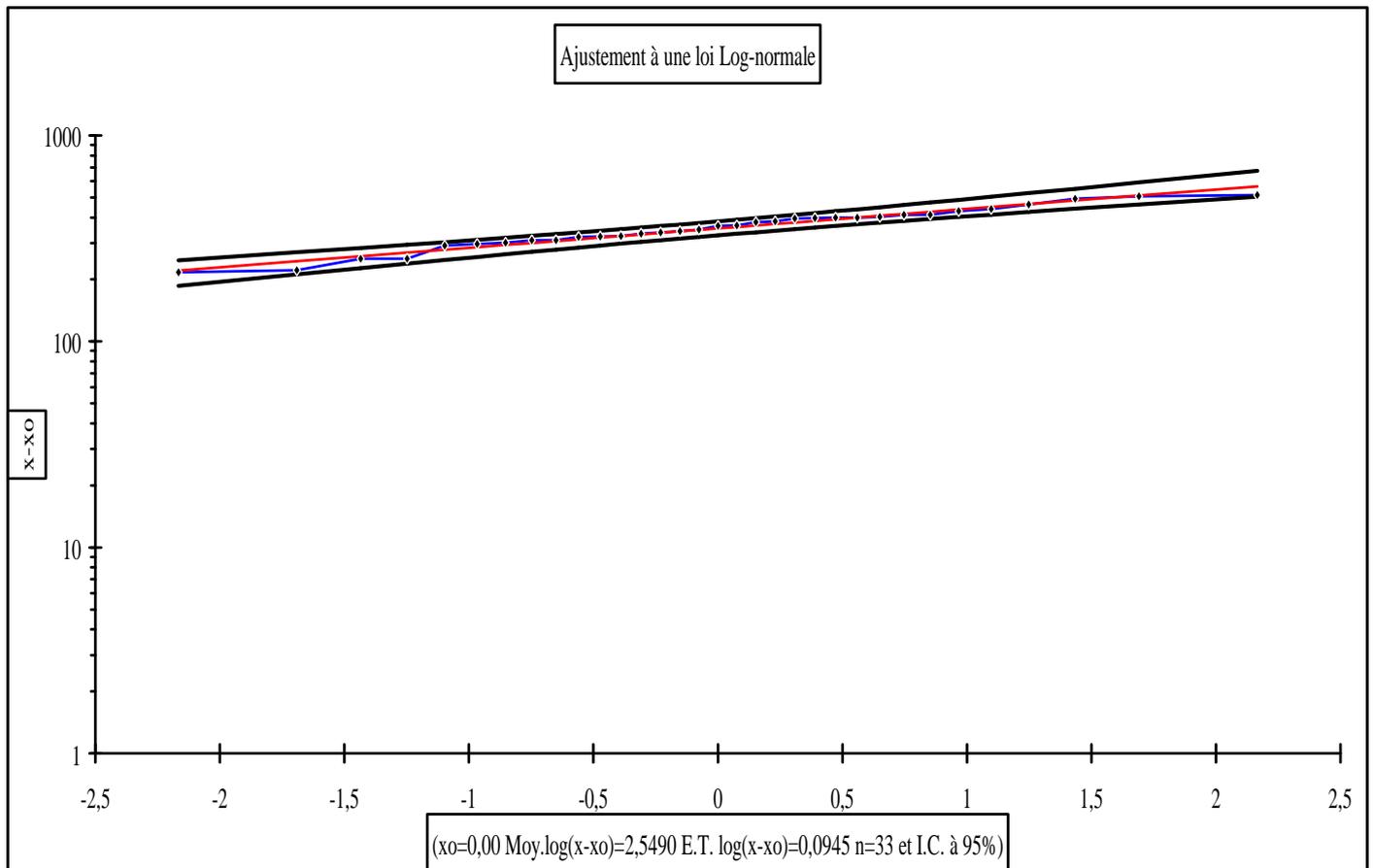


Figure IV.2 : Ajustement à une loi Log-normale

**IV.3.détermination de l'année de calcul**

La détermination de l'année de calcul a pour but de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%), (de l'année de calcul de P80%)

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

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}} \dots\dots\dots(\text{IV.8}).$$

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 298,15\text{mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 361,94\text{mm}$$

$P_{moy}$  De chaque mois sont données par le tableau suivant :

**Tableau IV.4 :** Pluviométrie moyenne pour chaque mois en mm

Mois	sept	Oct.	nov.	déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	juin	juil.	aout	Année
P(mm)	16,4	28,5	50,9	48,3	52,2	50,8	37,1	39,6	29,2	4,3	1,4	3,4	362

Nous avons :

$$P_{moy\ mensuelle\ de\ 80\ \%} = \frac{P_{théorique}}{P_{moy\ annuelle}} \cdot P_{moy\ mensuelle} \dots\dots\dots(IV.9)$$

$$P_{moy\ 80\ \%} = \frac{298,15}{361,94} \times P_{moy\ mensuelle} = 0,824 \cdot P_{moy\ mensuelle}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau IV.5 :**L'Année de calcul.

Mois	sept	oct.	nov.	déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	juin	juil	aout	Année
P(mm)	13,5	23,5	41,9	39,8	43	41,9	30,6	32,6	24,1	3,5	1,1	2,8	298,3

**IV.4.Calcul des Besoins en eau**

Les quantités d'eau consommées par une culture dans un intervalle de temps déterminé se calculent en enlevant aux pertes représentées par l'évapotranspiration maximale (ETM), les valeurs des apports naturels constitués de la fraction des précipitations stockées dans la zone racinaire (pluie efficace  $p_{eff}$ ) et d'éventuels autres apports annexes (remontées capillaires apports latéraux etc.) auxquels s'ajoute une éventuelle réserve en eau du sol R accumulée antérieurement à la période étudiée.

**IV.4.1. L'évapotranspiration potentielle**

Face à la multiplicité de paramètres susceptibles d'influencer l'évapotranspiration, un critère plus simple a été introduit: l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  (appelée parfois évapotranspiration potentielle). Par convention, on définit l'évapotranspiration de référence comme l'ensemble des pertes en eau d'une culture de référence (gazon) couvrant totalement le terrain, ayant une hauteur uniforme de quelques centimètres, à son stade de développement

végétatif maximal et suffisamment pourvue en eau.

Dans ces conditions, l'évapotranspiration de référence dépend essentiellement de facteurs climatiques, d'où la désignation parfois adoptée d'évapotranspiration climatique.

#### IV.4.1.1. Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence

De nombreuses formules de calcul de l'évapotranspiration de référence ont été proposées. Elles font intervenir un nombre plus ou moins important de facteurs climatiques et ont été établies initialement pour une zone particulière. Le problème du choix d'une formule appropriée se pose donc avec acuité.

Par la suite sont présentées quelques-unes de ces formules parmi les plus utilisées. Le caractère empirique de la plupart d'entre elles impose un respect strict des unités proposées par leurs auteurs. Parmi ces formules empiriques qui y'ont été proposées pour donner une estimation de l'ETP on cite :

- **Formule de Blaney Criddle**

$$ETP = K(0,46t + 8,13)P \dots \dots \dots (IV.10)$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

- **Formule de Turc**

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T+15} \text{ en (mm/mois) si Hr} > 50\%$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

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

$$ETP = 0,40(I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T+15}\right) \cdot \left(1 + \frac{50-Hr}{70}\right) \text{ si Hr} < 50\%$$

Dans laquelle :

Hr : L ;'humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga}(0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$$

Avec :

$I_{g_a}$  : Radiation maximale théorique.

$H$  : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

$h$  : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois .

$\frac{h}{H}$  : Insolation relative en heures.

- **Formule de Penman**

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \frac{R_n}{L} + \dagger \cdot \frac{E_a}{p(t) + \dagger}$$

Dans laquelle :

$R_n$  : Rayonnement net « climatique ».

$E_a$  : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

$L$  : Chaleur latente de vaporisation ( $2.5 \cdot 10^6$  J/kg)

$\dagger$  : Constante psychrométrique ( $0,65$  h la/°C)

$p'(t)$  : Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air  $T$ .

#### IV.4.1.2. Autres formules de calcul de l'ETP

De nombreuses autres formules de calcul de l'évapotranspiration ont été proposées. Citons, à titre d'exemple, celles de Thornthwaite, Bouchet, Doorenbos et Pruitt, Brochet-Gerbier, Primault, Priestley et Taylor. Bien que l'applicabilité de ces formules varie selon la zone climatique dans laquelle on se trouve (en zones tropicales humides, les formules qui ne font intervenir que la température sont inadéquates), il apparaît que, d'une façon générale et quel que soit la zone considérée, les formules qui donnent les meilleurs résultats sont celles qui font intervenir la radiation (Turc, Penman, et Penman-Monteith notamment).

L'évapotranspiration potentielle peut être évaluée selon plusieurs possibilités on cite:

- L'évapotranspiromètre
- Les stations expérimentales

- Méthode de bilan hydrique

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est effectué à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT 8.0, qui est basé sur la méthode de M<sup>r</sup> Penman et Montheit modifiée

Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les données climatiques mensuelles de la station météorologique: à savoir:

- Les températures moyennes en degré Celsius.
- L'humidité relative de l'air exprimé en (%)
- L'insolation journalière en heure
- La vitesse du vent en m /s

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo sont représentés dans le tableau VI.6

**Tableau IV.6 :** Valeur de l'évapotranspiration de référence calculée par la méthode De Penmann- Montheih, exprimée en mm/jour.

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/day
January	5.6	15.6	83	2.0	6.7	10.3	1.22
February	6.6	17.6	75	2.5	7.8	13.7	2.03
March	8.5	20.9	68	2.7	8.5	17.7	3.17
April	10.3	23.3	61	2.9	9.5	21.9	4.36
May	14.4	28.2	55	3.0	10.5	25.0	5.79
June	18.8	34.0	49	3.3	12.5	28.4	7.69
July	21.9	37.8	45	2.8	13.3	29.2	8.31
August	22.5	37.6	47	2.7	12.5	26.6	7.73
September	19.4	32.5	56	2.6	11.4	22.3	5.78
October	15.6	26.8	66	2.4	10.3	17.3	3.71
November	10.2	20.2	75	2.1	9.3	13.1	2.02
December	7.2	16.4	82	2.2	7.8	10.5	1.27
<b>Average</b>	<b>13.4</b>	<b>25.9</b>	<b>64</b>	<b>2.6</b>	<b>10.0</b>	<b>19.7</b>	<b>4.42</b>

#### IV.4.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle.

Ce sont les besoins en eau maximaux (besoins de pointe) de la culture ou de la parcelle qui intéressent le projeteur.

Les besoins en eau d'une parcelle correspondent à toute l'eau utilisée par cette parcelle ou évapotranspiration réelle (ETR) pour le développement de la culture qui y est installée.

Cette quantité d'eau (ETR) contient :

- la transpiration de la culture (mais aussi des adventices),
- l'évaporation directe à partir du sol ou des plantes.

A défaut de pouvoir évaluer l'ETR, on calcule généralement l'évapotranspiration maximale (ETM) qui dépend :

- de l'ET0 (évapotranspiration de référence);
- du végétal (type et stade végétatif),

ETM = Kc\*ETo OÙ :

- ETM : évapotranspiration maximale journalière en mm.j<sup>-1</sup>
- ETo : évapotranspiration de référence en mm.j<sup>-1</sup>
- Kc: coefficient cultural (tenant compte du stade de développement végétatif et de la culture)

**IV.4.3.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 ruissèlement de surface, et par percolation en profondeur etc...

Ces pertes sont estimées à 20 % de la pluie tombée .Pour l'appréciation de la pluie efficace (P<sub>eff</sub>) = 80 %

**Tableau. IV.7 :** Précipitation efficace dans la zone d'étude

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	43.0	40.0
February	41.9	39.1
March	30.6	29.1
April	32.6	30.9
May	24.1	23.2
June	3.5	3.5
July	1.1	1.1
August	2.8	2.8
September	13.5	13.2
October	23.5	22.6
November	41.9	39.1
December	39.8	37.3
<b>Total</b>	<b>298.3</b>	<b>281.9</b>

**IV.4.4.Calcul du bilan hydrique pour les différentes cultures :**

**Tableau. IV.8 :** les superficies des différentes occupations

Le secteur	Les cultures	Superficies occupées (ha)
une superficie totale de 260 ha	L'olivier	35,19
	Agrumes	137
	Pêcher	38,24
	Pommier	49,57

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

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

B : besoin en eau d'irrigation (mm)

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

RFU : réserve facilement utilisable

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

Y : degré de tarissement, pour les sols limono-argileuses on prend (Y=2/3)

Da : densité apparente

Z : profondeur d'enracinement mm

H<sub>cc</sub> : humidité à la capacité au champ

H<sub>pf</sub> : humidité au point de flétrissement

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

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

A partir de l'abaque de caractéristiques hydriques du sol on tire la réserve utile et l'humidités pondérales (à la rétention H<sub>cc</sub>, du flétrissement H<sub>pf</sub>) selon la texture du sol.

Pour les sols limono-argileux RU=190 mm/m, on prend la profondeur d'enracinement de l'arboriculture 1,20m on trouve RU=228mm. Donc RFU=152mm

**Tableau IV.9** : Calcul du bilan hydrique pour l'olivier :

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B (mm/mois)
J	0,81	1,22	37,82	30,63	40	6,67	0
F	0,73	2,03	56,84	41,49	39,1	5,17	0
M	0,5	3,17	98,27	49,14	29,1	0	20,4
A	0,5	4,36	130,8	65,40	30,9	0	34,5
M	0,5	5,79	179,49	89,75	23,2	0	66,55
J	0,59	7,69	230,7	136,11	3,5	0	132,61
J	0,74	8,31	257,61	190,63	1,1	0	189,53
A	0,89	7,73	239,63	213,27	2,8	0	210,47
S	0,95	5,78	173,4	164,73	13,2	0	151,53
O	0,95	3,71	115,01	109,26	22,6	0	86,66
N	0,95	2,02	60,6	57,57	39,1	0	18,47
D	0,89	1,27	39,37	35,04	37,3	4,06	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 09mois (Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet,

Aout, Septembre, Octobre et Novembre), donc on calcule le besoin pour cette période.

**Tableau IV.10 :** Calcul du bilan hydrique pour les Agrumes

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B (mm/mois)
J	0,68	1,22	37,82	25,72	40	11,55	0
F	0,7	2,03	56,84	39,79	39,1	11,76	0
M	0,7	3,17	98,27	68,79	29,1	0	39,69
A	0,7	4,36	130,8	91,56	30,9	0	60,66
M	0,7	5,79	179,49	125,64	23,2	0	102,44
J	0,7	7,69	230,7	161,49	3,5	0	157,99
J	0,7	8,31	257,61	180,33	1,1	0	179,23
A	0,69	7,73	239,63	165,34	2,8	0	162,54
S	0,68	5,78	173,4	117,91	13,2	0	104,71
O	0,66	3,71	115,01	75,91	22,6	0	53
N	0,65	2,02	60,6	39,39	39,1	0	0,29
D	0,65	1,27	39,37	25,59	37,3	13,51	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 09 mois (Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre et Novembre), donc on calcule le besoin pour cette période.

**Tableau IV.11 :** Calcul du bilan hydrique pour les pêchers

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B (mm/mois)
J	0,78	1,22	37,82	29,50	40	13,44	0
F	0,72	2,03	56,84	40,92	39,1	12,51	0
M	0,5	3,17	98,27	49,14	29,1	2,47	17,57
A	0,5	4,36	130,8	65,40	30,9	0	34,5
M	0,58	5,79	179,49	104,10	23,2	0	80,9
J	0,73	7,69	230,7	168,41	3,5	0	164,91
J	0,89	8,31	257,61	229,27	1,1	0	228,17
A	0,95	7,73	239,63	227,65	2,8	0	224,85
S	0,95	5,78	173,4	164,73	13,2	0	151,53
O	0,95	3,71	115,01	109,26	22,6	0	87
N	0,91	2,02	60,6	55,15	39,1	0	16,05
D	0,85	1,27	39,37	33,46	37,3	5,64	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 09 mois (Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre et Novembre), donc on calcule le besoin pour cette période.

**Tableau IV.12** : Calcul du bilan hydrique pour les pommiers

Mois	K <sub>C</sub>	ET <sub>0</sub> (mm/jour)	ET <sub>0</sub> (mm/mois)	ETM (mm/mois)	P <sub>eff</sub> (mm/mois)	RFU (mm/mois)	B (mm/mois)
J	0,6	1,22	37,82	22,69	40	26,15	0
F	0,7	2,03	56,84	39,79	39,1	26,36	0
M	0,8	3,17	98,27	78,62	29,1	0	49,52
A	0,9	4,36	130,8	117,72	30,9	0	86,82
M	1	5,79	179,49	179,49	23,2	0	156,29
J	1,1	7,69	230,7	253,77	3,5	0	250,27
J	1,1	8,31	257,61	283,37	1,1	0	282,27
A	1,1	7,73	239,63	263,59	2,8	0	260,79
S	0,9	5,78	173,4	156,06	13,2	0	142,86
O	0,8	3,71	115,01	92,01	22,6	0	69,41
N	0,8	2,02	60,6	48,48	39,1	0	9,38
D	0,7	1,27	39,37	27,56	37,3	11,54	0

On remarque que la période déficitaire s'étend sur 09 mois (Mars, Avril, Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre, Octobre et Novembre), donc on calcule le besoin pour cette période.

**V.4.5. Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures**

**Tableau IV.13** : Les Besoins mensuels totaux en eau des cultures

besoin en eau totaux					
Les cultures	l'olivier	pommier	pêcher	Les Agrumes	Besoins total
J	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0
M	20,4	49,52	17,57	39,69	127,18
A	34,5	86,82	34,5	60,66	216,48
M	66,55	156,29	80,9	102,44	406,18
J	132,61	250,27	164,91	157,99	705,78
J	189,53	282,27	228,17	179,23	879,2
A	210,47	260,79	224,85	162,54	858,65
S	151,53	142,86	151,53	104,71	550,63
O	86,66	69,41	87	53	296,07
N	18,47	9,38	16,05	0,29	44,19
D	0	0	0	0	0

## IV.5. Calcul du débit spécifique

## IV.5.1. Débits spécifiques

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ces débits spécifiques sont définis par la formule et permettront de déterminer les débits à la parcelle et à l'entête de l'entité d'étude.

$$Q_{sp} = \frac{B_{pointe} \cdot 0,00386}{K}$$

Tel que :  $Q_{sp}$ : Débit spécifique.

**B<sub>pointe</sub>** : Les besoins de pointe

**K** : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation = 0,75

**Tableau IV.14** : Débits spécifiques des différents Modèles secteur.

Modèles	Mois de pointe	Besoin (mm/mois)	Débit de pointe (l/s/ha)
l'olivier	août	210,47	1,083
Agrumes	juillet	179,23	0,922
pêcher	juillet	228,17	1,174
Pommier	juillet	282,27	1,453

Le débit de pointe pris en considération pour le calcul hydraulique des canalisations est celui de la culture la plus exigeant 1,453 l/s/ha, correspondant au mois de juillet

**Tableau IV.15** : Les besoins totaux en m<sup>3</sup>

Les cultures	Besoins annuels (mm)	Superficies occupées (ha)	Besoins annuels (m <sup>3</sup> )
Olivier	910,72	35,19	32048,237
Agrumes	860,86	137	117937,820
pêcher	1005,14	38,24	38436,554
Pommier	1307,61	49,57	64818,230

Le besoins annuels	260	253240,841
--------------------	-----	------------

#### IV.5.2.Comparaison entre le volume de la retenue et les besoins des cultures:

Le volume d'eau stocké dans la retenue est  $98000000 \text{ m}^3$ , et le besoin total des secteurs est de  $253240,841 \text{ m}^3$ . Donc on remarque que la retenue est capable de satisfaire les besoins de notre périmètre sans problème.

#### Conclusion

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année.

Ces derniers sont importants à connaître, car ils peuvent nous indiquer si la quantité d'eau est suffisante ou pas .donc les calculs permettent de confirmer que le volume d'eau stocké au niveau de la retenue est suffisant pour l'irrigation de notre périmètre.

**Chapitre V :**  
**Dimensionnement du**  
**réseau d'irrigation**

## Introduction

Le présent chapitre fera l'objet de dimensionnement du réseau d'irrigation localisé de la culture choisie (Agrumes) dans la parcelle S15, le principe c'est de voir comment répartir l'eau à l'intérieur de la parcelle, donc il faut dimensionner tous les diamètres ainsi que les longueurs et les débits des conduites qui constituent ce réseau.

### V.1. Données générales

Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée de la parcelle (S15) nécessite des données de base comme la surface de la parcelle, le besoin journalier et le temps maximum journaliers de travail...etc.

**Cultures** : pécher

- Espacement entre arbres : 4m
- Espacement entre arbres rangs : 4m

### Caractéristique des goutteurs

- Débit nominale : 4l/h
- Pression nominale : 10mce
- Espacement des goutteurs 1m
- Le nombre de goutteurs par arbre 2

Besoin en eau journaliers de la culture à irriguer =5,78 mm/j

Temps maximum journalier de fonctionnement de l'installation est 20h

Surface de la parcelle =33,10 ha.

### V.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

#### V.2.1. Influence du taux de couverture du sol

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

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

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

➤ **KELLER et KARMELI (1974) :**

$$K_r = \frac{C_s}{0,85}$$

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

$$K_r = C_s + 0,5(1 - C_s)$$

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

$$Kr = 0,1 + Cs$$

Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :  $Kr = 0,71$  Selon Keller et Karmeli ;

$Kr = 0,80$  Selon Freeman et Garzoli ;

$Kr = 0,70$  Selon Decroix (CTGREF)

On prend le ( $Kr = 0,80$ )

$$B_{ji} = B_j \cdot K_r$$

$$B_{ji} = 5,78 \cdot 0,8 = 4,624 \text{ mm}$$

**V.2.2. Dose nette pratique**

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que :  $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ.

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement.

$Y$  : degré d'extraction de l'eau du sol.

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

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

$P$  : volume de sol humidifié.

$n$  : Nombre de point de distribution par arbre.

$S_{pd}$  : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre.

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée.

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre.

$S_a$  : Espacement des arbres sur les rangs.

**Tableau V.1:** les données de calcul de la dose pratique

$H_{cc}(\%)$	$H_{pf}(\%)$	$Y$	$Z$ (mm)	$n$	$S_{pd}(\text{m})$	$S_h(\text{m})$	$S_r(\text{m})$	$S_a(\text{m})$
27	13	2/3	1200	2	1	2	4	4

$$RU = 228 \text{ mm}$$

Le calcul de la réserve facilement utilisable dépend de la texture du sol c'est-à-dire sa capacité de rétention en eau. Puisque nous avons un sol limono-argileux sa rétention en eau est importante, donc on prend ( $Y = 2/3$ ) comme degré d'extraction de l'eau du sol.

$$RFU = \frac{2}{3} * 228 = 152 \text{ mm}$$

$P\%=25$  donc  $D_p=152*0,25=38\text{mm}$

### V.2.3.Dose nette réelle

$D_{réelle}=38*0,9=34,20\text{mm}$

### V.2.4.Dose brute

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u * \text{eff}} = \frac{34,20}{0,90 * 0,90} = 42,22\text{mm}$$

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

$\text{Eff}$ =efficacité du réseau d'irrigation  $\text{Eff}=90\%$

### V.2.5.Fréquence des arrosages

$$Fr = \frac{\text{Dose nette}}{Bjl} = \frac{34,20}{4,624} = 7,19 \approx 8\text{jours}$$

### V.2.6.Durée d'arrosage

$$\Theta = \frac{D_b * S_a * S_r}{n * qg} = \frac{42,22 * 4 * 4}{2 * 4} = 84,44 \text{ heures}$$

### V.2.7.Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} = \frac{85}{8} = 10,62 \approx 11 \text{ heures/jour}$$

### V.2.8.Nombre de poste

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{11} = 1,82 \approx 2 \text{ postes}$$

Donc  $N = 2$  postes

### V.2.9.Surface de la parcelle (poste)

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{33,10}{2} = 16,55 \text{ ha}$$

## V.3. Calcul hydraulique :

### V.3. 1.Conditions hydrauliques

La variation maximale du débit entre goutteurs :

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

La variation maximale de la pression.

$q = K \cdot H^x$  ;  $x = 0,5$  (caractéristiques du goutteur).

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = n \cdot \frac{\Delta H}{H(n)} ; \text{ telle que :}$$

q (g) : débit nominal du goutteur ;

H (n) : pression nominale.

$$0,1 = 0,5 \frac{\Delta H (\max)}{10}$$

$$H (\max) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m.c.e.}$$

La répartition de la perte de charge est :

Perte de charge singulière : p.c.s = 10%\* H = 0.2 m

Perte de charge linéaire : p.c.l = H- p.c.s = 1.8 m

1/3 sur les porte- rampes P.d.c (pr) = 0,6 m c e ;

2/3 sur les rampes P.d.c (r) = 1,2 m c e.

### V.3.2.Le débit

$$Q_r = Q_g \cdot N_{g/r}$$

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

Avec :

- Q<sub>r</sub> : Débit de rampe
- Q<sub>g</sub> : Débit de goutteur
- N<sub>g/r</sub> : Nombre des goutteurs par rampe
- N<sub>r</sub> : Nombre des rampes
- Q<sub>pr</sub> : Débit de porte rampe

#### V.3. 2.1.Calcul pour le poste 01: S<sub>1</sub>=16,55 ha

La longueur de la rampe : 492 m

La longueur de la porte rampe : 444m

La longueur de la conduite secondaire : 822m

#### V.3. 2.1.1.Le nombre d'arbres par rampe :

$$N_{\text{arbres}} = \frac{L_r}{E_r} = \frac{492}{4} = 123 \text{arbres}$$

#### V.3. 2.1.2.Nombre des goutteurs par rampe :

$$N = N_{\text{arbres}} \cdot n = 124 \cdot 2 = 246 \text{ goutteurs}$$

#### V.3. 2.1.3.Le nombre des rampes :

$$N_{\text{rampe}} = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{444}{4} = 111 \text{ rampes}$$

**V.3. 2.1.4. Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g$$

$$Q_r = 246 * 4 = 984 \text{ l/h}$$

**V.3. 2.1.5. Débit du porte rampe :**

$$Q_{Pr} = Q_r * N_r = 984 * 111 = 109224 \text{ l/h}$$

**V.3.2.1.6. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs1} = Q_{Pr} * N_{Pr} = 109224 * 2 = 218448 \text{ l/h}$$

**V.3.2.2. Calcul pour le poste 02:  $S_2 = 165500 \text{ m}^2$** 

$$S_2 = S' + S'' \text{ telle que : } S' = 91025 \text{ m}^2, S'' = 74475 \text{ m}^2$$

La longueur du porte rampe : 444m

La longueur de la conduite secondaire : 822m

**V.3.2.2.1. Pour la sous parcelle  $S' = 91025 \text{ m}^2$** **V.3.2.2.1.1. Le nombre d'arbre :**

$$N_{\text{arbres}} = \frac{\text{la surface de la parcelle}}{E_r * E_a} = \frac{91025}{4 * 4} = 5690 \text{ arbres}$$

**V.3.2.2.1.2. Débit de la porte rampe :**

$$Q_{Pr} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 5690 * 4 * 2 = 45520 \text{ l/h}$$

**V.3.2.2.2. Pour la sous parcelle  $S'' = 74475 \text{ m}^2$** **V.3.2.2.2.1. Le nombre d'arbres :**

$$N_{\text{arbres}} = \frac{\text{la surface de la parcelle}}{E_r * E_a} = \frac{74475}{4 * 4} = 4655 \text{ arbres}$$

**V.3.2.2.2.2. Débit du porte rampe :**

$$Q_{Pr} = N_{\text{arbres}} * Q_g * n = 4655 * 4 * 2 = 37240 \text{ l/h}$$

**V.3.2.2.2.3. Débit de la conduite secondaire**

$$Q_{Cs2} = Q_{Pr'} + Q_{Pr''} = 45520 + 37240 = 82760 \text{ l/h}$$

Donc le débit total nécessaire pour toute la parcelle concernée par le réseau goutte à goutte.

$$Q_t = Q_{Cs1} + Q_{Cs2} = 218448 + 82760 = 301208 \text{ l/h}$$

$$Q_t = 0,084 \text{ m}^3/\text{s}$$

### V.3.3. Dimensionnement des différentes parties du réseau

#### V.3.3.1. Le diamètre des rampes et des portes rampes

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

On propose les rampes en PEBD.

$$\varnothing_r (\text{cal}) = \left[ \frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

$$\varnothing_{Pr} (\text{cal}) = \left[ \frac{\text{P.d.c (pr)} \times 2,75}{0,478 \times Q(\text{pr})^{1,75} L(\text{pr})} \right]^{-\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

- P.d.c (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.
- $\varnothing_r$  (cal) : Le diamètre des rampes
- $\varnothing_{Pr}$  (cal) : Le diamètre des portes rampes

#### V.3.3.2. Pertes de charge

Pour la détermination des pertes de charges des différents tronçons de la canalisation on applique la formule de "Tison"

$$i = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4,75} \cdot Q^{1,75} \text{ la perte de charge unitaire}$$

$$j = \frac{L}{2,75} i \text{ la perte de charge le long de la conduite en (m)}$$

Ou : L : la longueur de la conduite ; (m)

Q : débit (l/h)

D : diamètre intérieur de la canalisation (mm)

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau V.2:** calcul de  $D_{cal}$  de la rampe

poste	surface (m2)	Lr		Ng	Qr( l/h)	h(m)	Dcal (mm)	D n(mm)	hcal(m)
		maximale(m)							
1	165500	492		246	984	1,2	31,00	32	1,05
2	S'=91025	636		318	1272	1,2	36,08	40	0,74
	S''=74475	516		258	1032	1,2	34,53	40	0,41

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 1.2 mce (la valeur maximale).

**Tableau V.3:** calcul de  $D_{cal}$  du porte-rampe

poste	surface(m2)	Lpr(m)	Npr	Ng	Q pr( l/h)	H	D cal	D n	H	V
						pr(m)	(mm)	(mm)	cal(m)	(m/s)
1	165500	444	2	20688	109224	0,6	193,15	200	0,44	0,76
2	S'=91025	456	1	11379	45520	0,6	212,29	250	0,28	0,66
	S''=74475	456	1	9310	37240	0,6	198,46	200	0,5	0,8

La valeur de la perte de charge calculée est inférieure à 0.6 mce (la valeur maximale).

### V.3.3.3. Diamètre des conduites qui assure un débit d'extrémité

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{f \cdot V}} \text{ Avec :}$$

Q : débit de la conduite considérée

V : vitesse d'écoulement.

#### V.3.3.3.1. Diamètre des conduites secondaires

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau

**Tableau V.4:** calcul des diamètres des conduites secondaires

poste	L (m)	Q(m3/s)	Vsupposé(m/s)	section(m2)	Dcal(mm)	D n(mm)	Vcal(m/s)
1	822	0,018	1,5	0,01350	187,95	200	1,06
2	1335	0,021	1,5	0,0465	204,33	250	1,22

V.3.3.3.2. Diamètre de la conduite principale a la sortie de la borne

Tableau V.5: calcul de diamètre de la conduite à la sortie de la borne

L (m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	Vsupposé(m/s)	section (m <sup>2</sup> )	Dcal(mm)	D n(mm)	Vcal(m/s)
36	0,0384	1,5	0,0290	273,84	315	1,34

V.4. La pression d'eau à la borne de distribution N8

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

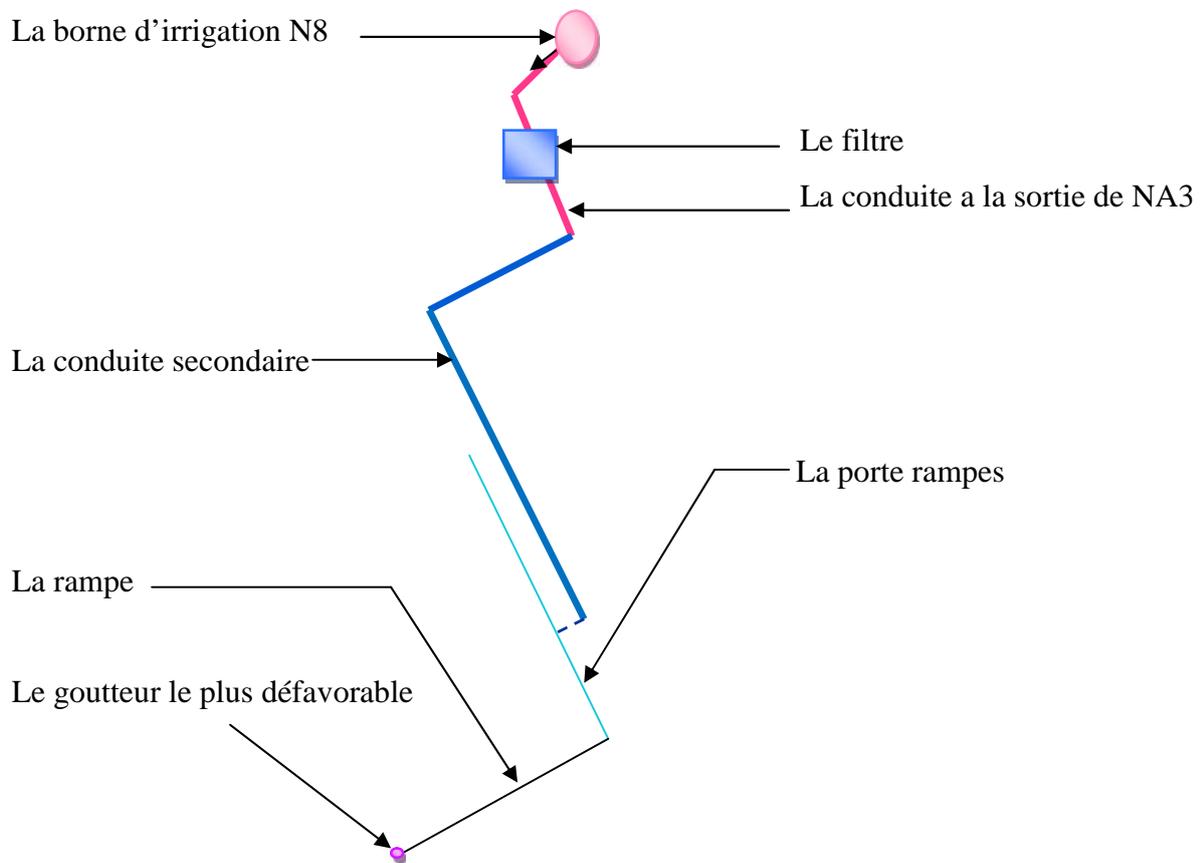


Figure V.1 : schéma explicatif de goutteur le plus défavorable

Tableau V.6: les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable

	La rampe	Porte rampe	Conduite secondaire	Conduite de sortie
Longueur (m)	384	456	1335	106,50
Diamètre (m)	32	200	250	315
Débit (l/h)	984	109224	167400	104400
Perte de charge(m)	0,56	0,5	2,43	0,179

A partir du tableau on peut déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'au goutteur le plus défavorable, cette somme est égale à 3,669 m

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

$$P=10+3,669 =13,669 \text{ m}$$

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle S15, et on a calculé la pression à la sortie de la borne N8, afin d'assurer la pression nominale de 10m.c.e dans le goutteur le plus éloigné et cela assurera le bon fonctionnement des autres goutteurs.

# **Chapitre VI :**

## **Le réseau de distribution**

**Introduction**

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles. L'eau est distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit maximal et la pression suffisante à chaque parcelle.

**VI .1.1.Principe de tracé d'un réseau de distribution**

Pour tracer un réseau de distribution il faut :

- Choisir les lieux des bornes de distribution.
- Tracer les conduites principales de telle façon qu'on peut prévoir les conduites secondaires.
- Déterminer le sens de l'écoulement.
- Tracer les courbes de niveau.

**VI .1.1.1. Mode du tracé et implantation des bornes**

L'emplacement des bornes d'irrigation est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. Le réseau étant en effet destiné à amener l'eau en un certain nombre de points, il est préférable d'étudier d'abord les tracés des conduites et après on place les bornes.

La position de chaque borne résulte d'un compromis entre l'intérêt économique qu'il y a à limiter le nombre de bornes et le désir d'une utilisation facile par l'agriculteur.

En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs des canalisations mobiles de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe.

On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivant :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
  - une prise par ilot d'exploitations.
  - quatre (04) prises maximum sur une même borne.
  - bornes implantées en limites d'ilots.
  - prend en considération la possibilité d'une modification de la structure foncière.
- pour les zones a grande exploitation.
  - La borne se situe au centre de la parcelle.
  - 4 prises sur les mêmes bornes.

**VI .1.1.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation**

La borne assure quatre fonctions :

- Le vannage.
- La stabilisation de la pression.
- La limite du débit.
- Le comptage du volume d'eau délivré.

**VI.1.2. Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles**

Le dimensionnement du réseau de distribution nécessite la détermination des débits caractéristiques des différentes parcelles qui constituent le périmètre à étudier.

Le calcul des débits caractéristiques pour les différentes parcelles s'effectue à partir la formule suivante :

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots\dots\dots (VIII.1)$$

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

$S$  : la superficie de la parcelle en (ha)

Les résultats de calcul sont donnés sous forme de tableau ci-après

**Tableau VI.1** : Les débits caractéristiques pour les différentes parcelles de secteur

Le secteur	Les parcelles	La surface (ha)	Le débit caractéristique (l/s)
<b>260 ha</b>	S1	5,24	7,614
	S2	10,21	14,835
	S3	11,00	15,983
	S4	10,53	15,300
	S5	9,13	13,266
	S6	15,04	21,853
	S7	15,65	22,740
	S8	10,55	15,329
	S9	8,26	12,001
	S10	19,24	27,956
	S11	8,13	11,813
	S12	11,52	16,738
	S13	11,57	16,811
	S14	12,76	18,540
	S15	33,10	48,094
	S16	8,60	12,496
	S17	9,04	13,135
	S18	6,46	9,387
	S19	6,47	9,401
	S20	5,48	7,962
	S21	13,28	19,296
	S22	10,24	14,880
	S23	2,67	3,880
	S24	4,21	6,117

### VI.1.3. Dimensionnement du réseau de distribution

L'acheminement des eaux vers les différentes parcelles s'effectue par gravité à l'aide de conduites en PEHD, le secteur se compose de 24 parcelles avec des surfaces variant de 2,67 ha à 33,10 ha, voir planche N°2.

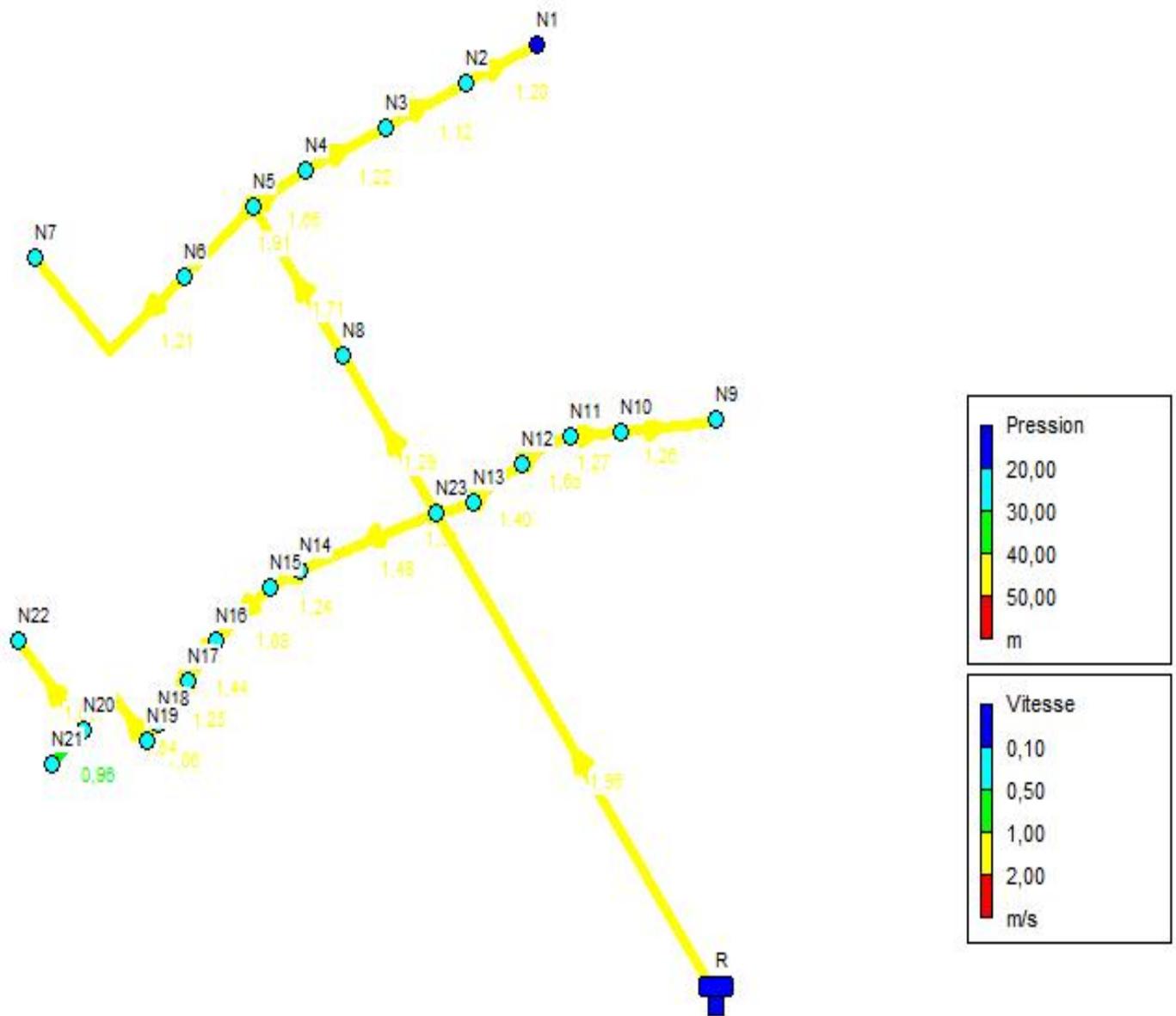
Le Calcul a été fait à l'aide du logiciel Epanet dont la figure VIII.1 représente la distribution des vitesses et des pressions.

**Tableau VI. 2: Caractéristiques des nœuds et bornes d'irrigation**

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud N1	84	7,61372	102,93	18,93
Noeud N2	84	14,83513	105,80	21,80
Noeud N3	85	15,983	107,26	22,26
Noeud N4	85	13,26589	108,60	23,60
Noeud N5	83	21,85312	110,20	27,20
Noeud N6	83	21,85312	107,02	24,02
Noeud N7	83	38,0686	103,91	20,91
Noeud N8	83	29,06	112,83	29,83
Noeud N14	85	19,0343	112,23	27,23
Noeud N15	85	12,4958	111,93	26,93
Noeud N16	84	13,13512	111,43	27,43
Noeud N17	84	9,38638	110,71	26,71
Noeud N18	83	9,40091	110,14	27,14
Noeud N19	83	3,87951	109,96	26,96
Noeud N20	83	7,96244	107,87	24,87
Noeud N21	83	6,11713	106,79	23,79
Noeud N22	83	34,17456	106,63	23,63
Noeud N23	86	0	114,08	28,08
Noeud N13	86	35,35149	113,68	27,68
Noeud N12	85	16,73856	113,08	28,08
Noeud N11	86	11,81289	111,63	25,63
Noeud N10	85	27,95572	110,82	25,82
Noeud N9	86	12,00178	107,74	21,74
Réservoir R	120	Sans Valeur	122,00	2,00

Tableau VI. 3: Caractéristiques des conduites de distribution

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau J14	364	315	115,59	1,48	5,08
Tuyau J15	83	315	96,55	1,24	3,64
Tuyau J16	177	315	84,06	1,08	2,82
Tuyau J17	113	250	70,92	1,44	6,34
Tuyau J18	117	250	61,53	1,25	4,88
Tuyau J19	50	250	52,13	1,06	3,59
Tuyau J20	227,24	200	48,25	1,54	9,22
Tuyau J21	110	90	6,12	0,96	9,83
Tuyau J22	255	200	34,17	1,09	4,86
Tuyau J13	97	315	103,86	1,33	4,17
Tuyau J12	100	250	68,51	1,40	5,95
Tuyau J11	138,03	200	51,77	1,65	10,50
Tuyau J10	126	200	39,96	1,27	6,50
Tuyau J9	238,54	110	12,00	1,26	12,88
Tuyau J8	419	400	162,53	1,29	2,98
Tuyau J7	396	315	133,47	1,71	6,64
Tuyau J4	153	200	51,70	1,65	10,47
Tuyau J3	222	200	38,43	1,22	6,05
Tuyau J2	220	160	22,45	1,12	6,62
Tuyau J1	195	90	7,61	1,20	14,74
Tuyau J5	231	200	59,92	1,91	13,76
Tuyau J6	524,52	200	38,07	1,21	5,94
Tuyau J23	1616	500	381,98	1,95	4,90



**Figure VI. 1:** Représentation du réseau de distribution avec pressions et vitesses.

### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné tous les tronçons du réseau de distribution, dans le but d'assurer les besoins en eau des cultures.

# **Chapitre VII :**

## **Calcul technico-économique**

**Introduction**

L'étude technico-économique est nécessaire lors d'une étude d'un projet hydraulique elle permet d'estimer le cout de réalisation, son objectif essentiel est de minimiser le cout de réalisation en choisissant d'autres matériaux qui ont les mêmes caractéristiques.

Pour le cas de notre projet on va faire une estimation sur deux réseaux (réseau de distribution et réseau localisé).

**VII.1.Devis du réseau d'irrigation (distribution et localisée).**

Les couts 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)
TubeØ32 PEBD	m/l	78267,00	41,45	3244167,15
TubeØ90 PEHD	m/l	305,00	640,00	195200,00
TubeØ110 PEHD	m/l	238,54	750,00	178905,00
TubeØ160 PEHD	m/l	220,00	1650,00	363000,00
TubeØ200 PEHD	m/l	1976 ,79	2450,00	4843135,50
TubeØ250 PEHD	m/l	380,00	3600,00	1368000,00
TubeØ315 PEHD	m/l	1117	4800,00	5361600,00
TubeØ400 PEHD	m/l	419	7400,00	3100600,00
TubeØ500 PEHD	m/l	1616	9700,00	15675200,00
Vanne Ø90	Un	4	4500	18000
Vanne Ø110	Un	1	4693.6	4693,6
Bouchon Ø20	Un	150	20	3000
Bouchon Ø75	Un	3	215	645
Bouchon Ø90	Un	3	300	900
Coude 90° Ø90	Un	1	3243,27	3243,27
Coude 120° Ø110	Un	1	4179,76	4179,76
TE égal	Un	1	769.28	769,28
Filtre	Un	1	15432,77	15432,77
Goutteur réglable	Un	39132	6.13	239879,16
Total 1				34620550,49

**VII.2.Factures pro-forma de la station de pompage, des conduites et du réservoir**

**VII.2.1.Calcul du volume de terrassement**

**VII.2.1.1a Largeur du fond de la tranchée**

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

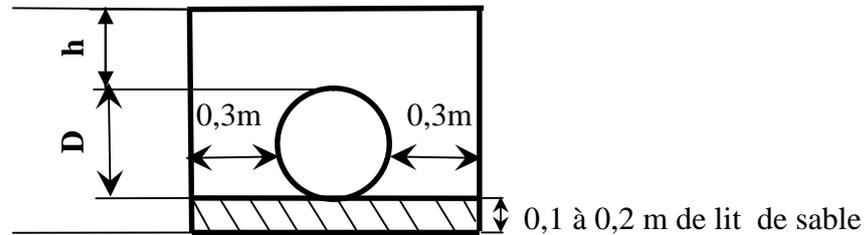
$$B=D+2\times 0,3 \dots\dots\dots (IX.1)$$

Avec : B : largeur de tranché (m)

D : diamètre de la conduite (m)

**VII.2.1.2.profondeur de la tranchée**

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.



**Figure VII. 1:** schéma d’une tranchée

$H= e + d + h$  (m) Avec H : profondeur de la tranchée (m).

e : hauteur de lit de pose (m).

d : diamètre de la conduite (m).

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite.

**VII.2.2.les conduites**

**VII.2.2.1. Calcul du volume de déblai**

La section de tranché est la section de rectangle.

$S=B*H$  telle que : B la largeur de tranché.

Donc :  $B=2*0,3+ \varnothing \dots\dots\dots (IX.2)$

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.

$H D+0,8$

**VII.2.2.2. Calcul du volume de lit de sable**

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

$$V = e \cdot B \cdot L \dots \dots \dots (IX.3)$$

**VII.2.2.3. Calcul du volume de remblai**

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai, c'est le volume qu'occupent la conduite et le volume occupé par le lit de sable.

$$V_r = V_d - (V + V_s) \dots \dots \dots (IX.4)$$

$V_r$  : Volume du remblai compacté (m<sup>3</sup>)

$V_d$  : Volume du déblai (m<sup>3</sup>)

$V_s$  : Volume du sable

$V$  : Volume occupé par la conduite (m<sup>3</sup>) ;  $V = L \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$

L : Longueur de la conduite

D : Diamètre de la conduite.

Les volumes des travaux pour les conduites sont représentés dans le tableau IX.2

**Tableau VII.2 : Les volumes des travaux pour les conduites**

Tronçon	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Volume de Déblai (m <sup>3</sup> )	Volume de lit (m <sup>3</sup> )	Volume de remblai (m <sup>3</sup> )
N1-N2	90	195	119,75	16,15	102,36
N2-N3	160	220	160,51	20,06	136,03
N3-N4	200	222	177,60	21,31	148,72
N4-N5	200	153	122,40	14,69	102,91
N5-N6	200	231	184,80	22,18	155,37
N6-N7	200	524,52	419,62	50,35	352,80
N5-N8	315	396	404,01	43,48	329,68
N8-N23	400	419	502,80	50,28	399,90
N9-N10	110	238,54	154,12	20,32	131,53
N10-N11	200	126	100,80	12,09	48,75
N11-N12	200	138,03	110,42	13,25	92,84
N12-N13	250	100	89,25	10,20	74,14
N13-N23	315	97	98,96	10,65	323,82
N23-N14	315	364	371,36	39,98	303,03
N14-N15	315	83	84,68	9,11	69,11

N15-N16	315	177	180,58	19,43	147,36
N16-N17	250	113	100,85	10,28	85,03
N17-N18	250	117	104,42	11,93	86,75
N18-N19	250	50	44,62	5,10	37,07
N19-N20	200	227,24	181,79	21,81	152,84
N20-N21	90	110	67,55	9,11	57,74
N20-N22	200	255	204,00	24,48	171,51
N23-R	500	1616	2310,88	213,31	1780,43
Total			6295,77	669,55	5289,72

### VII.3 : Devis estimatif pour les terrassements

Tableau VII.3 : Factures pro-forma terrassement.

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai en terrain	m <sup>3</sup>	6295,77	300	1888731
2) lit de sable	m <sup>3</sup>	669,55	800	535640
3) remblaiement de tranchée	m <sup>3</sup>	5289,72	200	1057944
Total 2				3482315

### VII.5. Devis estimatif total

D=total 1+total 2=38102865,49 DA

### Conclusion

D'après le coût de la projection de réseaux de distribution et le réseau localisé on remarque que l'estimation du réseau de distribution est très élevée, cette élévation est due à l'utilisation d'un nombre de conduites assez important, malgré cette élévation du cout ,le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique ,puisque les agriculteurs sont pas obligés de payer les factures d'électricité du moment que leur champ agricole reçoit l'eau seulement par gravité.

# Conclusion

## Conclusion

Au terme de cette étude effectuée pour le périmètre Oued Sly situé dans la Commune Oued Sly wilaya de Chleff dont l'objectif essentiel est la satisfaction des besoins en eau des cultures mise en place, on a constaté que la région est caractérisée par un climat semi-aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 362mm, la totalité de sol est de type limono-argileux.

L'irrigation de périmètre à partir du barrage Sidi Yacoub nécessite a implanté Une station de pompage qui refoule l'eau vers le réservoir de stockage, ce dernier est destiné à alimenter par gravité le réseau de distribution, ce réseau est dimensionné pour alimenter chaque parcelle à partir des bornes d'irrigation dont la pression de ces derniers varie de [1,8- 3] bars.

Le devis estimatif total de projet est très élevé, cette élévation est due à L'utilisation d'un nombre de conduites assez important, malgré cette élévation du cout le projet va apporter l'économie sur l'énergie électrique.

# **BIBLIOGRAPHIE**

[1] **BULLTIN DE FAO N° 36**, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33

[2] **René CLÉMENT, Alain GALAND**. Programmes d'irrigation. P 02

[3] **M. L. COMPAORE**, cours de micro-irrigation (2003). p 94

[4]-**TIERCELIN, J.R.** Traité d'irrigation, France, technique et documentation .France. 1998 P320

[5] **TOUAIBIA. B** : Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères 2004. p32.

[6] **ETUDE DE REAMENAGEMENT ET DE L'EXTENSION DU PERIMETRE DU MOYEN CHELIFF**.p1,2,3,4,31,32,33,34

## ANNEXE 1

### 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 2

### 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

### ANNEXE:4

### GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface )

Ecartement entre rampes S <sub>i</sub> en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, Sd en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0	
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

## Annexe 5

### Gamme de prix tubes PEHD

(Prix valable à compter du : 10 Avril 2013)

1	Tube PEHD DN 500 PN16	ML	9 700,00
2	Tube PEHD DN 315 PN16	ML	4 800,00
3	Tube PEHD DN 250 PN16	ML	3 600,00
4	Tube PEHD DN 200 PN16	ML	2 450,00
5	Tube PEHD DN 160 PN16	ML	1 650,00
6	Tube PEHD DN 125 PN16	ML	980,00
7	Tube PEHD DN 110 PN16	ML	750,00
8	Tube PEHD DN 90 PN16	ML	640,00
9	Tube PEHD DN 63 PN16	ML	340,00
10	Tube PEHD DN 50 PN16	ML	210,00
11	Tube PEHD DN 40 PN16	ML	150,00
12	Tube PEHD DN 32 PN16	ML	120,00