



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**Etude d'aménagement du périmètre OUED SLY (214 ha)  
à partir du barrage SIDI YAKOUB (W. CHELEF)**

**Présenté par :**

**LARBAOUI HANANE**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M.MEDDI Mohamed	Professeur	Président
M. YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
Mme .SAIL Nadhira	M.A.A	Examineur
Mr.AZIB Makhlouf	M.C.A	Promoteur

**Novembre 2020**

## □ REMERCIEMENTS □

*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.*

*-Mon promoteur M r AZIB MAKHLOUF pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.*

*-Je suis également reconnaissant aux membres de Jury qui, malgré leurs occupations, ont bien voulu examiner et discuter mon travail; je les en Remercie vivement.*

*-Je Remercie mes Enseignants et tout le personnel de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'Ingénieur d'état en hydraulique*

*- Enfin ,je voudrais souligner les contributions efficaces de tous mes Proches et Amis qui ,à des titre divers ,m'ont aidé et soutenu moralement ,tout au long de la préparation de cette thèse .Ce soutien moral est d'autant plus important que la rédaction d'une thèse.Je les remercie encore une fois. MERCI*

**LARBAOUI HANANE**

## *DEDICACE*

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance à :*

*Ma chère maman pour son soutien, son Sacrifices, Merci pour tout.*

*Mes chères frères Mohamed et Adda et ma chère soeur Manel pour leur encouragements.*

*Merci à tous.*

*Un spécial dédicace à :*

*Plus qu'une amies, Manel, Foufa, Hadjer, Amina.*

*Mes chers amis : Hichem, Messaoud, Mohamed, et tous mes collègues à l'ENSH.*

*Toutes mes amies : Salha, Samia, Leyla, Roumaïssa, Lina, Nesrine, Hadjer, Maria, Lemya et toutes les collègues.*

*En un mot, à toute ma famille, mes amis de l'ENSH et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.*

*LARBAOUI HANANE*

## ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو إنشاء شبكة سقي لمحيط واد سلي الواقع في ولاية شلف. والذي يغطي مساحة 214 هكتارا. سيتم سقي هذا المحيط من سد سيدي يعقوب. اعتمدت هذه الدراسة على تحليل الخصائص المناخية والتربة والموارد المائية, أخذا بالاعتبار مناخ منطقة الدراسة الفاحلة مما يفضل اعتماد نظام السقي عن طريق الرش الذي يعتبر النظام الأكثر كفاء في هذه المنطقة و تكلفتها.

### Résumé :

Notre pays a tous jours connu de longue période de sécheresse, en particulier dans les régions à climat aride ou la pluviométrie est déjà insuffisante et mal répartie.

Cette étude sera effectuée afin de bien exploiter l'eau du barrage SIDI YAKOUB qui est destinée à irriguer notre périmètre OUED SLY de 214 h. Cette étude a été basée sur une analyse des caractéristiques climatiques, pédologiques, et des ressources en eau. Compte tenu du Climats de la zone étudiée qui est semi-aride, il est préférable d'adopter le système d'irrigation par aspersion pour éviter les pertes et assurer l'efficience de l'eau maximale afin d'obtenir un rendement élevé de la production.

### Summary:

This thesis can be seen as a way of water management strategies for irrigation in order to increase both harvest and crops considering water resources available, climatic conditions and soil quality ,using quantitative and qualitative methods which allow us to determine the soil requirements in water taking into a count of the region climate in CHLEF (OUED SLY ) which is semi-arid it is indispensable to use aspersion irrigation system in order to decreases water loses and maximise its efficiency.

## Sommaire

### Introduction générale

### Chapitre I : Situation et Climat

I.1.Introduction :	1
I.2. Situation géographique	1
I.2.1. Situation administrative	1
I.2.2. Caractéristiques du bassin de Moyen Cheliff	1
I.2.3.Caractéristiques topographiques de la zone	2
I.2.3.1. le relief	2
I.2.3.2. Hydrographie	2
I.3. Le climat	2
I .3 .1 . La climatologie	2
I .3 .2. La température	2
I .3 .3. Le vent	3
I .3 .4. Le sirocco	3
I .3.5. Humidité relative de l'air	4
I .3.6.L'évaporation	4
I .3.7.Insolation	4
I.3.8.La précipitation	5
I.4.Classification du climat	5
I.4.1.classification du climat selon l'indice Martonne	5
I.4.2.classification du climat selon le diagramme d'EMBERGER	6
I.4.3. classification du climat selon le diagramme de Gausсен	7
I.5.Conclusion	8

### Chapitre II : les données de sol

II.1. Introduction	9
II.2. Etude pédologique	9
II.3. Les propriétés physiques du sol	9
II.4. Etude des aptitudes culturales	10
II.5. Les propriétés chimique de sol	10
II.6. Classification des sols du périmètre	11
II.7. Conclusion	12

### Chapitre III : les données de l'eau

III.1. Introduction :	13
III.2. Présentation du bassin versant :	13

---

# Sommaire

---

III.2.1. Caractéristiques du barrage .....	14
III.3. Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation : .....	15
III.3.1. Classification des eaux pour l'irrigation : .....	16
III.3.2. Le SAR (Sodium Absorption Ration) : .....	16
III.4. Etude hydrologique : .....	18
III.5 : Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique : .....	20
III.5.1. Teste de Wilcoxon : .....	20
III.6 : Ajustement statistique des pluies : .....	22
III.6.1 :Ajustement à la loi Normale : .....	22
III.6.2 : Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON) : .....	23
III.6.3 Test de validité de l'ajustement : .....	24
III.7 : Détermination de l'année de calcul : .....	25
III.8. Conclusion : .....	26
<b>Chapitre IV : les besoins en eau des cultures</b>	
IV.1. Introduction : .....	27
IV.2. Besoins en eau des cultures .....	27
IV.2.1. Calcul de l'évapotranspiration .....	27
IV.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET <sub>o</sub> ).....	27
IV.2.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) : .....	29
IV.2.4. Les Coefficients culturaux (K <sub>c</sub> ) : .....	29
IV.3. Besoins en eau d'irrigation : .....	29
IV.3.1. Détermination de la pluie efficace : .....	30
IV.3.1.1. Choix des cultures .....	31
IV.3.1.2. Identification des principaux types d'assolement : .....	31
IV.3.1.3. Rotation : .....	32
IV.3.2. Cycle végétatif des cultures : .....	32
IV. 4. Calcul des besoins en eau des cultures : .....	33
IV.4.1. Calcul du débit spécifique : .....	40
IV.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation : .....	41
IV.5.Conclusion .....	42
<b>Chapitre V : Etude de système d'adduction</b>	
V.I. Introduction : .....	43
V.2. Choix du mode d'irrigation : .....	43
V.3.Organisation et structure du périmètre : .....	43
V.3.1. Ilots et bornes d'irrigation: .....	43
V.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation : .....	44

---

# Sommaire

---

V.3.3. Calcul du débit aux bornes :.....	44
V.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes : .....	44
V.4. Description de l'aménagement du périmètre :.....	47
V.4.1. Choix de la variante d'aménagement : .....	47
IV.4.1. 1. La variante 1 : .....	47
V.4.1.2. La variante 2 :.....	47
V.4.1.3. Choix de la variante :.....	47
V.5. Etude de système de pompage :.....	48
V.5.1. Détermination de la hauteur d'élévation .....	48
V.5.2. Détermination du diamètre économique de conduit refoulement:.....	49
V.5.2.1. Calcul des pertes de charge .....	50
V.5.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale :.....	50
V.5.3. Choix des pompes et nombre des pompes :.....	53
V.5.3.1 Nombre de pompe de secours .....	54
V.5.3.2. Détermination de la hauteur admissible d'aspiration : .....	55
V.6. Choix du moteur électrique : .....	56
V.6.1. la puissance fournie par le moteur électrique :.....	57
V.6.2. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin):.....	57
V.7. Dimensionnement hydraulique des canalisations .....	58
V.7.1. Vitesse admissible : .....	58
V.7.2. Choix du matériau des conduites : .....	58
V.7.3. Calcul des diamètres :.....	59
V.7.4. Estimation des pertes de charge :.....	59
V.7.5. Calcul des pressions aux bornes.....	60
V.8. Conclusion :.....	63
<b>Chapitre VI : Technique d'irrigation</b>	
VI.1. Introduction :.....	64
VI.2 Choix des techniques d'irrigation :.....	64
VI.3. Différentes techniques d'arrosages.....	64
VI.3.1 Irrigation gravitaire :.....	64
VI.3.1.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation gravitaire :.....	65
VI.3.2. L'irrigation par aspersion :.....	66
VI.3.2.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :.....	66
VI.3.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte).....	67
VI.3.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :.....	67
VI.4. Choix de la technique d'arrosage :.....	68

---

# Sommaire

---

VI.5.Conclusion : .....	69
-------------------------	----

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

VII.1.Introduction : .....	70
VII.2.Choix de la culture .....	70
VII.3.Choix des parcelles et de l'ilot : .....	70
VII.4.Perméabilité du sol : .....	70
VII.5.Dose pratique : RFU : .....	70
VII.6.Dimensionnement théorique .....	71
VII.6.1.Dimensionnement de la rampe: .....	74
VII.6.2.Dimensionnement de la porte rampe: .....	75
VII.7.Calcul de la pression en tête du réseau : .....	76
VII.8.Conclusion.....	77

## **Chapitre VIII : Organisation de chantier**

VIII.1.Introduction : .....	78
VIII.2 Différents travaux à entreprendre .....	78
VIII.3.Frais des travaux sur réseau d'irrigation : .....	80
VIII.3.1.calcul des volumes de remblai et de déblai : .....	80
VIII.4. Estimation du cout du projet.....	82
VIII.5. Conclusion .....	82

## **Conclusion général**

---

# Liste des tableaux

---

## LISTE DES TABLEAUX

### Chapitre I : Situation et Climat

Tableau I .1 : Température mensuelles minimales, maximales et moyennes (2015 .....	2
Tableau I .2 : Vitesse mensuelle moyenne du vent en m/s. ....	3
Tableau I .3 : Nombre de jours de sirocco .....	4
Tableau I .4 :L'humidité relative de l'air en (%) .....	4
Tableau I .5 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne .....	5
Tableau I.6 : Insolation moyenne mensuelles en (h).....	5
Tableau I.7 : Répartition de la précipitation moyenne mensuelle .....	6
Tableau .I.8: Classification du climat selon Martonne .....	7

### Chapitre II : les données de sol

Tableau II.1.Résultats des analyses des échantillons de sol .....	10
Tableau II.2 : LES PROPRIETES CHIMIQUE DE SOL.....	10
Tableau II-3 : Les aptitudes et les caractéristiques des unités pédologiques.....	12

### Chapitre III : les données de l'eau

Tableau III-1 : Caractéristiques hydrauliques du barrage sidi yakoub. ....	14
Tableau III.2. Qualité de l'eau d'irrigation .....	15
Tableau III.3: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique. ....	16
Tableau III.4: Classification des eaux en fonction de SAR. ....	16
Tableau III.5 : Caractéristiques de la station pluviométrique.....	18
Tableau III.6 : La série pluviométrique de la station oued sly (1992-2019).....	19
Tableau III.7 : caractéristique de la série pluviométrique .....	19
Tableau III.8 :Test d'homogénéité de la série pluviométrique.....	20
Tableau III.9: Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale) .....	23
Tableau III.10: Ajustement à la loi Log-Normale. ....	24
Tableau III.11 : Test de validité des deux ajustements. ....	25
Tableau III.12: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq= 80%)......	26

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

Tableau IV-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0 .....	29
--	----

---

## Liste des tableaux

---

Tableau IV-2 : calcul des pluies efficaces pour chaque mois en mm. ....	30
Tableau IV.3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre ..	31
Tableau IV.4 : Les assolements proposés. ....	32
Tableau IV.5: Cycle végétatif des cultures. ....	32
Tableau IV.6 : Calcul des besoins en eau du Blé .....	33
Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau du Orge.....	34
Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau du Luzerne.....	34
Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau du Pomme de terre (as) .....	34
Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau du Mais.....	35
Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau du Ail et l'Oignon vert .....	35
Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau du Tomate.....	36
Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau du Haricot vert .....	36
Tableau IV.14: Calcul des besoins en eau du Courgette . ....	37
Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau du Figuier . ....	37
Tableau IV.16 : Calcul des besoins en eau du Abricotier.....	38
Tableau IV.17: Récapitulatif des besoins pour l'assolement. ....	38
Tableau IV.18 : volume d'eau d'irrigation. ....	40

### **Chapitre V : Etude de système d'adduction**

Tableau V.1: Type de bornes en fonction de superficies des ilots .....	44
Tableau V.2 : Calcul des débits des ilots et choix du type de bornes .....	45
Tableau V.3 : Les deux formules de calcul le diamètre économique.....	49
Tableau V.4 :Variation des HMT en fonction du diamètre. ....	52
Tableau V.5:Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre. ....	52
Tableau V.6 :Calcul des frais d'exploitation. ....	52
Tableau V.7 :Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....	53
Tableau V.8 : les caractéristique de la pompe choisie .....	54
Tableau V.9:Choix de Nombre de pompes.....	54
Tableau V.10 : pression atmosphérique en fonction de la cote. ....	56
Tableau V.11 : Pression de vapeur en fonction de la température.....	56
Tableau V.12: les caractéristiques de moteur électrique. ....	57
Tableau V.13 :Variation du coefficient K en fonction de la puissance P.....	57
Tableau V.14 : pressions au niveau des bornes .....	61

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

---

## Liste des tableaux

---

Tableau VI.1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....68

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

Tableau VII.1: Résultat de calcul pratique d'aspersion.....76

### **Chapitre VIII : Organisation de chantier**

Tableau VIII.1 :.Facture des différents types de conduites du réseau de distribution .....79

Tableau VIII.2 : .Cout des équipements de protection du réseau de distribution .....79

Tableau VIII.3.Quantité des travaux de terrassement .....81

Tableau VIII.4. Coût des travaux de terrassement. ....82

---

# Liste des Figures

---

## Liste des Figures

### Chapitre I : Situation et Climat

Figure . I-1 : Carte de situation de la wilaya de CHLEF .....	1
Figure I.2 : variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne. ....	3
Figure I. 3 : répartition des précipitations moyennes mensuelles .....	5
Figure I.4 :diagramme bioclimatique .....	7
Figure I.5 : diagramme de Gaussen .....	7

### Chapitre II : Les données de sol

Figure II.1 : La carte pédologique de la zone d'étude du Moyen Chélif.....	9
--	---

### Chapitre III : Les données de l'eau

Figure III.1 :barrage SIDI YAKOUB.....	13
Figure III.2 :barrage SIDI YAKOUB.....	14
Figure III.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation(barrage SIDI YAKOUB) ...	17
Figure III.4 : Ajustement des pluies annuelles par la loi normale.....	23
Figure III.5 : Ajustement des pluies annuelles par la loi Log-normale. ....	24

### Chapitre V : Etude de système d'adduction

Figure V.1 : Schéma de la variante d'irrigation sous pression .....	47
Figure V.2: Courbe caractéristique de la pompe. (CAPRARI) .....	54

### Chpitre VI :Techniques d'irrigation

Figure VI.1 : Irrigation gravitaire.....	65
Figure VI.2 : Irrigation par aspersion.....	66
Figure VI.3 :Irrigation par goutte à goutte .....	67

### Chapitre VII : Dimensionnement du Réseau D'irrigation

Figure VII.1: Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	74
---	----

### Chapitre VIII : Organisation de chantier

Figure VIII.1 : Disposition de la conduite dans une tranchée.....	80
---	----

---

## Liste des planches

---

### Liste des planches

Planche N°1 : plan de réseau d'adduction et de distribution du périmètre d'OUED SLY

Planche N°2 : plan d'occupation de sol du périmètre d'OUED SLY

Planche N°3 : profil en long de la conduite principale

Planche N°4 : plans de réseau localisé (aspersion) de la parcelle P51 (I 2)



## *Introduction Générale*

L'eau est essentielle à la survie ,au développement et à la vie de l'homme. Le sien réaliser la vision de ses activités (ex : industrie ou agriculture ), un peu d'eau .Elle est une ressource vitale , ca parait insignifiant , mais sans elle ,l'homme disparaîtra .

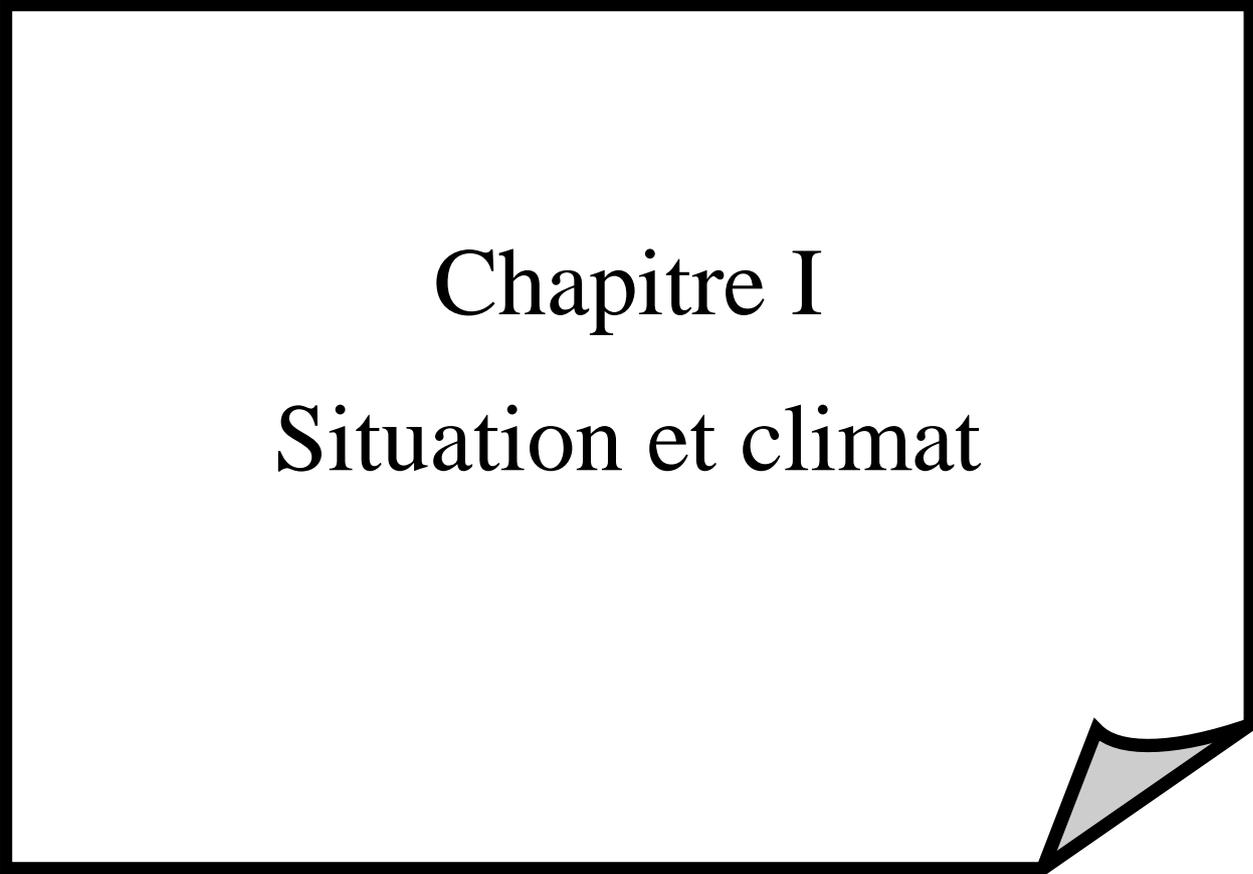
Le but du développement hydro-agricole d'un périmètre est d'augmenter les rendements des cultures en analysant toutes les conditions nécessaires au développement du projet et en sélectionnant un système adapté à la zone d'étude .

Notre sujet d'étude concerne l'aménagement du périmètre de «OUED SLY » et sur la base de ce contexte, le but est de mobiliser l'eau du barrage « SIDI YAKOUB », qui va permettre la mise en place d'un système d'adduction et de distribution en introduisant des systèmes d'irrigation modernes et efficaces tels que l'aspersion et le goutte à goutte.

L'étude dans le cadre du projet se déroulera en trois phases :

:

- La première est une étude préliminaire ayant pour objet d'énumérer toutes les données nécessaires pour le dimensionnement.
  - La deuxième est la partie principale. il s'agit du dimensionnement du réseau de distributions et le réseau localisé.
  - Dans la troisième partie de l'étude ,une analyse technique et économique du projet a été réalisée pour améliorer la rentabilité du projet
-



Chapitre I  
Situation et climat

## I.1.Introduction :

Dans le but de valoriser les ressources en eau superficielles de la wilaya de CHLEF et plus précisément ceux de la commune D'OUED SLY , les autorités locales ont décidé d'aménager un périmètre d'irrigation situé dans la région D'OUED SLY d'une superficie de **214** ha.Ce dernier sera irrigué à partir du barrage de SIDI YAKOUB.

## I.2. Situation géographique :

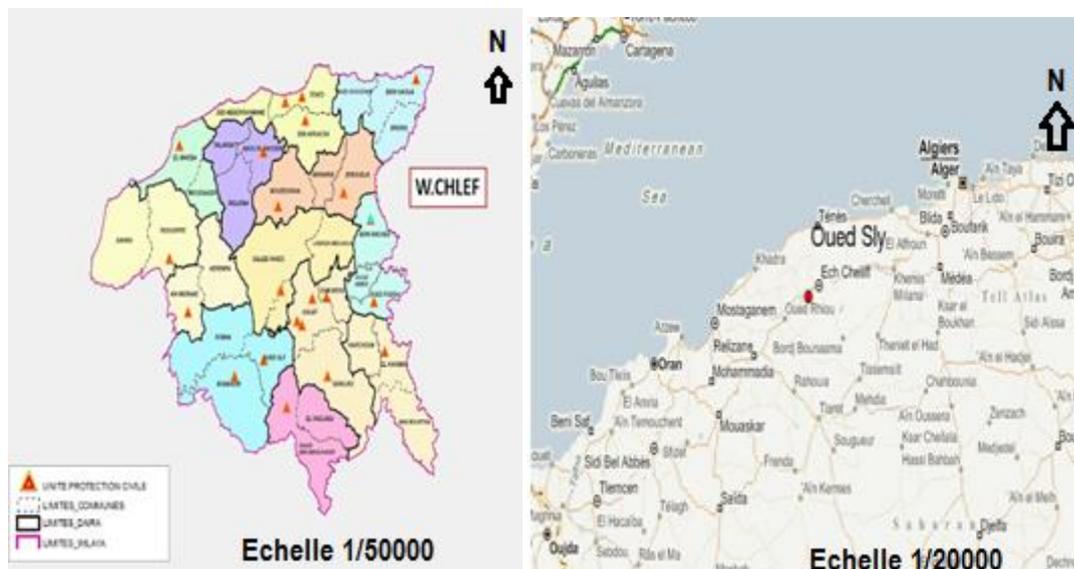


Figure . I-1 : Carte de situation de la wilaya de CHLEF

(Source : Google MAP)

Le périmètre est délimitée par :

- Le nord : Sobha et oued chlef
- Le Sud : oued sly
- l'est : la commune de Boukadir
- l'ouest : la ville de chlef

### I.2.1. Situation administrative :

Le périmètre d'oued sly est situé dans la commune d'oued sly anciennement appelée Malakoff du coté Est-Sud de la wilaya ( $1^{\circ}00'$  et  $1^{\circ}15'$ Est longitude et entre  $36^{\circ}06'$  et  $36^{\circ}10'$  latitude Nord. à 10km de chef lieu de la willaya (chlef).

### I.2.2. Caractéristiques du bassin de Moyen Cheliff :

Le périmètre du Moyen Cheliff (P.M.C) s'étend entre l'oued TIKEZAL (El-Attaf;w-Ain Defla) et de barrage de Boukadir (w- Ech Chlef), avec une surface totale de **21600 ha**.

Le périmètre d'oued sly est irrigué à partir du barrage de SIDI YAKOUB. Sa superficie nette est de **214 ha**.

### **I.2.3.Caractéristiques topographiques de la zone :**

#### **I.2.3.1. le relief**

Le degré de sensibilité à l'érosion du périmètre d'oued sly est caractérisées par un relief fort :  $D_s=410,68$  ( $250 < D_s < 500$ ) ; avec une faible pente (0.2%)

#### **I.2.3.2. Hydrographie**

Notre périmètre est une partie de la vallée du CHLEF dans laquelle l'ensemble du bassin du CHLEF occupe une superficie de 44 630 km<sup>2</sup>. Ses eaux proviennent pour une part de l'Atlas littoral qui le borde au nord, mais surtout de l'Atlas sud-tellien (massif de l'Ouarsenis) dont les eaux du versant sud sont captées par l'intermédiaire de l'oued Nahar Ouassel et celles du versant nord par les oueds Rouina, Fodda et Riou pour ne citer que les principaux. Donc le réseau hydrographique est constitué dans sa majeure partie de ruisseaux et d'oueds temporaires, mais en périodes pluvieuses ces oueds se transforment en véritables torrents, qui jouent un rôle très important comme agents d'érosion et de transport des sédiments

### **I.3. Le climat**

#### **I.3.1 . La climatologie**

Le climat est un facteur primordial qui conditionne la vie végétale ainsi production agricole .Tous les facteurs climatiques influent sur les cultures envisagées dans leurs cycle végétatif et sur leurs besoins en eau.

#### **I.3.2. La température**

La température de l'air a une importance majeure dans la détermination des apports de l'eau d'irrigation ainsi que dans le choix de type et du système d'irrigation

**Tableau I .1 : Température mensuelles minimales, maximales et moyennes (2000-2015)**

<i>Mois</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>Moy</i>
<i>T<sub>min</sub> (°C)</i>	19.6	16.3	10.7	8.8	5.5	6.9	7.9	12.8	16.3	19	24.2	24.3	14.36
<i>T<sub>max</sub> (°C)</i>	32.3	27.9	26.4	20.6	15.6	14.6	20.6	26.5	31.4	33.7	40.9	39.4	27.49
<i>T<sub>moy</sub> (°C)</i>	25.9	22.1	22.2	14.3	10.6	10.7	14.2	19.7	23.9	26.4	32.6	37.7	21.69

Source :station météorologique d'oues sly

Les températures d’hiver sont de l’ordre de 10°C et montant à 40°C en été. la température moyenne en cette zone est de l’ordre de 21.7 °C. La figure suivante représente la variation mensuelle minimale, maximale et moyenne.

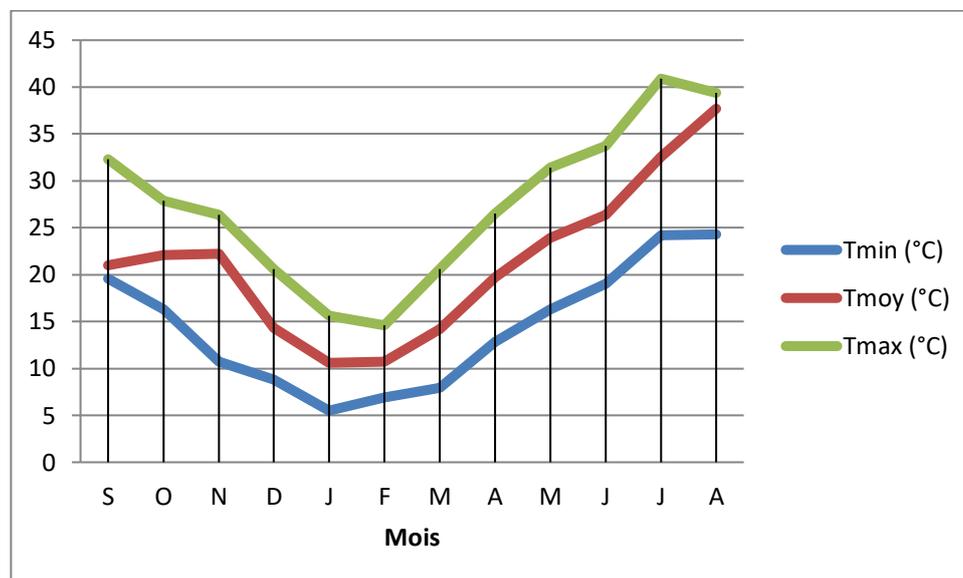


Figure I.2 : variation de la température mensuelle minimale, maximale et moyenne.

**I.3.3. Le vent**

Les vitesses des vents et leurs directions constituent un facteur très influent dans la mise en culture et l’exploitation des terres agricoles

Tableau I.2 : Vitesse mensuelle moyenne du vent en m/s (2000-2016 ).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	V <sub>Moy annuelle</sub>
V (m/s)	2.7	1.9	1.7	1.9	2.5	4.0	2.3	2.8	2.9	3.1	2.5	2.3	2.6

Source : station météorologique d’oued sly

D’après le tableau La vitesse moyenne annuelle des vents est 2.6 m/s et atteint une valeur s max de 4.0(m/s) le moi de Février .

Donc l’analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l’année ce qui nous permet de ne pas envisager des problèmes lorsque il y a une irrigation par aspersion.

**I.3.4. Le sirocco**

C’est un vent chaud et sec qui souffle du Sahara vers le littoral. Il est très néfaste pour les végétaux car il peut provoquer le flétrissement de la plante ainsi que les chutes de rendement

**Tableau I .3 : Nombre de jours de sirocco (2000-2016)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A	Nombres Des jours totale
Nombres Des jours	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	<b>12</b>

Source : station météorologique d'oued sly

### I.3.5. Humidité relative de l'air

Ce paramètre correspond au rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air et la pression de vapeur saturante (tension de vapeur) à la même température. C'est un paramètre important en irrigation, puisqu'il intervient dans l'évapotranspiration des cultures.

**Tableau I .4 :L'humidité relative de l'air en (%) (2000-2016)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annuelle
Moy (%)	56	86	92	66	76	76	67	62	57	46	38	74	66

Source :station météorologique d'oued sly

D'après le tableau I.4 en remarque que l'humidité relative annuelle moyenne est de 66%

### I.3.6.L'évaporation

L'évaporation est un élément important dans les études de dimensionnement des réservoirs de barrage et le de réseau d'irrigation.

**Tableau I .5 : Répartition mensuelle de l'évaporation moyenne (2000-2016)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy annuelle
<i>Ev Moyenne (mm)</i>	16.3	111.7	70.0	64.4	53.8	56.8	90.3	136.4	187.5	234.0	326.4	226.3	143.2

Source : station météorologique d'oued sly

D'après le tableau I.5 l'évaporation atteint son maximum au mois de juillet de 326.4mm et un minimum au mois janvier de 53.8mm.

### I.3.7.Insolation

Le nombre d'heures d'ensoleillement est très élevé dans la région

**Tableau I.6 : Insolation moyenne mensuelles en (h)(2000-2015)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<i>Insolation (h)</i>	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11	11.9	13.1	14	14.5	14.3	13.5

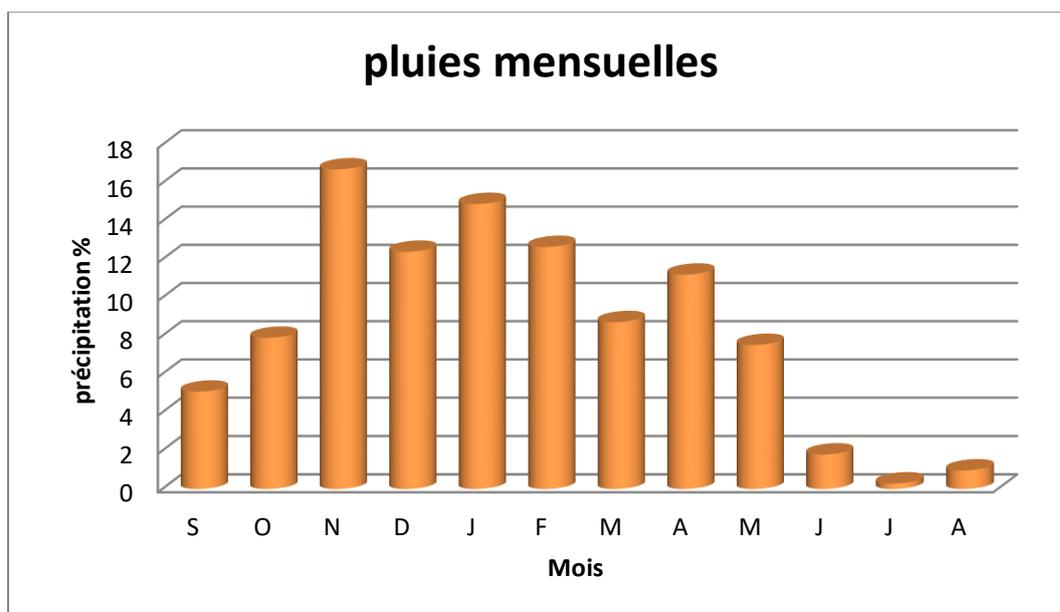
Source : station météorologique d'oued sly

**I.3.8.La précipitation**

**Tableau I.7 : Répartition de la précipitation moyenne mensuelle (1992-2019)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P moy (mm)	18.22	28.34	59.98	44.5	53.48	45.4	31.28	40.2	27	6.45	1.025	3.47	358.82
p%	5.07	7.89	16.7	12.40	14.90	12.65	8.71	11.20	7.52	1.79	0.28	0.96	100

Source : station météorologique d'oued sly



**Figure I. 3 : répartition des précipitations moyennes mensuelles**

D’après l’analyse des pluies moyennes mensuelles on remarque que la répartition est caractérisée par deux saisons distinctes :

- Une saison humide de Octobre en Avril, ou la pluviométrie atteint plus que 90% des précipitations totales annuelles, avec un maximum de 56.3mm
- Une saison sèche de Mai en septembre avec un minimum de 1.39mm

**I.4.Classification du climat**

**I.4.1.classification du climat selon l'indice Martonne**

L’indice d’aridité de Martonne, noté I cet indice permet de déterminer le degré d’aridité d’une région et la nécessité de l’irrigation par rapport au climat, pour le calculer on utilise la

formule suivante : 
$$I = \frac{P}{T + 100} \dots\dots\dots(I.1)$$

- Avec : **I** : Indice climatique .  
**P** : précipitation moyenne annuelle (mm).  
**T** : température moyenne annuelle (°C).

Tableau .I.8: Classification du climat selon 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	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Source : Dossier I-C Analyse Des Ressource En Eau Stusky –Enhyd2009

Dans notre cas, nous avons :

A. N :  $T = 21.7 \text{ C}^\circ$   $P = 358.82 \text{ mm}$

$$I = \frac{358.82}{21.7 + 10} = 11.32$$

D'après les classifications de tableau I.7 et l'indice d'aridité calculer ; on constate que le climat dans notre région est de type « sec » et l'irrigation est souvent indispensable.

#### I.4.2.classification du climat selon le diagramme d'EMBERGER :

$$Q = \frac{1000.P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} = \frac{2.1000P}{M^2 - m^2}$$

Avec Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

M : moyenne des températures maximales (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales (Kelvin).

$P = 358.82 \text{ mm}$  ;  $M = 40.9^\circ = 313.9$  ;  $m = 5.5^\circ \text{C} = 278.$

$$\text{D'où } Q = \frac{2 * 1000 * 358.82}{(313.9)^2 - (278.5)^2} = 34.22$$

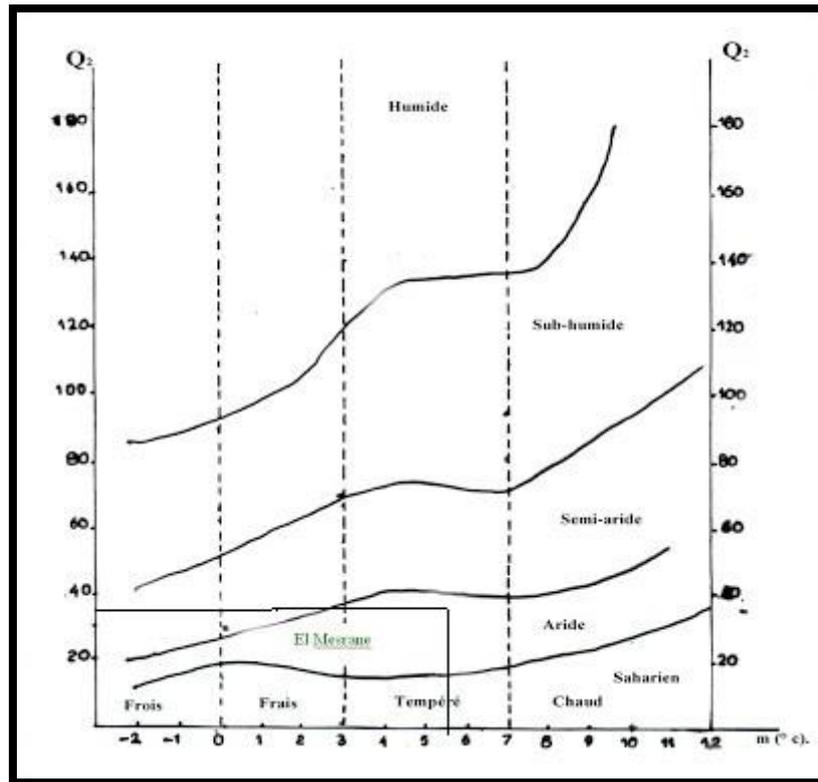


Figure I.4.:diagramme bioclimatique

D’après le diagramme bioclimatique, le périmètre jouit d’un climat **aride** Caractérisé par des **Hiver tempéré**.

I.4.3. classification du climat selon le diagramme de Gaussen

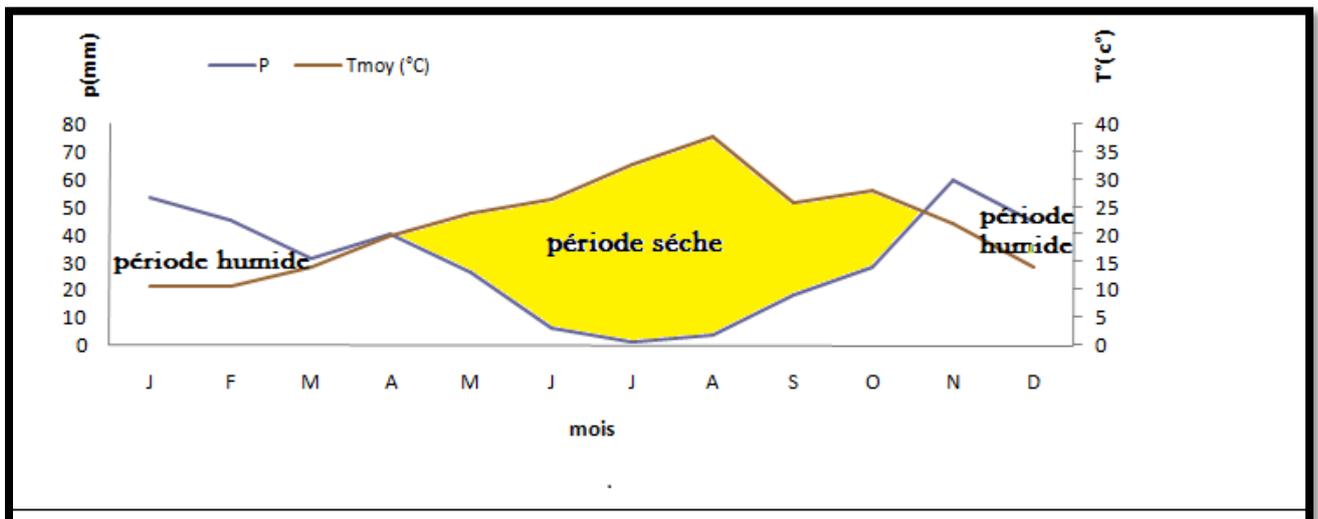


Figure I.5 : diagramme de Gaussen

D’après le diagramme de Gaussen on distingue deux périodes

- A partir de mois avril jusqu’à octobre on un une période sèche.
- A partir de mois octobre jusqu’à mars on un une période humide.

## **I.5.Conclusion :**

Les caractéristiques climatiques sont en règles générales liées assez étroitement à la situation géographique de la zone d'étude. En effet, le climat dans le sens étudié est méditerranéen avec la particularité d'un climat littoral type occidental Algérien.

Le climat est caractérisé par des précipitations annuelles moins importantes et une aridité bien prolongée. Ceci nous permet de choisir les types de cultures ainsi que les périodes d'irrigation et de semis.



# **Chapitre II**

## **Ressources en sol**

## II.1. Introduction

L'étude pédologique est d'une importance majeure pour la connaissance et la compréhension du milieu physique et naturel et afin d'avoir une meilleure exploitation et utilisations des ressources naturelles tel que le sol et l'eau.

## II.2. Etude pédologique

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

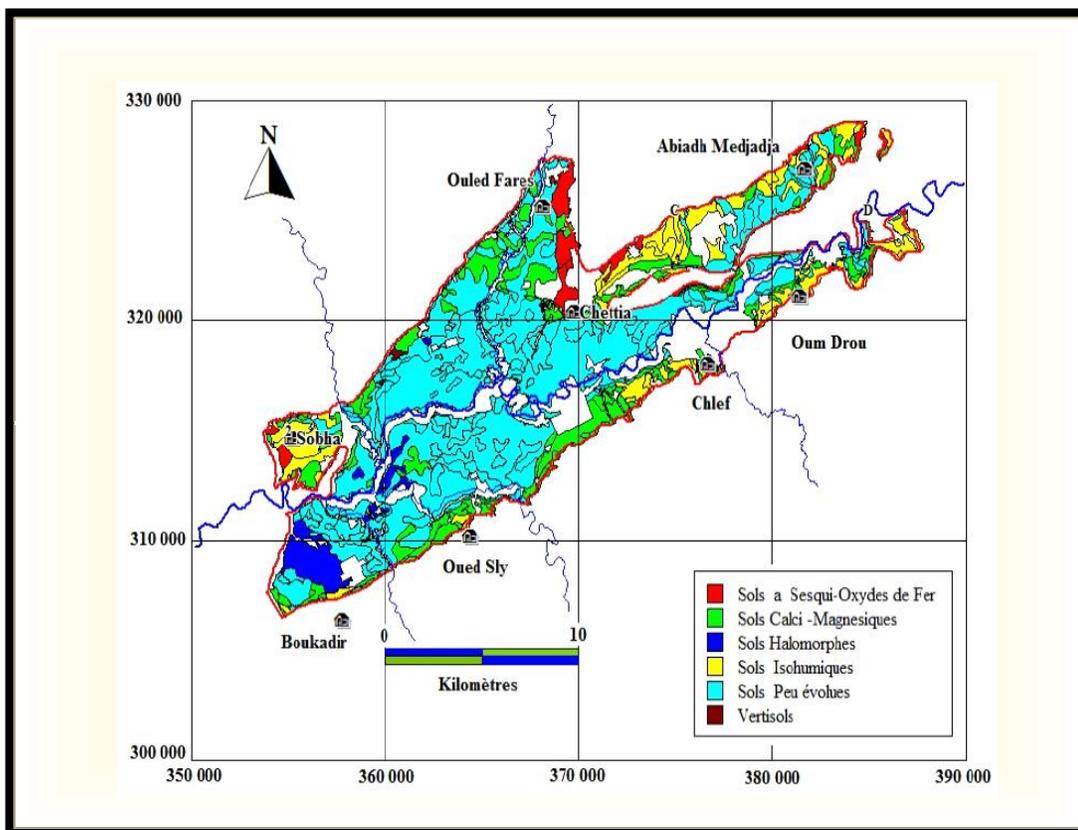


Figure II.1 :La carte pédologique de la zone d'étude du Moyen Chélif( Source : ANRH-CHLEF)

## II.3. Les propriétés physiques du sol

Une analyse physique du sol a été faite au niveau du laboratoire (AGQ.ESPANA).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant

**Tableau II.1. Résultats des analyses des échantillons de sol** (Source : ANRH -ALG)

Paramètres	Résultat (%)	Texture
Sable	5	Argilo-limoneux
Argile	50	
Limon	45	

#### II.4. Etude des aptitudes culturales

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

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

#### II.5. Les propriétés chimique de sol

Connaitre les composent chimique dans le sol nous permis de aide pour choisie les cultures qui sont adapté avec notre milieux chimique qui se trouve dans notre zone d'étude. L'analyse se fait au niveau de laboratoire (AGQ. ESPANA). Et les résultats sont donne dans le tableau II.2.

**Tableau II.2 : LES PROPRIETES CHIMIQUE DE SOL** (Source : ANRH -CHLEF)

Paramètre	Résultat	Observation
<b>CALCAIRE ACTIF</b>	4.73%	La teneur en calcaire actif n'affecte pas la disponibilité d'autres éléments minéraux.
<b>M.ORGANIQUE</b>	1.57%	Sol pauvre en matière organique, ce qui ne favorise pas le complexe d'échange ni la structure du sol.
<b>NITROGENE</b>	1184.7 mg/kg	Teneur normale en azote. Amendement de fond et /ou minéralisation de la matière organique sont correctes.
<b>PHOSPHORE</b>	78.00 mg/kg	Sol très riche en phosphore, bien qu'on a besoin de phlégèrement acide pour que le phosphore puisse adopter des formes disponible pour la plante.
<b>CALCIUM</b>	14.04 meq/100g	Disponibilité adéquate de calcium, ce qui pourrait en plus avoir un effet favorable sur la structure du sol.
<b>MAGNESIUM</b>	3.95 meq/100g =	Disponibilité élevée en magnésium, ce qui pourrait désavantager l'assimilation du potassium.
<b>POTASSIUM</b>	1.01 meq/100g	Bonne disponibilité de potassium pour la plante.
<b>SODIUM</b>	2.08 meq/100g	Teneur très élevée en sodium, ce qui pourrait provoquer une phytotoxicité, désavantager l'absorption du potassium et détériorer la structure du sol
<b>FER</b>	0.6 meq/100g	Très faible teneur en fer.
<b>MANGANESE</b>	95.3 meq/100g .	Teneur adéquate en magnésium. Cependant on a besoin De PH légèrement acide pour avoir des formes disponibles pour la plante.
<b>ZINC</b>	0.20 meq/100g	Très faible teneur en zinc.
<b>PH</b>	7.85	PH basique. Disponibilité limitée de plusieurs éléments minéraux spécialement le phosphore et les oligoéléments.

## II.6. Classification des sols du périmètre

La classification des sols est celle adoptée en vigueur par l'Agence Nationale des Ressources en Eau (A.N.R.H). Pour des raisons d'homogénéité du terrain, et pour un meilleur diagnostic des sols, la classification des sols a été étudiée jusqu'à la famille.

D'après les informations requises par Mr Boulain (thèse 1957), le périmètre est caractérisé par trois types de sol repartit en 3 zones homogènes prédéfinies par les critères fondamentaux de textures, tarification et salinité qui présentent des contraintes majeurs pour notre périmètre.

**Tableau II-3 : Les aptitudes et les caractéristiques des unités pédologiques (Source : ANRH –ALG)**

ZONE	LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	APTITUDES
Alluvions salées.	Confluent des Oueds Sly et Cheliff. Piémont Nord-ouest de la plaine d'Ech-Chleff (souala) Plaine de plaine de Bir-Saf-Saf.	Texture équilibrée. $4 < CE < 7$ mmhos/cm dès la surface . croissant en profondeur. Localement argileuse (Bir-Saf-Saf)	Cultures adaptée aux sols salés: Coton, Sorgho fourrage, Orge, radis épinard, carotte. Luzerne sauf sur terres trop lourdes
Alluvions fortement salées et tirsifiées.	Exclusivement observées dans la plaine de Boukader .	Texteure argileuse à très argileuse. Nombreuses faces vertique des 4 cm. Porosité très faible dès que le réseau de fentes de retrait est refermé . $CE > 7$ mmhos/cm	-Riz Certaines cultures fourragères irriguées après dessellage et expérimentation
Alluvions anciennes et sole de piémont Non tirsifiées.	Périphérie des plaines d'Ech-Chleff , Ouled farres et d'Oued Fodda Majorité des sols de la plaine des MEDJADJAS et des extensions Este Ouest	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 .

## II.7. Conclusion

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

Les sols présentent généralement une texture lourde qui pourrait nous causer le problème de compactage et par conséquent limiter sa perméabilité et le développement racinaire de la plante.

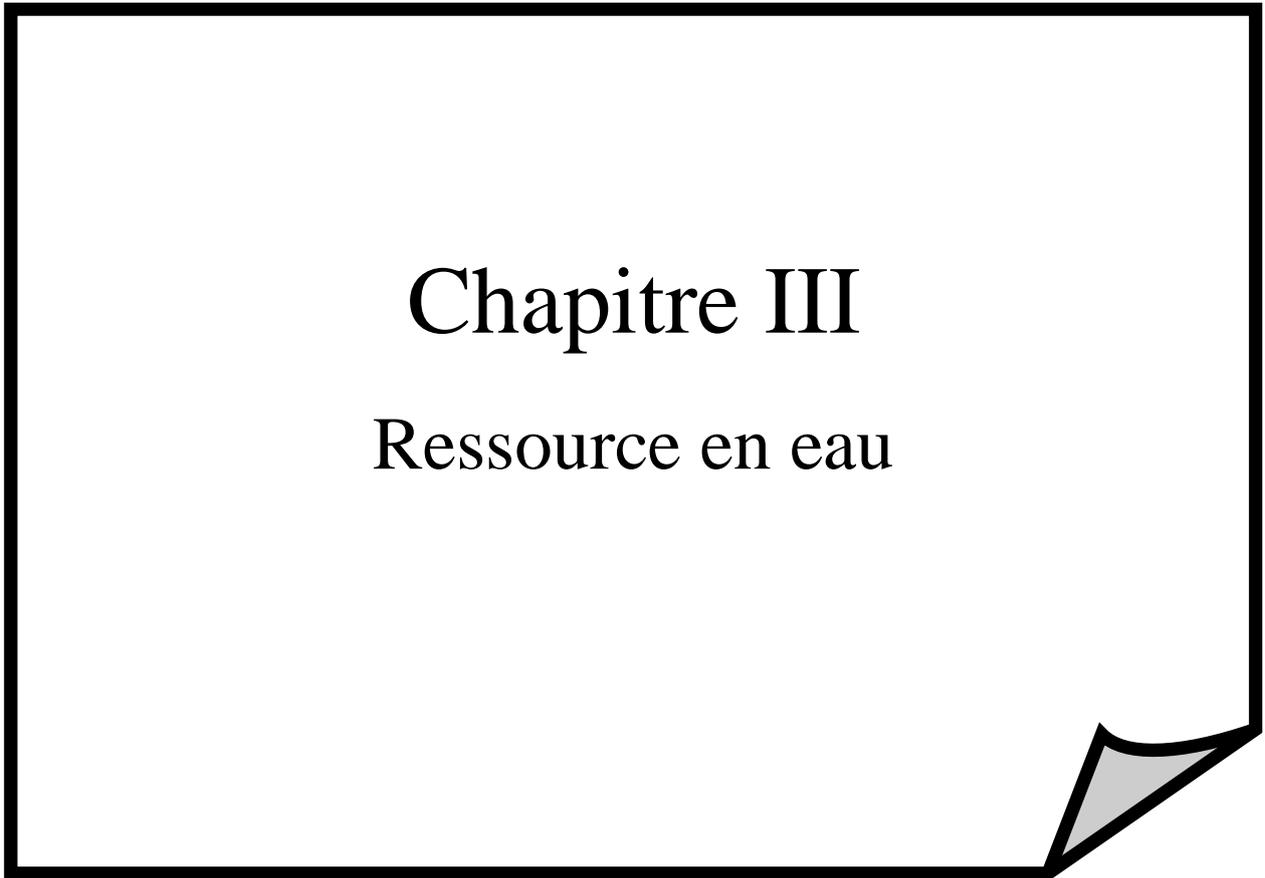
Le sodium présent dans le sol n'endommage pas la structure du sol, ainsi que le PH qui assure un développement normal de la majorité des cultures.

L'assolement proposé servira de base pour les calculs de besoins en eau du périmètre

Qui fera l'objet de la phase suivante

# Chapitre III

Ressource en eau



**III.1. Introduction :**

Avant toute étude en irrigation, il est indispensable de localiser et de quantifier l'eau nécessaire pour répondre aux différents besoins de cultures. C'est ainsi qu'on a retenu le barrage SIDI YAKOUB, qui contient 280 millions mètres cubes, L'eau accumulée servira à l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

**III.2. Présentation du bassin versant :**

Le bassin versant du barrage de SIDI YAKOUB couvre une superficie de 925.9 km<sup>2</sup>

Qui s'étend en forme de croissant avec un périmètre totalisant de 201 km.

Le bassin versant du barrage de SIDI YAKOUB comporte deux grandes unités de paysage, soit, une région montagneuse au sud et est et une région relativement plane au nord. Le dénivelé maximal du bassin atteint 1159 m, en débutant à environs 261 m à l'embouchure, pour culminer à 1820 m sur la limite sud-est du bassin Tecult .

Il présente des ensembles naturels très variés.

- L'Oued El Ardjem dont l'exutoire se trouve à Sidi-Yakoub; au sud de Chlef est orienté sud-nord-ouest.
- Les limites de notre bassin s'étendent d'Ouest en l'Est entre les parallèles 1°15' et du nord au sud entre les altitudes 35°58' et 35°36'.
- Le barrage de SIDI YAKOUB se situe ente ( $X_1 = 339.8$  et  $X_2 = 366.4$  )  
et entre ( $Y_1 = 3993.2$  et  $Y_2 = 3971.4$  )



**Figure III.1. Barrage SIDI YAKOUB (Source : Google MAP)**

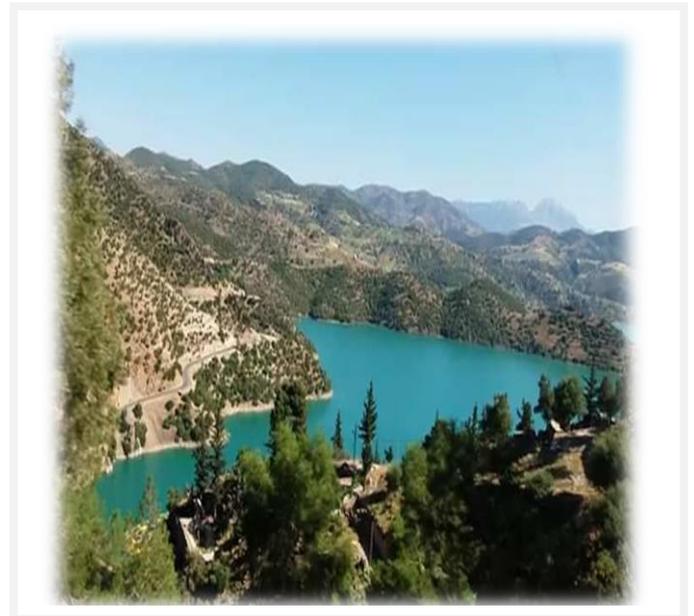
### III.2.1. Caractéristiques du barrage

Les caractéristiques hydrologiques et hydrauliques de notre source d'eau le barrage de SIDI YAKOUB sont détaillées comme suit:

**Tableau III-1** : Caractéristiques hydrauliques du barrage sidi yakoub (Source : ANBT ALG ).

	unité	valeur
Date de mise en service	année	1986
Superficie du bassin versant	Km <sup>2</sup>	923
La capacité initiale du barrage	Hm <sup>3</sup>	280
Volume régularisé	Hm <sup>3</sup> /an	98.00
Capacité estimé du barrage	Hm <sup>3</sup>	278.90
Apport réel du barrage	Hm <sup>3</sup>	47.43
Taux d'envasement	%	0.39
Etendue du bassin versant	Km <sup>2</sup>	920
Hauteur du barrage	m	94
Largeur de barrage	m	120
longueur du barrage	m	395
Volume mort	Hm <sup>3</sup>	35
Profondeur moyenne	m	30

Le volume destiné pour le développement de l'irrigation est le volume régularisé qui est égale à 98.00 Hm<sup>3</sup>.



**Figure III.2. barrage SIDI YAKOUB. (ANBT - ALG )**

### III.3. Analyse de la qualité de l'eau d'irrigation :

L'analyse de la qualité de l'eau en irrigation est une étape primordiale dont le respect des normes de qualités permet de préserver:

- la santé publique.
- la qualité des eaux souterraines et superficielles.
- l'environnement contre certains risques en particulier la salinisation des sols.

**Tableau III.2.** Qualité de l'eau d'irrigation (Source :ANBT ALG)

Paramètres	Valeurs
CE (mmhos/cm)	0.73
Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	76
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	351
Na <sup>+</sup> (mg/l)	16
Mg <sup>+2</sup> (mg/l)	154
K <sup>+</sup> (mg/l)	268
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	146
PH	7.8

**III.3.1. Classification des eaux pour l'irrigation :**

Dans notre travail , nous nous sommes basées sur la classification américaine des eaux d'irrigation qui est basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR.

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

On distingue quatre classes d'eau :

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

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm)	Qualité des eaux	Cultures
C1	$CE \geq 0.25$	Risque faible de salinité	Pour toutes les cultures
C2	$0.25 \leq CE \leq 0.75$	Risque moyen de salinité	Pour les plantes moyennement tolérantes.
C3	$0.75 \leq CE \leq 2.25$	Risque élevé de salinité	ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.
C4	$CE > 2.25$	Risque très élevé de salinité	eau difficilement utilisable

**III.3.2. Le SAR (Sodium Absorption Ratio) :**

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

Pour diminuer ce risque il est nécessaire de comparer entre la concentration des cations  $Na^+$  avec celle de  $Mg^{+2}$  et  $Ca^{+2}$ , donc on parle du l'indice du SAR qui est :

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

Et donc : **SAR =1.49**

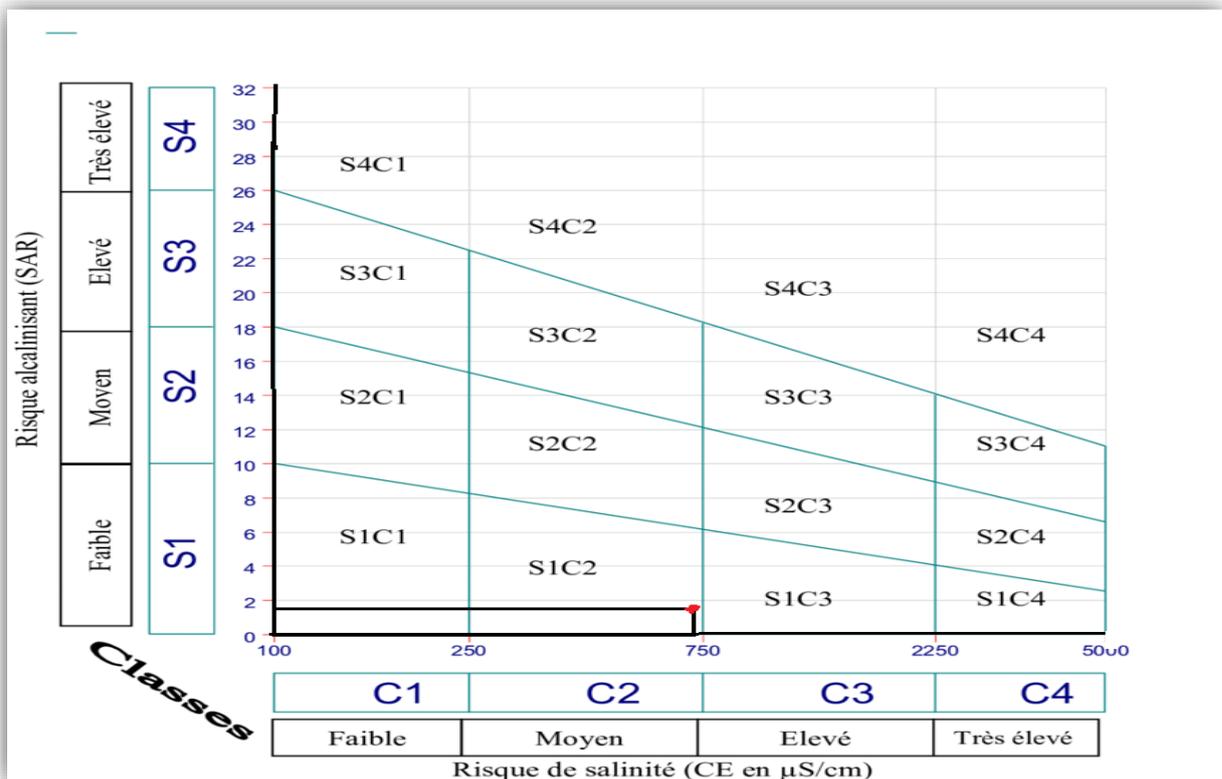
On distingue quatre classes de danger d'alcalinisation qui sont montrées dans le tableau III.5:

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

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

**Interprétation :**

Puisque l'eau du barrage a un SAR de **1.49** meq/l, et une CE=0.73 mmhos/cm, et On se basant sur le diagramme de classification des eaux d'irrigation, on peut conclure que notre eau est de salinité faible a moyen risque avec un degré d'alcalinité faible. C'est une eau de classe (C2-S1) ce qui montre la bonne qualité de ces eaux.



**Figure III.3.** Diagramme de classification des eaux d'irrigation(barrage SIDI YAKOUB)

(Source : researchgate .net )

**III.4. Etude hydrologique :**

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données et portera sur l'homogénéisation des séries pluviométriques, l'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques, et enfin la détermination de l'année de calcul nécessaire au dimensionnement de notre réseau d'irrigation.

Les stations pluviométriques retenues pour l'estimation des précipitations dans la région d'étude, gérée par l'Agence Nationale des ressources Hydrauliques (ANRH), dont toutes les coordonnées sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau III.5 : Caractéristiques de la station pluviométrique.**

La station pluviométrique	code	Coordonnées Lambert			altitude	Période d'observation	Nombre d'années d'observation
		X(Km)	Y(Km)	Z(Km)			
Oued sly	<b>012309</b>	<b>365.2</b>	<b>312.7</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>1992/2019</b>	<b>28</b>

La série pluviométrique de la station oued sly est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau III.6 : La série pluviométrique de la station oued sly (1992-2019)**

	Sep	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1992	0	0	0	15.9	12.1	35.8	2.5	51.4	0	0	0	0	117.7
1993	0	12.8	32.3	10.7	12.6	25.3	0.2	6.1	7.5	0	0	0	107.5
1994	9.3	38.4	31	11.6	72.5	7.8	36.5	10.4	13.6	4.2	0	21	256.3
1995	29.6	33.6	40.1	45.1	61.8	111.9	74.1	32.1	30.3	3	9.3	2	472.9
1996	48.1	29.6	9.3	24.3	74.4	2.9	0	149	23.8	0	0	18.3	380.1
1997	25.1	31.8	146	20.8	13	22.4	6.8	56.2	88.7	0.4	0	0	411.1
1998	24.9	16.7	11.4	22	76.8	48.9	48.3	2.5	0	0	0	0.3	251.8
1999	31.8	15	40.6	73.2	6.7	0	7.5	21.3	3.6	0	0	0	199.7
2000	13.8	108	95.5	30.8	77.3	19.7	1.8	43.8	15.5	0	0	0	405.9
2001	18.2	2.1	101	29.8	26.4	7.8	49.9	61.1	27	0	0	0.5	323.7
2002	0	22.9	59.1	37.1	93.4	61.6	11.6	38.6	31.6	0	1.1	0	357
2003	20.5	50.8	88.4	44.6	30.2	62.1	11.8	31.2	85	14.2	0	0	438.8
2004	0	39.8	33.9	78.6	12.3	88.4	24.6	4.5	0	0	0	0	282.1
2005	34.9	32.5	63.2	74.7	40.3	77.6	23.7	7.5	79.9	1.9	0	0.7	436.9
2006	17.5	0	0	110	33.6	55.9	49.1	70.4	12.7	0	0	0	348.8
2007	43.2	48.5	52.8	23	26.1	22.1	47	15.8	58.7	10.2	6.9	0	354.3
2008	0	27	80.5	95.1	76.5	22.3	51.4	78.1	11.8	6.2	0	3	451.9
2009	37.2	12.7	52.8	77.6	44.8	142.5	57.4	21.2	18.4	0	0	48.5	513.1
2010	17.7	64.8	66.6	48.5	92.4	92	18.3	73.6	91.8	16.3	0	0	582
2011	1.4	22.6	117	19.9	25.8	90.3	35.4	108	5.9	0	0	2.9	428.7
2012	1.3	35.5	106	11.7	72.9	83.9	72.8	60.6	40	0	0	0	484.5
2013	0	0	32.1	65.6	44.2	20.3	0	5.6	46.9	32.6	0	0	247.3
2014	19.1	24	36.8	53.8	76.9	27.6	0	31.5	13.6	0	0	0	283.3
2015	0	0	86.3	46.8	52.8	36.8	68.9	13.9	5.6	0	9.8	0	320.9
2016	1.6	2.1	71.1	44.3	205	5.1	30.7	0	0	39.3	0	0	399.2
2017	21.7	61.1	34.8	61.7	33.6	67.3	124.1	89.2	30.1	52.2	0	0	575.8
2018	46.2	59	103	33.1	62.8	11.4	18.6	38.7	0	0	0	0	373.1
2019	47.1	5.3	88.1	35.5	40.3	20.4	2.8	4.5	0	0	1.6	0	245.6

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

Moyenne	358.928mm
Ecart type	94.92mm
p <sub>min</sub>	107.5mm
p <sub>max</sub>	575.8mm
Cv	0.26

### III.2 : Etude de l'homogénéité de la série pluviométrique :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente. Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon, la vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous:

#### III.2.1. Teste de Wilcoxon :

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l'homogénéité d'une série de données, sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalée sur la même période d'observation.

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que :  $N_1$  et  $N_2$  représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement  $N_1 > N_2$

On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle.

La série est homogène avec une probabilité de 95% , si la relation ci-dessous est vérifiée .

$$W_{\min} = \left[ \left( \frac{(N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - 1}{2} \right) - 1,96 \times \left( \frac{N_1 \times N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right) \right]^{1/2}$$

$$W_{\max} = \left[ (N_1 + N_2 + 1) \times N_1 - W_{\min} \right] ; \text{ Avec : } W_{\min} < W_x < W_{\max} ; W_x = |Rang|_x$$

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

X	Y	XUY par ordre croissant	rang	Série d'origine	Rang x
117.7	354.3	107.5	1	X	1
107.5	451.9	117.7	2	X	2
256.3	513.1	199.7	3	X	3
472.9	582	245.6	4	Y	
380.1	428.7	247.3	5	Y	
411.1	484.5	251.8	6	X	6
251.8	247.3	256.3	7	X	7
199.7	283.3	282.1	8	X	8
405.9	320.9	283.3	9	Y	
323.7	399.2	320.9	10	Y	
357	575.8	323.7	11	X	11
438.8	373.1	348.8	12	X	12
282.1	245.6	354.3	13	Y	
436.9		357	14	X	14
348.8		373.1	15	Y	
		380.1	16	X	16
		399.2	17	Y	
		405.9	18	X	18
		411.1	19	X	19
		428.7	20	Y	
		436.9	21	X	21
		438.8	22	X	22
		451.9	23	Y	
		472.9	24	X	24
		484.5	25	Y	
		513.1	26	Y	
		575.8	27	Y	
		582	28	Y	

$W_x$  : Somme des rangs de sous sérient

$$W_x = 1+2+3+6+7+8+11+12+14+16+18+19+21+22+24=184 \text{ mm}$$

A.N :  $W_{\min}=160,45$  , et  $W_{\max}= 274.55$

$$160.45 < W_x = 184 < 274.55$$

La condition d'homogénéité de Wilcoxon est **vérifiée**, donc les pluies annuelles de la station d'OUED SLY homogènes

**III.2.1 : Ajustement statistique des pluies :**

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

- Loi de Gauss ou loi normale ;
- Loi de Galton ou loi log–normale.

**III.2.1.1 : Ajustement à la loi Normale :**

de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de oued sly sont les suivantes :

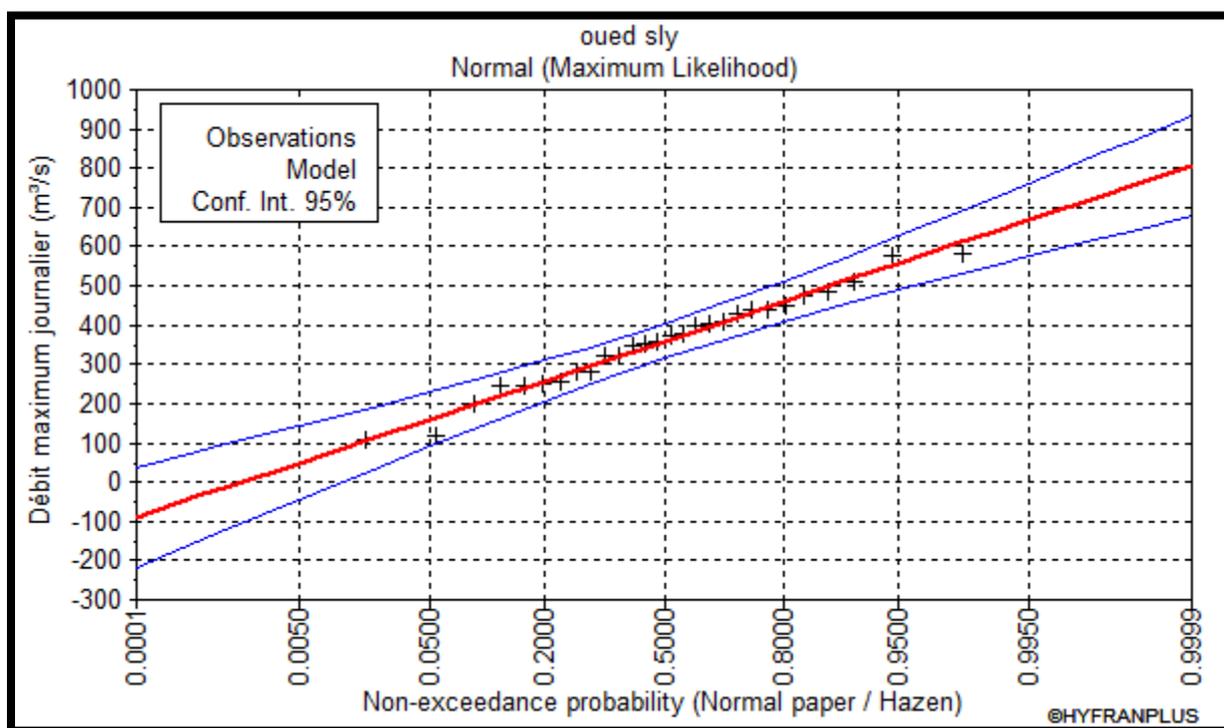
- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Calculer la fréquence expérimentale par la formule de Hazen.
- Variable réduite de gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots\dots\dots(III.1)$
- Calcul des caractéristiques empirique de loi ( $\bar{X}$  ;  $\delta$  ;  $C_v$ ;  $C_{s=0}$ ).
- Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots\dots\dots(III.2)$
- L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :
- $X_{P\%} = \bar{X} + \delta * U_{p\%} \dots\dots\dots (III.3)$

Avec :

- $X_{P\%}$ : précipitation de probabilité P% ;
- $U_{p\%}$ : variable réduit de Gauss ;
- $\bar{X}$  : Moyenne arithmétique ;
- $\delta$  : Écar

**Tableau III.9 : Ajustement à une loi de Gauss (loi-Normale)**

T	Q	XT	Standard déviation	Confidence intervalle (95%)
20	0.95	557	35.3	488-626
10	0.9	513	30.9	453-574
5	0.8	460	26.6	408-512
3	0.6667	411	23.8	364-457
2	0.5	359	22.7	314-404
1.4286	0.3	296	24.3	248-344
1.25	0.2	258	26.6	206-310
1.1111	0.1	205	30.9	144-265

**Figure III.4 : Ajustement des pluies annuelles par la loi normale.****III.2.2.2 : Ajustement à la loi Log-Normale (GALTON) :**

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'OUED SLY sont regroupés dans le **Tableau III.11.** et la **Figure III.5.**

Tableau III.10 : Ajustement à la loi Log-Normale.

T	Q	XT	Standard déviation	Confidence intervalle (95%)
20	0.95	657	78.9	503-812
10	0.9	566	59.7	449-683
5	0.8	473	42.8	389-557
3	0.6667	400	32.4	336-463
2	0.5	335	25.9	284-386
1.4286	0.3	270	22.4	226-314
1.25	0.2	237	21.5	195-279
1.1111	0.1	198	20.9	157-239

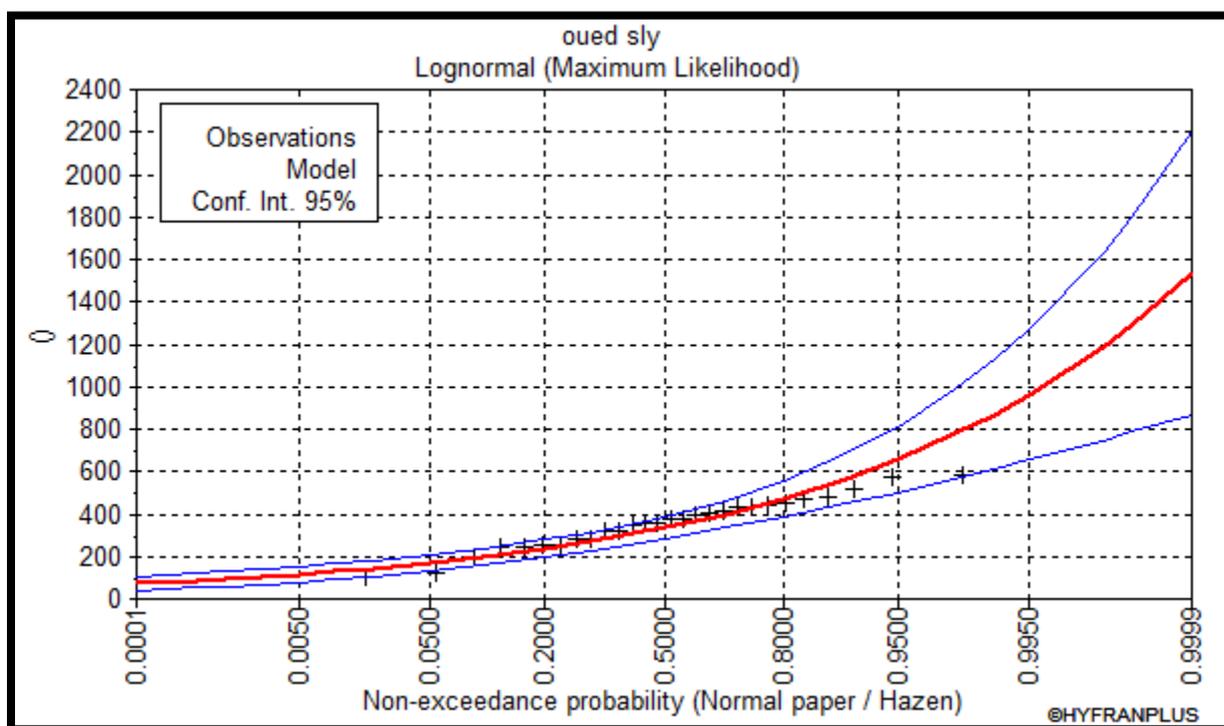


Figure III.5 : Ajustement des pluies annuelles par la loi log- normale.

### III.2.2.3 Test de validité de l'ajustement :

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

**- Test de Khi carrée**

- On calcule  $\chi^2_{\text{calculé}}$ .
- On calcule le nombre de degré de liberté  $\gamma$ .
- On détermine  $\chi^2_{\text{théorique}}$  sur la table de Pearson I

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

La loi est adéquate pour une erreur  $\alpha = 0.05$  si et seulement si :  $\chi^2_{\text{calculé}} < \chi^2_{\text{théorique}}$ .

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

**Tableau III.11** : Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi log-normale
$\chi^2_{\text{calculé}}=4.00$	$\chi^2_{\text{calculé}}=5.00$
Degrés de liberté =4	
$\chi^2_{\text{théorique}}=9.488$	

**III.2.2.3.1 : conclusion :**

Le test de khi carré montrent que les deux lois sont ajustées, et puisque la loi normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la région.

**III.2.2.4 : Détermination de l'année de calcul :**

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %.

$$P_{\text{moy 80\% de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}=258$$

$$P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}=359$$

$$P_{\text{moy 80\%}} = \frac{204}{274} \times P_{\text{moy de chaque mois}} = 0.72 \times P_{\text{moy de chaque mois}}$$

Les pluies mensuelles de projet, sont calculées comme suit :

**Tableau III.12:** Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche ( $f_{req} = 80\%$ ).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
P moy (mm)	18.22	28.34	59.98	44.5	53.48	45.4	31.28	40.2	27	6.45	1.025	3.47	358.82
NPP <sub>80%</sub>	13.118	20.4	43.19	32	38.506	32.7	22.52	29	19	4.644	0.738	2.49	258.35

### III.8. Conclusion :

Dans ce chapitre on a relaté le maximum d'informations à propos de notre source d'eau du barrage de SIDI YAKOUB, on a pu démontrer que la qualité de cette eau est bonne pour l'irrigation à cause d'un degré de salinisation et alcalinisation faible. Ces derniers sont importants à connaître car ils peuvent influencer le sol et réduire sa qualité productive. En deuxième partie on a traité la question de l'hydrologie de notre zone d'étude pour obtenir les précipitations moyennes de l'année de calcul qui nous permet de calculer les besoins des cultures en eau d'irrigation.

# Chapitre IV

Les besoins en eau des cultures

### IV.1. Introduction :

Dans le but d'éviter le sur ou le sous dimensionnement de notre réseau d'irrigation, on effectué l'étude des besoins en eau des cultures pour avoir le réseau le plus économique afin de projeter notre aménagement hydro-agricole de notre zone d'étude.

### IV.2. Besoins en eau des cultures

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant la hauteur d'eau (mm) consommée par l'évapotranspiration de la culture. Ils varient selon les espèces de cultures et leurs stades de développement. Donc l'irrigation d'une culture doit tenir compte de la nature de la plante, du climat et du sol. ( Doorenbos et puill, (1976))

#### IV.2.1. Calcul de l'évapotranspiration

Pour déterminer l'évapotranspiration de la culture (ETc) on utilise l'évapotranspiration de référence (ETo) d'une culture de référence conduite dans des conditions de référence.

#### IV.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ETo)

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

Pour désigner l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus employées:

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

- Formule de Turc (1960).
- Formule de Thornthwaite (1955).
- Formule de Blaney-Criddle (1959).
- Formule de Penman ou Formule de Bilan d'énergie (1948).
- Méthode de Doorenbos et Pruitt (1977) dans le cadre de la FAO.
- Formule de Bouchet

#### Formule Modifiée de Penman-Monteith

La formule de Penman-Monteith modifiée est la plus employée, elle est définie comme suit:

$$ET0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \quad (IV.1)$$

Avec:

$ET_0$  : évapotranspiration de référence [ $\text{mm jour}^{-1}$ ],  
 $R_n$  : rayonnement net à la surface de la culture [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$ ],  
 $G$  : densité de flux de chaleur dans le sol [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$ ],  
 $T$  : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $u_2$  : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [ $\text{m s}^{-1}$ ],  
 $e_s$  : Pression de vapeur saturante [kPa],  
 $e_a$  : Pression de vapeur réelle [kPa],  
 $e_s - e_a$  : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],  
 $D$  : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ],  
 $g$  : constante psychrométrique [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ].

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

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0. Les résultats trouvés pour la station d'OUED SLY sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau IV-1 : Calcul de l'évapotranspiration de référence à l'aide de CROPWAT 8.0

Mois	Temp Moy	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET <sub>0</sub>
	°C	%	m/s	heures	MJ/m <sup>2</sup> /jour	mm/jour
Janvier	10.6	76	2.5	10.1	15.8	1.76
Février	10.7	76	4	11	19.4	2.56
Mars	14.2	67	2.3	11.9	23.8	3.95
Avril	19.7	62	2.8	13.1	28.1	5.68
Mai	23.9	57	2.9	14	30.7	6.81
Juin	26.4	46	3.1	14.5	31.7	8.79
Juillet	32.6	38	2.5	14.3	31.2	9.86
Août	37.7	74	2.3	13.5	29	5.33
Septembre	25.9	56	2.7	12.4	25.2	5.69
Octobre	22.1	86	1.9	11.3	20.6	4.01
Novembre	22.2	92	1.7	10.3	16.5	2.56
Décembre	14.3	66	1.9	9.8	14.6	2.17
Moyenne	21.69	66	2.5	12.2	23.9	4.93

#### IV.2.3. Calcul de l'évapotranspiration maximale (ETM) :

L'Evapotranspiration maximale c'est la valeur maximale de l'évaporation d'une culture, elle dépend du stade phénologique de la culture (une culture peu couvrante évapore moins qu'une culture pleinement développée) et elle dépend aussi des conditions pédologiques et climatiques.

L'évapotranspiration maximale (ETM) est mesurée comme suit :

$$ETM = K_c \cdot ET_0$$

#### IV.2.4. Les Coefficients culturaux (K<sub>c</sub>) :

Les valeurs du coefficient cultural (K<sub>c</sub>) (voir annexe 2) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante, de la vitesse du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin « irrigation et drainage », F.A.O N°24.

### IV.3. Besoins en eau d'irrigation :

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

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

$$B_i = ETM - (P_{eff} + K \cdot R_{FUi} - 1) \dots \dots \dots (IV.2)$$

Avec :

- ETM : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois) ;
- Peff : pluie efficace en mm ;
- RFU : Réserve du sol assimilée à la réserve facilement utilisable disponible au début de la période ;
- K est un coefficient généralement égal à 1/2 ou 1/3.

Le calcul de la RFU se fait comme suit

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z ; \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec :

- Y: degré de tarissement. on prend (2/3) ;
- Da : densité apparente (1.35) ;
- Z : profondeur d'enracinement mm ;
- Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (31%) ;
- Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (15%).

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

**IV.3.1. Détermination de la pluie efficace :**

La pluie efficace correspond à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle de la culture. L'eau des précipitations efficaces est répartie, au niveau du sol, en deux fractions : l'écoulement superficiel et l'infiltration.

Il existe plusieurs méthodes pour calculer P<sub>eff</sub> ici on va utiliser celle de pourcentage fixe (80%) :

**Pluies efficaces (en mm/mois) = 80% × Pluies moyennes mensuelles (80%) (mm/mois)**

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

Mois	Sept	oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	Juil	aout
P <sub>moy80%</sub> (mm/mois)	13.11	20.4	43.19	32	38.5	32.7	22.52	29	19	4.64	0.74	2.5
P <sub>eff</sub> (mm/mois)	10.49	16.32	34.55	25.6	30.8	26.16	18.016	23.2	15.2	3.71	0.59	1.99

**IV.3.1.1. Choix des cultures**

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

- Les conditions climatiques de la région étudiée.

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

#### Cultures proposées :

Les scénarios d'occupation des sols retenus pour le projet sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau IV.3:** Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scénario	Céréales %	Fourrages %	Maraichage %	Arboriculture %	Total %
1	70	15	10	5	100
2	45	15	30	10	100
3	35	15	35	15	100
4	30	10	35	25	100

Dans notre mémoire on propose le scénario 3 qui est un scénario équilibré .

#### IV.3.1.2. Identification des principaux types d'assolement :

L'assolement est une pratique nécessaire pour préserver et augmenter la fertilité du sol, éviter l'utilisation unilatérale des substances nutritives et limiter certaines maladies et parasites des cultures

- L'assolement permet la restitution des éléments minéraux exportés ainsi que le maintien de l'équilibre nutritif et ionique du sol.
- L'assolement doit permettre une répartition régulière des besoins en main-d'œuvre pendant les différents mois.
- L'assolement doit assurer pour chaque culture un précurseur convenable et augmenter les rendements.

En fin, le choix de l'assolement n'est pas facile, car il faut tenir compte de plusieurs exigences qu'il est parfois très difficile à coordonner.

En générale le choix d'assolement est basé sur :

- des objectifs en matière de production agricole au niveau national et régional.
- de la qualité des sols et de l'eau disponible.
- de l'occupation actuelle du périmètre, en particulier des surfaces plantées.

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau IV.4:

Tableau IV.4 : Les assolements proposés.

Les cultures	Surface (%)	Surface (Ha)
<b>La céréaliculture :</b> Blé Orge	35	74.9
<b>Les cultures fourragères :</b> Luzerne	15	32.1
<b>Le maraîchage :</b> Pomme de terre (as) Ail /Oignon vert Mais Haricot Tomate Courgette	35	74.9
<b>L'arboriculture :</b> Abricotier Figuier	15	32.1
<b>Total</b>	100	214 ha

**IV.3.1.3. Rotation :**

C'est l'ordre de succession des cultures sur la même parcelle. La rotation favorise le maintien de l'équilibre du sol. Il convient donc d'alterner une plante à racines fasciculées avec une autre à racines pivotantes, car cette dernière améliore la fertilité du sol. Pour éviter l'appauvrissement du sol, il faut donc prévoir une succession de plantes aux besoins différents en minéraux.

**IV.3.1. Cycle végétatif des cultures :**

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau IV.5:

Tableau IV.5: Cycle végétatif des cultures.

Cultures	Sep	oct	Nov	Dec	Jan	fev	Mars	Avril	mai	juin	Juill	Aout
Blé												
Orge												
Luzerne												
Ail+oignon												
Pomme de terre (as)												
Tomate												
courgette												
haricot												
Mais												
Figuiers												
Abricotier												

#### IV. 4. Calcul des besoins en eau des cultures :

Les besoins en eau sont calculés comme suit :

Tableau IV.6 : Calcul des besoins en eau du Blé

Blé	ET0	Kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0.25	30.075	16.32	0.1	14.472	0	0
Novembre	76.8	0.4	30.72	34.55	0.25	36.18	4.824	0
Décembre	65.1	0.7	45.57	25.6	0.35	50.652	18.09	0
Janvier	52.8	0.85	44.88	30.8	0.5	72.36	25.326	0
Février	76.8	0.95	72.96	26.16	0.6	86.832	36.18	10.62
Mars	118.5	1	118.5	18.016	0.6	86.832	43.416	57.08
Avril	170.4	0.96	166.21	23.2	0.6	86.832	0	143.01
Mai	204.3	0.7	143.01	15.2	0.6	86.832	0	0
Juin	263.7	0.35	92.295	3.71	0.6	86.832	0	0
Juillet	295.8	0	0	0.59	0	0	0	0
Aout	159.9	0	0	1.99	0	0	0	0

**Tableau IV.7** : Calcul des besoins en eau du Orge

Orge	ET0	kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0.3	23.04	34.55	0.2	28.944	0	0
Décembre	65.1	0.4	26.04	25.6	0.45	65.124	9.648	0
Janvier	52.8	0.7	36.96	30.8	0.6	86.832	32.562	0
Février	76.8	0.85	65.28	26.16	0.6	86.832	43.416	0
Mars	118.5	0.95	112.575	18.016	0.6	86.832	28.944	65.615
Avril	170.4	0.75	127.8	23.2	0.6	86.832	0	104.6
Mai	204.3	0.55	112.365	15.2	0.6	86.832	0	97.165
Juin	263.7	0.55	145.035	3.71	0.6	86.832	0	0
Juillet	295.8	0	0	0.59	0	0	0	0
Aout	159.9	0	0	1.99	0	0	0	0

**Tableau IV.8** : Calcul des besoins en eau du Luzerne

luzerne	ET0	kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	B <sub>net</sub>
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0	0	30.8	0	0	0	0
Février	76.8	0.7	53.76	26.16	0.75	108.54	0	0
Mars	118.5	0.75	88.875	18.016	0.75	108.54	54.27	0
Avril	170.4	0.85	144.84	23.2	0.8	115.776	36.18	85.46
Mai	204.3	1.15	234.945	15.2	0.85	123.012	38.592	181.153
Juin	263.7	1	263.7	3.71	0.9	130.248	0	259.99
Juillet	295.8	0.8	236.64	0.59	1	144.72	0	236.05
Aout	159.9	0	0	1.99	0		0	0

**Tableau IV.9** : Calcul des besoins en eau du Pomme de terre (as)

pomme de terre	ET0	Kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0	0	30.8	0	0	0	0
Février	76.8	0	0	26.16	0	0	0	0
Mars	118.5	0.7	82.95	18.016	0.1	14.472	0	0
Avril	170.4	0.95	161.88	23.2	0.15	21.708	4.824	133.856
Mai	204.3	1.05	214.515	15.2	0.25	36.18	7.236	192.079
Juin	263.7	0.85	224.145	3.71	0.3	43.416	0	220.435
Juillet	295.8	0.75	221.85	0.59	0.35	50.652	0	221.26
Aout	159.9	0	0	1.99	0	0	0	0

**Tableau IV.10** : Calcul des besoins en eau du Mais

Mais	ET0	kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU théo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0	0	30.8	0	0	0	0
Février	76.8	0	0	26.16	0	0	0	0
Mars	118.5	0.95	112.575	18.016	0.15	21.6	7.2	87.359
Avril	170.4	1	170.4	23.2	0.25	36	0	147.2
Mai	204.3	1.05	224.73	15.2	0.35	50.4	0	209.53
Juin	263.7	1.1	282.159	1.74	0.45	64.8	0	280.419
Juillet	295.8	0.7	207.06	3	0.5	72	0	204.06
Aout	159.9	0	0	1.99	0	0	0	0

**Tableau IV.11** : Calcul des besoins en eau du Ail et l'Oignon vert .

Oignon	ET0	kc	ETM	Peff	Z	RFU theo	RFU réel	Bnet
Septembre	170.7	0	0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0.6	31.68	30.8	0.35	50.652	0	0
Février	76.8	0.7	53.76	26.16	0.4	57.888	25.326	0
Mars	118.5	0.85	100.725	18.016	0.4	57.888	19.296	0
Avril	170.4	0.95	161.88	23.2	0.45	65.124	19.296	119.384
Mai	204.3	0.95	194.085	15.2	0.45	65.124	0	178.885
Juin	263.7	0.8	210.96	3.71	0.45	65.124	0	207.25
Juillet	295.8	0	0	0.59	0	0	0	0
Aout	159.9	0	0	1.99	0	0	0	0

**Tableau IV.12** : Calcul des besoins en eau du Tomate

Tomate	ET0	kc	ETM	Peff	Z	RFU theo	RFU réel	Bnet
Septembre	170.7		0	10.49	0	0	0	0
Octobre	120.3		0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8		0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1		0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0.8	42.24	30.8	0.1	14.472	0	0
Février	76.8	1	76.8	26.16	0.4	57.888	7.236	0
Mars	118.5	1.1	130.35	18.016	0.7	101.304	19.296	0
Avril	170.4	1.1	187.44	23.2	0.9	130.248	33.768	130.472
Mai	204.3	0.8	163.44	15.2	1.2	173.664	0	148.24
Juin	263.7	0.6	158.22	3.71	1.2	173.664	0	154.51
Juillet	295.8		0	0.59		0	0	0
Aout	159.9		0	1.99		0	0	0

**Tableau IV.13** : Calcul des besoins en eau du Haricot vert .

haricot vert	ET0	Kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	Bnet
Septembre	170.7	0.85	145.095	10.49	0.7	101.304	0	134.605
Octobre	120.3	0	0	16.32	0	0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55	0	0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	0	0	0	0
Janvier	52.8	0	0	30.8	0	0	0	0
Février	76.8	0	0	26.16	0	0	0	0
Mars	118.5	0	0	18.016	0	0	0	0
Avril	170.4	0	0	23.2	0	0	0	0
Mai	204.3	0	0	15.2	0	0	0	0
Juin	263.7	0.5	131.85	3.71	0.5	72.36	0	128.14
Juillet	295.8	0.65	192.27	0.59	0.5	72.36	0	191.68
Aout	159.9	1.1	175.89	1.99	0.7	101.304	0	173.9

**Tableau IV.14**: Calcul des besoins en eau du Courgette .

courgette	ET0	Kc	ETM	Pe <sub>eff</sub>	Z	RFU theo	RFU réel	Bnet
Septembre	170.7	0.85	145.095	10.49	0.6	86.832	0	134.605
Octobre	120.3	0	0	16.32		0	0	0
Novembre	76.8	0	0	34.55		0	0	0
Décembre	65.1	0	0	25.6		0	0	0
Janvier	52.8	0	0	30.8		0	0	0
Février	76.8	0	0	26.16		0	0	0
Mars	118.5	0	0	18.016		0	0	0
Avril	170.4	0	0	23.2		0	0	0
Mai	204.3	0	0	15.2		0	0	0
Juin	263.7	0.5	131.85	3.71	0.4	57.888	0	128.14
Juillet	295.8	0.75	221.85	0.59	0.45	65.124	0	221.26
Aout	159.9	0.85	135.915	1.99	0.5	72.36	0	133.925

**Tableau IV.15** : Calcul des besoins en eau du Figuier .

Figuier	ET0	Kc	ETM	Peff	Z	RFU theo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0.5	85.35	10.49	1.5	217.08	0	0
Octobre	120.3	0.5	60.15	16.32	1.5	217.08	0	0
Novembre	76.8	0.5	38.4	34.55	1.5	217.08	72.36	0
Décembre	65.1	0	0	25.6	1.5	217.08	108.54	0
Janvier	52.8	0	0	30.8	1.5	217.08	108.54	0
Février	76.8	0	0	26.16	1.5	217.08	108.54	0
Mars	118.5	0.5	59.25	18.016	1.5	217.08	108.54	0
Avril	170.4	0.7	119.28	23.2	1.5	217.08	72.36	23.72
Mai	204.3	0.7	143.01	15.2	1.5	217.08	72.36	55.45
Juin	263.7	0.7	184.59	3.71	1.5	217.08	0	180.88
Juillet	295.8	0.7	207.06	0.59	1.5	217.08	0	0
Aout	159.9	0.7	111.93	1.99	1.5	217.08	0	0

**Tableau IV.16** : Calcul des besoins en eau du Abricotier

Abricotier	ET0	Kc	ETM	Peff	Z	RFU theo	RFU réel	B
Septembre	170.7	0.7	119.49	10.49	1.5	217.08	0	0
Octobre	120.3	0.6	72.18	16.32	1.5	217.08	0	0
Novembre	76.8	0.5	38.4	34.55	1.5	217.08	72.36	0
Décembre	65.1	0.5	32.55	25.6	1.5	217.08	108.54	0
Janvier	52.8	0.5	26.4	30.8	1.5	217.08	108.54	0
Février	76.8	0.55	42.24	26.16	1.5	217.08	108.54	0
Mars	118.5	0.55	65.175	18.016	1.5	217.08	108.54	0
Avril	170.4	0.7	119.28	23.2	1.5	217.08	72.36	23.72
Mai	204.3	0.75	153.225	15.2	1.5	217.08	72.36	65.665
Juin	263.7	0.8	210.96	3.71	1.5	217.08	0	207.25
Juillet	295.8	0.82	242.556	0.59	1.5	217.08	0	0
Aout	159.9	0.8	127.92	1.99	1.5	217.08	0	0

L'Estimation des besoins en eau pour chaque culture pour l'assolement est donnée dans le tableaux IV.17 :

Tableau IV.17: Récapitulatif des besoins pour l'assolement.

Mois	Sep	Oc	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Août
<b>Blé</b>	0	0	0	0	0	10.62	57.08	143.01	0	0	0	0
<b>Orge en grain</b>	0	0	0	0	0	0	65.615	104.6	97.165	0	0	0
<b>Luzerne</b>	0	0	0	0	0	0	0	85.46	181.15	259.99	236.05	0
<b>Ail+ Oignon vert</b>	0	0	0	0	0	0	0	119.38	178.89	207.25	0	0
<b>Pomme de terre(as)</b>	0	0	0	0	0	0	0	133.86	192.08	220.44	221.26	0
<b>Mais</b>							87.359	147.2	209.53	280.42	204.06	
<b>tomate</b>	0	0	0	0	0	0	0	130.47	148.24	154.51	0	0
<b>haricot vert</b>	134.6	0	0	0	0	0	0	0	0	128.14	191.68	173.9
<b>courgette</b>	134.6	0	0	0	0	0	0	0	0	128.14	221.26	133.92
<b>Abricotier</b>	0	0	0	0	0	0	0	23.72	65.665	207.25	0	0
<b>Figuier</b>	0	0	0	0	0	0	0	23.72	55.45	180.88	0	0
<b>max</b>	134.6	0	0	0	0	10.62	87.36	147.2	209.53	<b>280.4</b>	236.05	173.9
<b>Totale</b>	269.2	0	0	0	0	10.62	210.05	911.42	1128.2	1767	1074.31	307.82

**IV.4.1. Calcul du débit spécifique :**

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$q_s = \frac{B_{net} \cdot 10 \cdot 1000}{N_j \cdot N_i \cdot 3600 \cdot E_i} \text{ l/s/ha} \dots\dots\dots (IV.4)$$

**Avec:**

- ✓ Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois ;
- ✓ Ni : nombre des heures d'irrigation=24h ;
- ✓ Nj : nombre de jours du mois de pointe =30 jours ;
- ✓ Ei : Efficience d'irrigation=75%.

On calcule les besoins en eau pour l'assolement , D'où les besoins de pointe correspondent au mois de Juin,

$$B_{net} = 1733.4 \text{ mm/mois.} \qquad q_s = 8.92 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. Il y'a un risque de surdimensionnement

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

- ✓ prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures ;
- ✓ prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes ;
- ✓ On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe.

Pour notre cas on prend le débit spécifique de la culture la plus exigeante ( Mais 280.42mm).

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

$$q_s = 1.44 \text{ l/s/ha} < 1.5 \text{ l/s/ha} \text{ IV4.2. Evaluation du débit caractéristique :}$$

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

$$Q_{car} = q_s \cdot S \dots\dots\dots (IV.5)$$

**qs** : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

**S** : la superficie nette à irriguer = 214 ha

$$\text{➔ } Q_{car} = q_s \cdot S = 1.44 \cdot 214 = 308.16 \text{ l/s.}$$

**IV.4.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :**

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

**Le volume des besoins=le besoin de la culture (m<sup>3</sup>) \* la surface de la culture.**

Le volume des besoins en eau pour notre périmètre est présenté dans le Tableau IV-18.

**Tableau IV.18 : volume d'eau d'irrigation.**

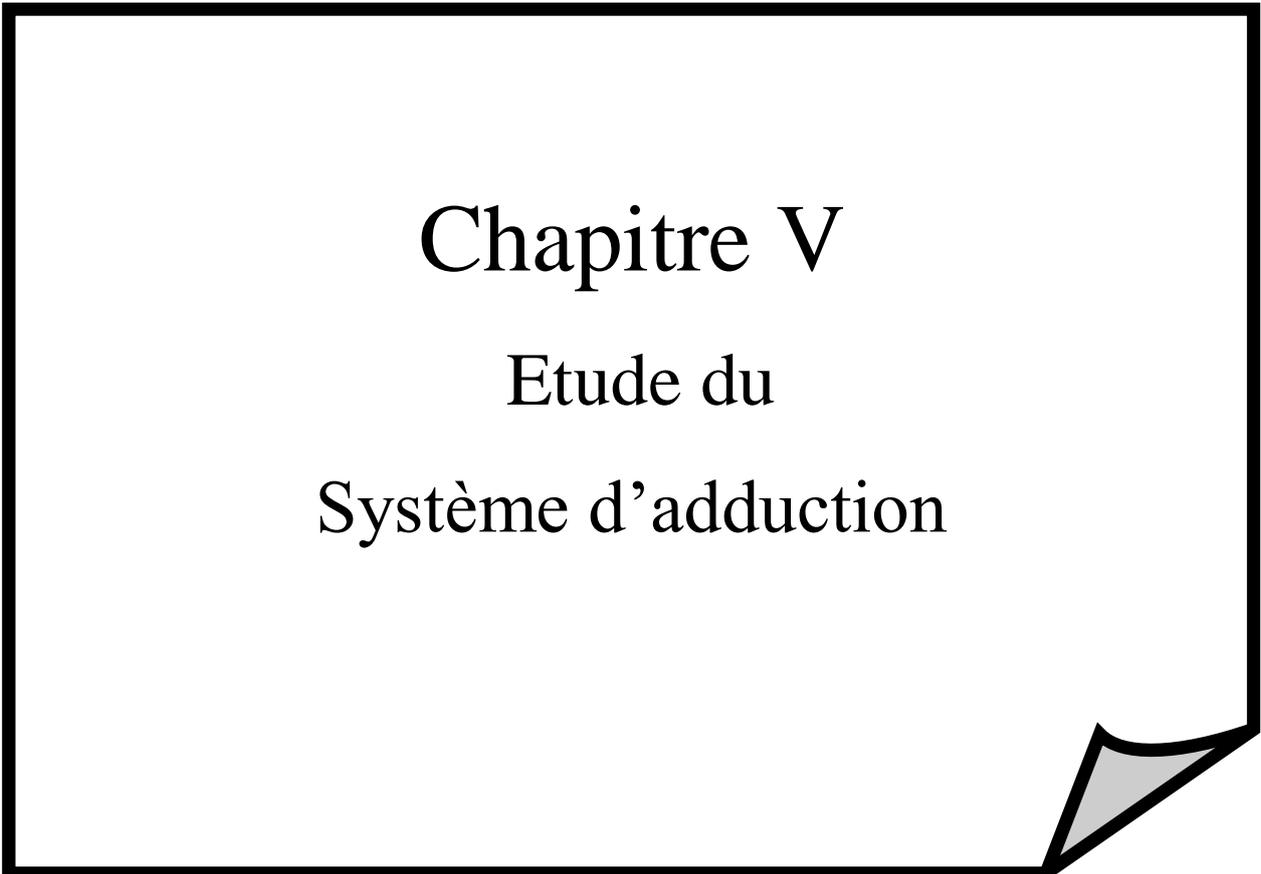
Type des cultures	Surface (Ha)	Besoins en eau net (mm) ( annuels)	B net (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins en eau brut (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins brut totaux (m <sup>3</sup> )
<b>La céréaliculture</b>					
<b>74.9Ha</b>					
Blé	37.45	210.71	2107.1	2809.46666	105214.527
Orge	37.45	267.38	2673.8	3565.06666	133511.747
<b>Les fourragères</b>					
<b>32.1ha</b>					
Luzerne	32.1	762.653	7626.5	10168.6666	326414.2
<b>Les maraichages</b>					
<b>74.9Ha</b>					
Ail +oignon vert	15.45	505.519	5055.19	6740.25333	104136.914
Pomme de terre	15.45	767.63	7676.3	10235.0666	158131.8
Haricot vert	11	527.719	5277.19	7036.25333	77398.78
Tomate	11	433.222	4332.2	5776.26666	63538.93
Mais	11	928.58	9285.8	12381.0666	136191.7
Courgette	11	617.92	6179.3	8239.06666	90629.73
<b>Les arboricultures</b>					
<b>32.1ha</b>					
Abricotier	16.05	296.635	2966.3	3955.0666	63478.82
Figuier	16.05	260.05	2600.5	3467.3333	55650.7
				<b>Besoins total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>1314297.87</b>

D'après le tableau précédent, on remarque le volume total des besoins en eau des cultures est de **1314297.87 m<sup>3</sup>**. Le volume régularisé de notre barrage est de 98 Hm<sup>3</sup>, donc notre source d'eau satisfait nos besoins d'eau d'irrigation.

**IV.5.Conclusion**

Le but de ce chapitre est de déterminer les besoins en eau des cultures ce qui représente la phase la plus importante d'un projet d'irrigation.

Après les calculs théoriques, nous avons estimé les besoins de chaque culture, et déduit le débit spécifique nécessaire au dimensionnement du réseau de notre périmètre ainsi que Le volume pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année. On a trouvé que le volume d'eau calculé pour l'irrigation est inférieur au volume d'eau régularisé de barrage SIDI YAKOUB ce qui peut assurer la satisfaction en eau d'irrigation.



Chapitre V  
Etude du  
Système d'adduction

**V.1. Introduction :**

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes, d'ouvrages et d'appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole; dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès (le drainage). Le choix de la méthode d'irrigation est une tâche très importante dans le domaine d'irrigation afin d'avoir un meilleur rendement, le choix se fait en fonction des facteurs techniques, économiques, et sociologiques.

Les facteurs techniques incluent :

- Le type de culture, le type de sol, la topographie et la qualité de l'eau.
- Les facteurs socio-économiques incluent :
- La structure des exploitations, les coûts d'investissement, les frais de fonctionnement et d'entretien et les disponibilités en main d'œuvre

**V.2. Choix du mode d'irrigation :**

Le choix de la technique la plus convenable repose sur l'analyse d'un ensemble de critères et Contraintes à savoir:

- la topographie (pente de terrain, relief géométrie de la parcelle...etc.)
- la ressource en eau (quantité, qualité, débit et pression disponible).
- la nature des cultures.
- la nature du sol (perméabilité).
- les facteurs socioculturels.
- les facteurs économiques.

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

L'organisation de périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre, d'irrigation. Le périmètre est organisé en un secteur, et divisé en plusieurs îlots.

**V.3.1. Îlots et bornes d'irrigation:**

Le terme « Ilot d'irrigation » est par définition la plus petite entité hydro-agricole desservie par une borne d'irrigation. Pour éviter tout conflit entre agriculteurs, les limites des îlots d'irrigation sont celles des: exploitations ou des parcelles ou à défaut les limites facilement matérialisées sur terrain.

L'organisation d'un périmètre en îlots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs topographiques, technico-économique, taille et nombre de parcelles...etc.

**V.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :**

Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelé borne d'irrigation, qui comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément. Chaque borne, et même chaque sortie, doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'ilot ;
- Régler la pression ;
- Encaisser les suppressions accidentelles ;
- Compter les volumes distribués par la prise.

**V.3.3. Calcul du débit aux bornes :**

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

$$Q_b = q_s \cdot S_i \quad \dots\dots\dots (V.1)$$

- $Q_b$  : Débit de chaque ilot (l/s)
- $q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha)
- $S_i$  : Superficie de l'ilot (ha)

**V.3.4. Choix du diamètre et du type des bornes :**

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

- Pour les ilots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prises (Borne de type A4).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots ( $S > 50$  ha) on prévoit des bornes de type C.

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

Type	Débit fourni	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	1 Entrée $\Phi 80, 100$	2 Entrée $\Phi 65$
Type A4	$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	2 Entrée $\Phi 80, 100$	4 Entrée $\Phi 65$
Type B	$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s $< Q < 80$ $\text{m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	2 Entrée $\Phi 80, 100, 125$	2 Entrée $\Phi 100$
Type C	$Q > 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	2 Entrée $\Phi 80, 100, 125$	1 Entrée $\Phi 150$

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

Ilots	superficie s (ha)	parcel les	Superfi cies	Q (l/s/ha)	Q <sub>b</sub> (l/s)	Matéri au	Corp de régulation (mm)	Borne type
I1	6.6	P1	4.12	5.9328	9.504	PEHD	65	Type A2
		P2	2.65	3.5712				
I2	9.99	p52	5.17	7.4448	14.385	PEHD	80	Type A2
		p51	4.82	6.9408				
I3	9.01	p3	4.76	6.8544	12.974	PEHD	65	Type A2
		p4	5.18	4.5792				
I4	10.37	p48	2.57	3.7008	14.932	PEHD	80	Type A4
		p49	3.26	4.6944				
		p50	2.45	3.528				
		p61	2.09	3.0096				
I5	6.99	p5	3.11	4.4784	10.065	PEHD	65	Type A2
		p6	3.79	4.0176				
I6	12.52	P45	2.56	3.6864	18.028	PEHD	80	Type B
		P46	4.61	6.6384				
		P47	3.07	4.4208				
		P60	2.25	3.24				
I7	7.99	P43	4.27	4.7088	11.505	PEHD	65	Type A2
		P44	4.017	5.78448	6			
I8	7.94	P41	3.6	3.744	11.433	PEHD	65	Type A2
		P42	4.33	6.2352	6			
I9	2.08	P7	2.08	2.9952	2.9952	PEHD	65	Type A2
I10	9.25	P39	5.06	7.2864	13.32	PEHD	65	Type A2
		P40	4.23	6.0912				
I11	7.3	P8	4.09	5.8896	10.512	PEHD	65	Type A2
		P9	3.16	3.1104				
I12	10.87	P36	3.61	5.1984	15.652	PEHD	80	Type A4
		P37	1.59	2.2896				
		P38	4.45	6.408				
		P62	1.24	1.7856				

I13	4.43	P10	4.43	6.3792	6.3792	PEHD	65	Type A2
I14	7.12	P11	3.84	5.5296	10.252	PEHD	80	Type A2
		P12	3.27	4.7088	8			
I15	11.59	P13	2.27	3.2688	16.689	PEHD	80	Type A4
		P14	4.09	5.8896	6			
		P53	2.788	4.01472				
		P54	2.47	3.5568				
I16	10.23	P15	3.95	5.688	14.731	PEHD	80	Type A4
		P16	3.13	4.5072	2			
		P17	1.92	2.7648				
		P55	1.16	1.6704				
I17	9.13	P18	3.74	5.3856	13.147	PEHD	65	Type A2
		P19	5.62	8.0928	2			
I18	14.43	P22	2.81	4.0464	20.779	PEHD	80	Type B
		P23	5.99	8.6256	2			
		p24	3.71	5.3424				
		P56	1.91	2.7504				
I19	8.54	P20	5.63	8.1072	12.297	PEHD	65	Type A2
		P21	2.95	4.248	6			
I20	13.25	P25	0.76	1.0944	19.08	PEHD	65	Type B
		p26	3.61	5.1984				
		P27	5.42	7.8048				
		P57	3.47	4.9968				
I21	13.73	P28	4.7	6.768	19.771	PEHD	80	Type B
		P29	3.41	4.9104	2			
		P30	3.3	4.752				
		P58	3.01	4.3344				
I22	13.33	P31	3.94	5.6736	19.195	PEHD	80	Type B
		P32	2.42	3.4848	2			
		P33	5.04	7.2576				
		P59	1.87	2.6928				
I23	7.26	P34	3.42	4.9248	10.454	PEHD	65	Type A2

		P35	3.87	5.5728	4			
--	--	-----	------	--------	---	--	--	--

#### V.4. Description de l'aménagement du périmètre :

Lors de l'aménagement d'un périmètre d'irrigation, il est nécessaire d'étudier les variantes d'aménagement qui conditionnent le schéma hydraulique à savoir les systèmes d'adduction et de distribution, ceci en fonction de la disponibilité de la source d'eau et on choisit la variante adéquate pour alimenter notre périmètre.

##### V.4.1. Choix de la variante d'aménagement :

Le choix de la variante d'aménagement la plus adéquate se fait après étude des deux variantes d'aménagement disponibles, et en fin on choisit celle qui s'adapte mieux en tenant compte des pertes de charge minimales et le meilleur tracé (tracé économique).

##### IV.4.1. 1. La variante 1 :

La variante 1 est celle du réseau gravitaire sans pompage et donc sans réservoir. Une conduite enterrée en PEHD part de la chambre des vannes vers la station de tête (ST), qui alimentera le périmètre.

##### V.4.1.2. La variante 2 :

La variante 2 consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage qui va alimenter un réservoir de stockage pour garantir les pressions adéquates (généralement à 2 bars) au niveau des bornes.

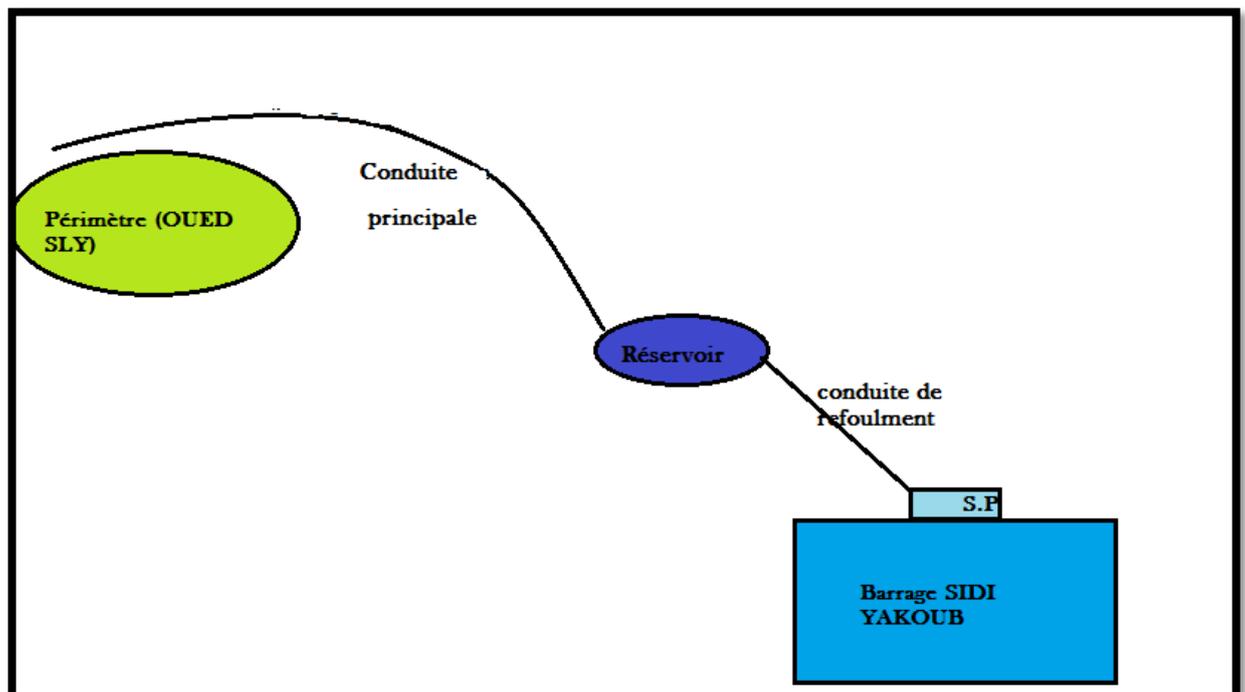


Figure V.1 : Schéma de la variante d'irrigation sous pression

**V.4.1.3. Choix de la variante :**

Suivant les besoins de notre étude nous avons opté pour la variante 2 : variante avec système de pompage qui parait la plus adéquate, car pour la variante 1 les pressions sont insuffisantes voir Annexe 6 .

**V.5. Etude de système de pompage :****V.5.1. Détermination de la hauteur d'élévation**

A partir du calcul des besoins en eau, on peut tirer le débit caractéristique (pour le mois de pointe), dans notre cas il est de :

$$.Q_{car} = q_s \cdot S = 1.44 \cdot 214 = 308.16 \text{ l/s} = 0.308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ caractéristique} = 0.308 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit à refouler :  $Q_{rf} = Q_c \cdot (1.05 - 1.1)$ ;

$$Q_{rf} = 1.07 \cdot Q_c = 329.7312 \text{ l/s} = 0.3297 \text{ m}^3/\text{s}$$

La variation de la hauteur d'eau dans l'oued dépend des précipitations et les lâchés de Barrages, il est nécessaire de la connaître, et comment elle varie, pour prendre ce changement du niveau d'eau dans le dimensionnement et choisir le type du bâtiment et la prise d'eau.

La hauteur d'élévation se calcule comme suit :

$$H_{cal} = h_a + h_r + \Delta h_p(asp) + \Delta h_p(ref) + P_{exh} \dots \dots \dots (V.2)$$

Avec :

$h_a$  : Hauteur d'aspiration (m) ;

$h_r$  : Hauteur de refoulement (m) ;

$\Delta h_p(asp)$  : Pertes de charges à l'aspiration (m) ;

$\Delta h_p(ref)$  : Pertes de charges au refoulement (m) ;

$P_{exh}$  : Pression nécessaire à l'exhaure (sortie du collecteur) = (1,0÷1,5) m ;

On prend  $P_{exh} = 1 \text{ m}$

Pour notre cas :

$$H_g = h_a + h_r \text{ (hauteur géométrique)} \dots \dots \dots (V.3)$$

D'où :

$$H_{g \text{ max}} = \square_{\text{max}} - \Delta P_{BE}$$

$$H_{g \text{ min}} = \square_{\text{max}} - \Delta P_{HE}$$

$$H_{g \text{ moy}} = (H_{g \text{ max}} + H_{g \text{ min}})$$

On détermine à partir du graphique de variation du plan d'eau dans l'oued les niveaux

$\Delta P_{HE}$ ,  $\Delta P_{BE}$ . On a donc :

$$\Delta M_{ax} = 155 \text{ m} ;$$

$$\Delta P_{BE} = 100.5 \text{ m ;}$$

$$\Delta P_{HE} = 101.5 \text{ m ;}$$

D'où

$$H_g \text{ max} = 155 - 100.5 = 54.5 \text{ m}$$

$$H_g \text{ min} = 155 - 101.5 = 53.5 \text{ m}$$

$$H_g \text{ max} - H_g \text{ min} = 69.5 - 68.5 = 1 \text{ m} < 2 \text{ m (acceptable)}$$

$$H_g \text{ moy} = (54.5 + 53.5) / 2 = 54 \text{ m}$$

$$H_g \text{ moy} = 54 \text{ m ;}$$

Notre conduite de refoulement à une longueur de 475 m.

### V.5.2. Détermination du diamètre économique de conduit refoulement:

Adduction à partir de la station de pompage vers réservoir de distribution:

Notre étude consiste à déterminer le diamètre économique à partir de la station de pompage vers le réservoir d'irrigation.

La détermination du diamètre économique est basée sur l'étude technico-économique.

Le prix d'installation dépasse souvent celui du bâtiment de la station de pompage avec tous ces équipements, la raison pour laquelle l'installation des conduites de refoulement, matériaux, le nombre et leurs diamètres doivent être déterminés après une étude technico-économique et pour différentes variantes.

On choisit le tracé des conduites en charge en fonction des conditions locales (distance la plus courte possible et le plus petit nombre de détours, au plan horizontal et vertical).

Les conduites sont équipées d'accessoires (vanne, ventouses, joints de dilatation, des clapets anti-retour, des reniflards et des dispositifs de vidange.....)

Pour la détermination des collecteurs en charge en doit avoir les données suivantes :

- Graphique de pompage des eaux en fonction de la demande en eau
- En fonction de nombre de pompes principales et le schéma de raccordement des pompes

Pour le calcul le diamètre économique de conduite de refoulement, on utilise les deux formules approchées suivantes :

**Tableau V.4 : Les deux formules de calcul le diamètre économique**

<b>formule de Bress</b>	$D = 1,5 * \sqrt{Q}$
<b>formule de Bonnin</b>	$D = \sqrt{Q}$

Q: débit à élever (Débit forcé) en m<sup>3</sup>/s.

**Remarque :** La formule de Bress n'est valable que pour les petits projets

(Longueur de conduite  $\leq 1\text{Km}$ )

$$D = \sqrt[4]{Q} \quad ; \quad D = \sqrt{0.3297} = 0.57422226 \text{ m} = 574 \text{ mm}$$

V.5.2.1. Calcul des pertes de charge

- **Pertes de charge linéaires :**

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} \dots\dots\dots(V.4)$$

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de :

- diamètre D de la conduite en (m);
- débit Q en (m<sup>3</sup>/s);
- la rugosité absolue  $\xi$  exprimée en mm;
- la longueur du tronçon L en (m).
- V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).
- $\Delta H_l$  : Pertes de charge linéaires en (m) ;
- I: gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient  $\lambda$  est obtenu par les formules suivantes :

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{\xi}{D})^{-2} \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

$\xi$  : Rugosité absolue ; (0,046 mm (PEHD) ; 0.003 mm (fonte))

▪ **Pertes de charge singulières :**

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets,..).

$$\Delta H_s = 0,1 * \Delta H_l$$

▪ **Pertes de charge totales ( $\Delta H_t$ ) :**

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors :

$$\Delta H_t = 1,1 * \Delta H_l$$

**V.5.2.2. Calcul de la hauteur manométrique totale :**

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t \dots\dots\dots(V.5)$$

Hg: la hauteur géométrique

$\Delta H_a$ : pertes de charge à l'aspiration

$\Delta H_r$ : pertes de charge au refoulement

### Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit :

$$P = \frac{g * Q * HMT}{\eta} \dots\dots\dots(V.6)$$

$\eta$ : rendement de la pompe en (%) ( $\eta=77.5\%$ )

Q: débit refoulé par la pompe en ( $m^3/s$ )

g: pesanteur ( $9.81 m/s^2$ )

### Energie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 [KWh] \dots\dots\dots(V.7)$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas  $t = 20 h$

P: puissance de la pompe en (kW)

### Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e [DA] \dots\dots\dots(V.8)$$

E: énergie consommée par la pompe en (Kw H)

e: prix unitaire d'un Kw H imposé par la SONELGAZ. ( $E=4,67DA$ )

### Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante :

$$F_{am} = P_{rc} * A [DA] \dots\dots\dots(V.9)$$

$P_{rc}$ : prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

$$A = \frac{i}{(i + 1)^n - 1} + i$$

i: Taux d'annuité annuel,  $i = 8 \%$

n: nombre d'années d'amortissement,  $n = 30$  ans

$$A.N : A = \frac{0,08}{(1 + 0,08)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = 0,0888$$

La longueur de conduite de refoulement. ( $L_{ref} = 475 m$ )

Le diamètre économique se fait à base de la formule de BONNIN

$D=574 mm$  (diamètre extérieur =600 mm) fonte

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

**Tableau V.5 :Variation des HMT en fonction du diamètre.**

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	$\Delta$	$\Delta H_{jin}$ (m)	$\Delta H_{totale}$ (m)	Hg (m)	HMT
250	475	329.73	6.72061146	0.01372274	59.9648859	65.9613745	54	120.9613745
315	475	329.73	4.23318938	0.01310537	18.0323646	19.8356011	54	74.83560107
400	475	329.73	2.62523885	0.01251	5.21330836	5.73463919	54	60.73463919
500	475	329.73	1.68015287	0.01198978	1.63725825	1.80098407	54	56.80098407
<b>600</b>	475	329.73	1.16677282	0.01158844	0.63595272	0.69954799	<b>54</b>	55.69954799
700	475	329.73	0.85722085	0.01126463	0.28601105	0.31461215	54	55.31461215

➤ **Calcul des frais d'investissement :****Tableau V.6:Variation des frais d'investissement en fonction du diamètre.**

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	Famor (DA)
250	2595	475	109457.1
315	4093.57	475	172666.78
400	6698.74	475	282552.85
500	10152.51	475	428232.87
<b>600</b>	<b>13300</b>	<b>475</b>	560994
700	18376.11	475	775104.32

➤ **Calcul des frais d'exploitation :****Tableau V.7 :Calcul des frais d'exploitation.**

Diamètre (mm)	P( K Watt)	E(K Wh/an)	F exploi (DA)
250	508.6580692	3713203.905	17340662.2
315	314.6932853	2297260.983	10728208.8
400	255.396935	1864397.625	8706736.91
500	238.8554115	1743644.504	8142819.83
<b>600</b>	234.2237317	1709833.242	7984921.24
700	232.6050272	1698016.699	7929737.98

➤ **Bilan des coûts (Exploitation - Investissement) :**

Le bilan des coûts de l'exploitation et de l'investissement figure dans le **Tableau VI.5**.

**Tableau V.8 : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.**

Diamètre (mm)	Fexplo (DA)	Famort (DA)	Billon (DA)
250	17340662.24	109457.1	17450119.34
315	10728208.79	172666.7826	10900875.57
400	8706736.911	282552.8532	8989289.764
500	8142819.834	428232.8718	8571052.705
<b>600</b>	<b>7984921.238</b>	<b>560994</b>	<b>8545915.238</b>
700	7929737.984	775104.3198	8704842.303

Selon la combinaison des frais d'investissement et d'exploitation, le bénéfice va au profit du diamètre **DN 600** avec HMT=55.7 m.

**V.5.3. Choix des pompes et nombre des pompes :**

Les Critères du choix du nombre de pompes sont les suivants :

- Nombre minimal de pompes;
- Puissance absorbée minimale;
- $(NPSH)_r$  minimal;
- Meilleur rendement;

D'après les données recueillies et le choix du diamètre économique, nous avons :

- ✓ Le débit d'équipement qui est de 329.7312 l/s ;
- ✓ La hauteur manométrique totale nécessaire à l'adduction elle est de 55.7 m ;
- ✓ La conduite de refoulement a un linéaire de 475 m.

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel CAPRARI pour le choix du type et du nombre des pompes. Le tableau V.10 Englobe le type, le nombre et les caractéristiques de la pompe choisie.

**Tableau .V.9 :** les caractéristique de la pompe choisie .

Nombre de pompe	Q (l/s)	H <sub>MT</sub> (m)	Type de pompe	$\eta$ %	N (tr/min)	P <sub>ab</sub>	NPSH <sub>r</sub> (m)	Ø orif de ref (mm)	poids (kg)
3	110	55.7	MEC-AZRBH 2/125C	77	2900	79.9	4.5	125	1000

La pompe centrifuge monocanale à axe horizontale à comme caractéristique :

- Diamètre d'aspiration :  $D_a = 150 \text{ mm}$
- Diamètre de refoulement :  $D_r = 125 \text{ mm}$
- Débit :  $Q = 395.64 \text{ m}^3/\text{h}$
- Hauteur manométrique totale  $55.7 \text{ m}$
- $NPSH_r = 4.5 \text{ m}$

La courbe caractéristique de la pompe est comme suit

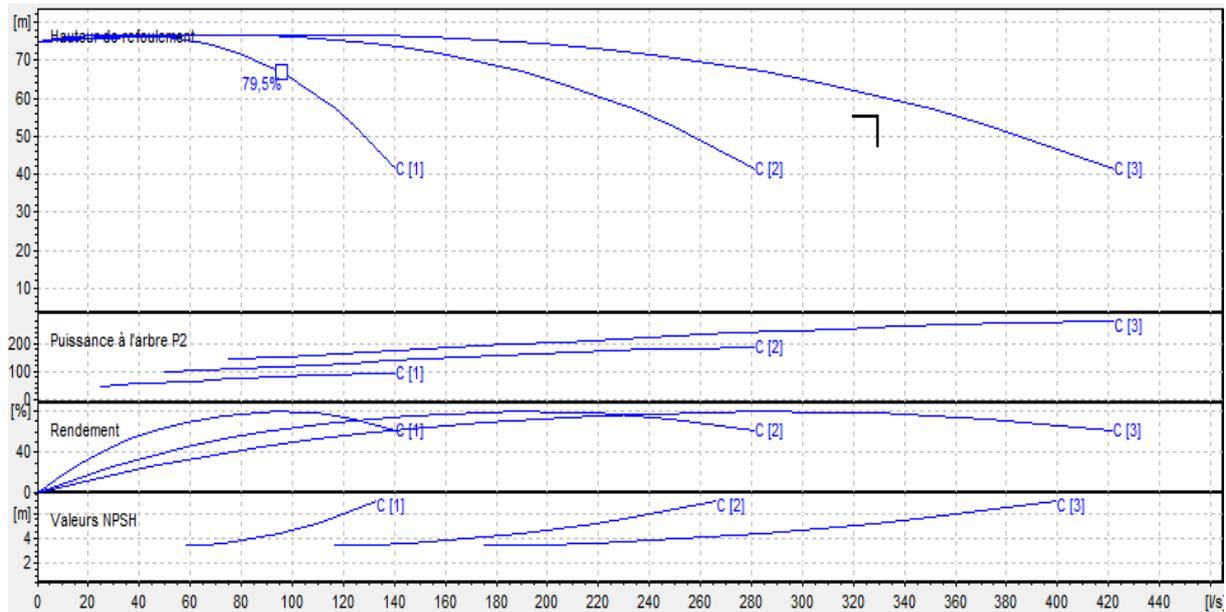


Figure V.2: Courbe caractéristique de la pompe. (CAPRARI)

### V.5.3.1 Nombre de pompe de secours

Les intervalles des nombres de pompes sont présentés dans le Tableau V.:

Tableau V.10: Choix de Nombre de pompes.

Nombre de pompes principales	Nombre de pompes de secours
$N_p \leq 4$	1 pompe de secours
$4 < N_p \leq 6$	2 pompes de secours
$N_p \geq 6$	3 pompes de secours

Dans notre station de pompage nous avons 3 pompes donc le nombre de pompe de secours est une seule pompe .

V.5.3.2. Détermination de la hauteur admissible d'aspiration :

La cavitation correspond à la formation de bulles de vapeur, sans élévation de température dans l'eau mais par une action mécanique ; La condition suivante doit être vérifiée :

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d \dots \dots \dots (V.10)$$

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + 0.5$$

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm} = (NPSH)_r + 0,5$$

$$\Rightarrow h_{adm} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

La longueur d'aspiration  $L_{asp} = 21 \text{ m}$

$$\sum h_{asp}^{lin} = \frac{21 * 4}{1000} = 0,084 \text{ m}$$

et :  $\sum h_p^{sing} = (0,10 \div 0,15) * \sum h_p^{lin}$

$$\sum h_p^{asp} = 1,15 * 0,084 = 0,0966 \text{ m}$$

$$V_{asp} = \frac{4.Q}{\pi.D_a^2} = \frac{4 * 0,1099}{3,14 * (0,3)^2} = 1,55 \text{ m/s} \quad Da = (1,2 \div 1,5) \text{ da}$$

Da : Diamètre de la tulipe d'aspiration.

$$\frac{V_{asp}^2}{2.g} = \frac{2,76^2}{2,9,81} = 0,123 \text{ m}$$

$\frac{pa}{\rho g}$  : en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la cote de

l'emplacement de la station de pompage

**Tableau V.11** : pression atmosphérique en fonction de la cote.

H(m)	-50	0	100	300	500	1500	200
$\frac{pa}{\rho g}$	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

Dans notre cas la station de pompage est sur la côte de 155 m, donc on pose que  $\frac{pa}{\rho g} = 10.33 \text{ m}$ .

Pv : en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante.

**Tableau V.12 :** Pression de vapeur en fonction de la température.

T°(c)	5	10	20	30	40	50	80	100
$\frac{Pv}{\rho g}$	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.24	4.82	10.33

Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est commande de prendre

$$\frac{Pv}{\rho g} = 0.183 \text{ m}$$

Donc :

$$h_{adm}^{asp} = 10,33 - 0,183 - 0,0966 - 0,123 - 4,5 - 0,5 = 4.927 \text{ m}$$

Notre pompe est loin du risque de cavitation

La cote de l'axe de la pompe donc est de :

$$\nabla_{\text{axe}} = \nabla_{\text{min}} + h_{\text{asp.adm}} - 0,5$$

$$\nabla_{\text{axe}} = 100.5 + 4.927 - 0.5 = 104.927 \text{ m}$$

$$\nabla_{\text{axe}} = 105 \text{ m}$$

### V.6.Chois du moteur électrique :

Puisque la pompe demande un moteur électrique pour la faire tourner il faut avoir des critères pour choisir le moteur le plus adapté avec la pompe choisie, et parmi ces critères on peut citer les suivants :

- Prendre en considération la puissance absorbée.
- Position de l'arbre de moteur (vertical ou horizontal)
- Vérification de nombre de tours de moteur, il faut qu'elle soit égale, plus 200 tr/min ou moins 200 tr/min par rapport à la vitesse de rotation de la pompe.
- La tension d'alimentation du moteur électrique.
- Prendre en considération la variation de la vitesse.

D'après le catalogue des moteurs on trouve que notre moteur électrique a les caractéristiques suivantes :

**Tableau V.13:** les caractéristiques de moteur électrique.

<b>La fréquence de moteur (HZ)</b>	<b>50</b>
<b>Tension nominale (v)</b>	<b>400</b>
<b>Vitesse nominale (tr/min)</b>	<b>2950</b>
<b>Nombre de pôles</b>	<b>2</b>
<b>Puissance nominale P2 (KW)</b>	<b>110</b>
<b>Courant nominale</b>	<b>-A</b>

<b>Classe d'insolation</b>	<b>F</b>
<b>Type de moteur</b>	<b>3</b>
<b>Le degré de protection</b>	<b>IP55</b>

V.6.1. la puissance fournie par le moteur électrique :

$$P_{abs} = \frac{\varpi \cdot Q_{max} \cdot Hc \cdot K}{\eta_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m} \dots\dots\dots(V.11)$$

$\eta_{tr}$  = 1 rendement de L'accouplement

$\eta_m$  : Rendement du moteur (0,92 – 0,95)

$\eta_p$  : Rendement de la pompe (0,77)

K : Coefficient de correction, il est déterminé en fonction de la puissance du moteur, les valeurs du coefficient K sont données dans le **Tableau V.14**:

**Tableau 14 :Variation du coefficient K en fonction de la puissance P.**

P (KW)	1÷2	2÷10	10÷50	50÷100	100÷200	>200
K	2	2÷1,3	1,3÷1,2	1,2÷1,1	1,1÷1,05	1,05

Pour P = 110 KW ; K=1,095 ;

$$P_{abs} = \frac{9810 \cdot 0,1099 \cdot 55,54 \cdot 1,095}{0,94 \cdot 1 \cdot 0,77} = 90587,466w ; \quad P_{ab} = 90.587466 \text{ KW}$$

**V.6.2. Dimensionnement du Réservoir de stockage (Bassin):**

Etant donné la superficie importante, on opte pour un réservoir rectangulaire (ou bassin).

Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Qc \times T_{nf} \dots\dots\dots(V.12)$$

Avec:

- V: Volume d'eau d'irrigation (m3).
- Qc: débit caractéristique (m3/h), Qc= 1109.37 m<sup>3</sup>/h
- T<sub>nf</sub>: temps de non fonctionnement pris égal à 4 heures.

On trouve donc V =1109.3x 4= 4437.5m<sup>3</sup>.

On prend un volume de **V=4000 m<sup>3</sup>**.

Vu le volume de régulation nous optons pour 2 variantes de réservoirs :

**a). Réservoir circulaire :**

Les dimensions finales du bassin sont :  $H= 8.5$  ;  $D= 25$

**b). Bassin rectangulaire :**

Les dimensions finales du bassin sont :  $b=10$  ;  $L =25$  ;  $H= 16$

## **V.7. Dimensionnement hydraulique des canalisations**

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, on passera au calcul du réseau de distribution, c'est-à-dire de l'ouvrage vers les bornes.

### **V.7.1. Vitesse admissible :**

La fixation d'un seuil de vitesse admissible a pour but d'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

La vitesse admissible comprise entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse maximale . Dans notre étude, on prend une vitesse moyenne dans la conduite égale à 1.5 m/s.

### **V.7.2. Choix du matériau des conduites :**

Pour choisir le matériau de canalisation il faut tenir compte de l'agressivité du sol ainsi la satisfaction des conditions hydriques (débit, pression...) et la surtout la disponibilité sur le marché.

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC etc.

#### **a)-Conduites en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- Coût relativement important.

**b)-Conduite en PEHD :**

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants :

- Sont les plus légers et faciles à couper ;
- Présentent de bonnes propriétés hydrauliques ;
- Disponible sur le marché ;
- Une pose de canalisation facile ;
- Leur coût est relativement faible.

Leur inconvénient est :

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

**c)- Conduite en PRV :**

Les tuyaux en Polyester Renforcé de fibres de Verre (PRV) sont une combinaison de résine de polyester, de fibres de verre et de matériaux de renforcement

Dans notre cas, les conduites seront en PEHD si le diamètre est inférieur ou égal à 315 mm, et en fonte dans le cas contraire (> 400mm).

**V.7.3. Calcul des diamètres :**

Le calcul des diamètres se fait par l'application de la formule de " LABYE " qui nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalise.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{ad}}} \times 1000 ; \dots \dots \dots (V.13)$$

Avec :

Q : débit exprimé en m<sup>3</sup>/s,                      D : diamètre exprimé en mm;

V<sub>ad</sub>: vitesse admissible = 1.5 m/s.

**V.7.4. Estimation des pertes de charge :**

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de HAZEN WILLIAM, qui est donnée par la formule suivante :

$$J = \left( \frac{3.592}{CH_w} \right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} \times Q^{1.852} \dots \dots \dots (V.14)$$

Avec :

J: Pertes de charge unitaire en m

Q: Débit en m<sup>3</sup>/s

D: Diamètre de la conduite considérée

L : longueur de tronçon en m

CHw : coefficient de Hazan williams

Dans notre cas, les conduites seront en fonte si leur diamètre est supérieur ou égal à 315mm et en PEHD dans le cas contraire. Pour une conduite en fonte/PEHD, nous a les caractéristiques suivantes :

Les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires. Les calculs hydrauliques sont détaillés dans le tableau qui suivra.

#### **V.7.5.Calcul des pressions aux bornes**

L'estimation des pressions des bornes est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B :

$$Z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta H \quad \dots\dots\dots(V.15)$$

Où  $h_1$  et  $h_2$  sont les hauteurs de pressions

$v_1$  et  $v_2$  sont les vitesses d'écoulement dans A et B

$Z_1$  et  $Z_2$  sont les côtes du terrain naturel.

$\Delta H$  : sont les pertes de charge entre A et B.

Les calculs sont détaillés dans le tableau V.15

#### **Tableau V.15 : pressions au niveau des bornes**

N° tronçon	Long L(m)	débit (m <sup>3</sup> /S)	Diamètre (mm)	D. Norm (m)	Matériau de canalisation	V(m/s)	P.charge (m/m)	C. terrain Z(m)	C. piéz (m)	Pression (m)
<b>R</b>								<b>155</b>	<b>155</b>	<b>0</b>
R-ST	6727.3	0.30804	511.473	600	Fonte	1.09	11.874	82.89	143.12	60.236
ST-N1	765.8	0.30804	511.473	600	Fonte	1.09	1.3517	81.59	141.77	60.184
N1-R1	46.98	0.30804	511.473	600	Fonte	1.09	0.0829	81.53	141.69	60.161
R1-B1	73.21	0.01438	110.509	125	PEHD	1.172	0.8029	81.51	140.88	59.378
R1-R2	171.5	0.29366	499.392	500	Fonte	1.496	0.6733	81.1	141.01	59.918
R2-B2	66.54	0.01493	112.602	125	PEHD	1.217	0.7822	81.14	140.23	59.095
R2-R3	44.29	0.27837	486.217	500	Fonte	1.418	0.1575	81.01	140.86	59.85
R3-B3	75.25	0.00951	89.8689	90	PEHD	1.496	1.9002	80.9	138.96	58.06
R3-R4	102.9	0.26922	478.16	500	Fonte	1.372	0.3442	80.79	140.51	59.726
R4-B4	68.19	0.01803	123.742	125	PEHD	1.47	1.1369	80.86	139.37	58.519
R4-R5	67.19	0.25119	461.871	500	Fonte	1.28	0.1975	80.63	140.31	59.689
R5-B5	53.66	0.0115	98.8253	110	PEHD	1.211	0.725	80.67	139.59	58.924
R5-R6	60.55	0.23969	451.174	500	Fonte	1.221	0.1632	80.49	140.15	59.665
R6-B6	48.38	0.01297	104.951	110	PEHD	1.365	0.8168	80.46	139.33	58.879
R6-R7	34.85	0.22672	438.797	500	Fonte	1.155	0.0847	80.42	140.07	59.651
R7-B7	46.29	0.01143	98.5241	110	PEHD	1.203	0.6184	80.46	139.45	58.992
R7-R8	70.42	0.21529	427.593	500	Fonte	1.097	0.1556	80.28	139.91	59.635
R8-B8	54.63	0.01332	106.358	110	PEHD	1.402	0.9689	80.27	138.94	58.676
R8-R9	37.71	0.20197	414.155	500	Fonte	1.029	0.074	80.21	139.84	59.631
R9-B9	48.07	0.0101	92.6147	110	PEHD	1.063	0.5107	80.16	139.33	59.17
R9-R10	61.93	0.19187	403.666	500	Fonte	0.978	0.1105	80.1	139.73	59.631
R10-B10	54.75	0.00299	50.3912	63	PEHD	0.96	0.9213	80.04	138.80	58.769
R10-R11	70.91	0.18888	400.509	500	Fonte	0.962	0.1229	80	139.60	59.608

R11-B11	99.2	0.01565	115.286	125	PEHD	1.276	1.2725	80	138.33	58.335
R11-R12	41.02	0.17323	383.558	400	Fonte	1.379	0.1796	80	139.42	59.428
R12-B12	60.68	0.01051	94.4758	110	PEHD	1.106	0.6939	79.44	138.73	59.294
R12-R13	47.68	0.16272	371.740	400	Fonte	1.296	0.1859	81.18	139.24	58.062
R13-B13	38.02	0.00637	73.5511	75	PEHD	1.443	1.1107	79.71	138.13	58.421
R13-R14	81.54	0.15635	364.391	400	Fonte	1.245	0.2953	80.01	138.94	58.937
R14-B14	64.5	0.01025	93.2999	110	PEHD	1.079	0.7042	80	138.24	58.243
R14-R15	34.83	0.1461	352.244	400	Fonte	1.163	0.1113	80	138.83	58.835
R15-R21	161.1	0.06849	241.175	315	PEHD	0.879	0.3531	79.03	138.48	59.452
R21-B15	70.98	0.01908	127.294	160	PEHD	0.949	0.395	78.82	138.44	59.621
R21-R22	215.1	0.04941	204.845	315	PEHD	0.634	0.2574	77.5	138.18	60.683
R22-B16	68.18	0.01977	129.575	160	PEHD	0.984	0.4052	77.05	137.77	60.728
R22-R23	198.5	0.02964	158.656	160	PEHD	1.475	2.4973	76.99	135.68	58.696
R23-B17	92.69	0.01919	127.660	160	PEHD	0.955	0.5213	76.83	135.16	58.335
R23-R24	169.4	0.01045	94.2058	110	PEHD	1.1	1.9169	79.94	133.76	53.829
R24-B18	60.35	0.01045	94.2058	110	PEHD	1.1	0.6829	80	133.08	53.086
R15-R16	177.4	0.07761	256.731	315	PEHD	0.996	0.49	79.98	138.34	58.365
R16-B19	67.27	0.02077	132.812	160	PEHD	1.034	0.438	80.51	137.90	57.397
R16-R17	77.44	0.05684	219.723	315	PEHD	0.73	0.1202	80	138.22	58.225
R17-B20	50.47	0.01668	119.019	125	PEHD	1.36	0.7285	79.89	137.49	57.607
R17-R18	299.9	0.04073	185.984	200	PEHD	1.297	2.2928	79.94	135.93	55.992
R18-B21	65.81	0.01473	111.846	125	PEHD	1.201	0.7546	79.78	135.17	55.398
R18-R19	113.1	0.02543	146.957	160	PEHD	1.265	1.0713	79.81	134.86	55.051
R19-B22	76.93	0.01314	105.637	110	PEHD	1.383	1.3305	79.92	133.53	53.611
R19-R20	239.0	0.01229	102.163	110	PEHD	1.294	3.6525	80.12	131.20	51.089
R20-B23	75.22	0.01229	102.163	110	PEHD	1.294	1.1494	80.03	130.05	50.029

**V.8. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement de :

- système d'adduction de notre périmètre OUED SLY qui est constitué de conduite de refoulement de diamètre 600 mm, une station de pompage et un réservoir.

- Un réseau de distribution qui débute du réservoir vers les bornes d'irrigation pour assurer les besoins en eau des cultures et les pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation.



Chapitre VI  
Technique d'irrigation

**VI.1.Introduction :**

Dans ce présent chapitre on va présenter les techniques d'irrigation et analyser les différents paramètres qui nous permettront de choisir la technique la plus convenable pour notre périmètre.

**VI .2 Choix des techniques d'irrigation :**

Pour le choix des techniques d'irrigation, plusieurs facteurs sont à prendre en considération a savoir:

- Les conditions climatiques de la région d'étude
- La pente du terrain à irriguer.
- Le débit dont on dispose.
- Nature du sol (perméabilité).
- Nature des cultures.
- Facteurs économiques.
- Rentabilité de l'opération

**VI.3. Différentes techniques d'arrosages**

Les techniques d'arrosages sont majoritairement réparties en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion (sous pression).
- L'irrigation par micro-irrigation (sous pression).

**VI.3.1 Irrigation gravitaire :**

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).

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.



**Figure VI.1.** Irrigation gravitaire (Source :Agronomie.info )

On distingue :

**A) L'irrigation par ruissellement :**

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

**B) L'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 qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

**C) L'arrosage par submersion :**

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

**VI.3.1.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation gravitaire :**

a) Avantages :

- ✓ Coût d'investissement relativement faible.
- ✓ Besoins en énergie faibles ou nul.
- ✓ Insensible au vent.
- ✓ Bonne adaptation aux eaux usées.

- ✓ Les végétaux ne sont pas mouillés ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire.

b) Inconvénients :

- ✓ Perte importantes d'eau.
- ✓ Temps d'irrigation important.
- ✓ Nécessité de nivellement du terrain.
- ✓ Main d'œuvre importante.

### **VI.3.2.L'irrigation par aspersion :**

L'irrigation par aspersion projette l'eau et tombe à la surface du sol sous forme de fines gouttelettes.

C'est un réseau de conduites sous pression portant des asperseurs ou de buses, conçu pour projeter des jets ou pulvériser de l'eau sous forme de fines gouttes à la surface du sol.



**Figure VI.2 :** Irrigation par aspersion (Source : Interplast.com )

#### **VI.3.2.1.Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :**

a) **Avantage :**

- ✓ Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation ;
- ✓ elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie ;
- ✓ elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ;
- ✓ elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée ;
- ✓ Elle met à la distribution des exploitations des conditions d'arrosage très souples ;
- ✓ Possibilité d'automatisation ;
- ✓ Bonne adaptation à tous les types de sol.

**b) Inconvénients :**

- ✓ Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication ;
- ✓ Elle favorisait l'évaporation et le développement des mauvaises herbes ;
- ✓ L'eau donnée en pluie passe le sol et provoqué la formation d'un croute superficielle.

**VI.3.3. Irrigation localisée (Goutte à goutte)**

Le principe de la micro-irrigation est d'apporter au plus près de la plante l'eau qu'elle consomme en limitant au maximum les pertes éventuelles par évaporation, percolation, ruissellement observés sur tous les autres systèmes d'irrigation. Cette application est donc localisée.



**Figure VI.3.** Irrigation par goutte à goutte (Source : mon –irrigation.com )

**VI.3.3.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :****a) Avantages :**

- ✓ Rendement de cultures importantes ;
- ✓ Excellent efficacité d'arrosage à la parcelle ;
- ✓ Très faible besoin de main d'œuvre ;
- ✓ Insensibilité au vent ;
- ✓ Economie d'engrais ;
- ✓ Compatible à l'automatisation

**b) Inconvénients :**

- ✓ Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation ;
  - ✓ Coût très élevé du matériel ;
  - ✓ Risque d'obstruction des goutteurs ;
  - ✓ Nécessité d'une main d'œuvres spécialisés ;
- Incompatible avec les cultures en plein champ

**VI.4.Choix de la technique d'arrosage :**

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

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

Contraintes	Irrigation de surface par Rigole	Irrigation par Aspersion	Irrigation Localisée
-Evaporation	+	++	+++
-Vent (1.9 m/s)	+++	+	+++
-Texture (argileux-limoneuse)	++	++	+++
-Perméabilité (bonne)	++	+++	+++
-Pente	+	++	+++
-Qualité d'eau (moyenne)	++	++	+
-Cultures :			
• Maraîchage	+++	+++	+++
• Céréales	x	+++	x
• Arbres	+++	x	+++
-Contraintes économiques:			
• économie d'eau	x	++	+++

### **Remarque :**

x: inadéquat ou déconseillé ;

+: Adapté avec réserve;

+ + : Adapté ;

+ + + : Très Adapté .

### **VI.5.Conclusion :**

Les techniques à adopter pour l'irrigation de notre périmètre sont l'irrigation localisée et l'irrigation par aspersion.



**Chapitre VII**  
**Dimensionnement du réseau  
d'irrigation**

**VII.1.Introduction :**

Le dimensionnement par aspersion, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

**VII.2.Choix de la culture :** nous avons choisi l'irrigation du blé, cette culture céréales présente des avantages agronomiques et économiques importants.

**VII.3.Choix des parcelles et de l'ilot :**

La parcelle choisies pour l'arrosage par aspersion est le parcelle N° 51 dans L'ilot N°2, qui présente une superficie de 4.82 ha.par la borne N°1 qui dispose d'une pression de 5.9 bars.

Temps de travail : 20 heures par jour, et 25 jours par mois

Besoins en de pointe : 143.01 mm/ mois.

**VII.4.Perméabilité du sol :**

le sol est de type argileux-limoneux avec une perméabilité estimée à:  $K= 7$  mm/h.

**VII.5.Dose pratique : RFU :**

elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot D_a \cdot Z \dots \dots \dots (VII.1)$$

- Y: degré de tarissement : égal à  $2/3$  ;
- $D_a$ : densité apparente : égale à 1.35
- Z : profondeur d'enracinement mm ;
- $H_{cc}$  : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (31%) ;
- $H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (15%).
- Z: profondeur d'enracinement mm (60 cm pour le blé)

A.N:

$$RFU = (31 - 15) / 100 * 600 * 1.35 * 2/3 = 86.4 \text{ mm}$$

## VII.6. Dimensionnement théorique

### a) Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol  $K=7$  mm/h.

On pose  $p \leq k$  tel que

$p$  : pluviométrie de la buse

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} ; P \text{ en mm.} \dots \dots \dots \text{(VII.2)}$$

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

D'après la fiche technique d'un arroseur de type Perrot (Annexe 6), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4.8 mm.

### b) la portée du jet (L)

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

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots \dots \dots \text{(VII.3)}$$

Où  $d$  : diamètre de la buse (mm)

✓  $h$  : pression à la buse (m), dans notre cas  $P=2.5$  bars,  $h=25$ m.

$$L = 3 \times 4.8^{0.5} \times 25^{0.25} = 14.70 \text{ m}$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue (voir annexe 6), pour le diamètre de la buse de 4.8 mm à une pression minimale de 2.5 bars, la portée calculée est de 14.5m.

### c) Ecartements entre les rampes et arroseurs

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

✓ El entre les lignes d'arrosage : 1,25 (vent faible) à 1,02 L (vent fort).

✓ Ea entre les asperseurs sur la rampe : 0,8 (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse du vent assez dures (>15Km/h).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vent de l'ordre de

2.6 m/s = 9.36 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$El = 1.25 \times 14.70 = 18.4m$$

$$Ea = 0.8 \times 14.70 = 11.8m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements multiple de 6 :

$$El=18m, \quad Ea=12m.$$

**d) Débit de l'asperseur :**

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

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \sqrt{2 \times g \times h} = 0.95 \times \frac{\pi \times (4.8 \times 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \times 9.81 \times 25} = 0.00038 m^3/s$$

**E) Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :**

Si on admet que l'écartement est proportionnel à L, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation : ou q (m<sup>3</sup>/h)

$$p = \frac{q}{El \times Ea} \dots \dots \dots (VII.4)$$

Q : est le débit de l'asperseur choisi, q=0.00038 m<sup>3</sup>/s = 1.368 m<sup>3</sup>/h

$$D'où \quad p = \frac{q}{El \times Ea} = 6.35 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie P ≤ K=7

**F) le tour d'eau :**

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \cdot N_j}{Bmp} \dots \dots \dots (VII.5)$$

Dose<sub>RFU</sub>=86.4 mm, N<sub>j</sub>= 26, Bmp= 143.01mm

T<sub>eau</sub>= (86.4 × 26)/ 143.01 mm= 15.07 jours, On prend un T<sub>eau</sub>= 15 jours.

**G) Nombre d'irrigation par mois :**

$$Ni = \frac{Bnet}{Dose} = \frac{143.01}{86.4} = 2 \text{ fois/mois} \dots \dots \dots (VII.6)$$

donc on irrigue 2 fois par mois

#### H) la dose réelle :

$$\text{Dose}_{\text{réelle}} = T\text{-eau} \times \text{la dose journalière} = \text{Dose}_{\text{réelle}} = 15 \times 4.76 = 71.4 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{VII.7})$$

#### I) la dose brute :

$$\text{Dose}_{\text{brute}} = \frac{Dr}{0.75} = 95.2 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{VII.8})$$

#### J) Temps d'arrosage :

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

$$T = \frac{\text{Dose-brute}}{k_{\text{pluviométrie}}} = \frac{95.2}{6.35} \approx 15 \text{ heures} \dots\dots\dots(\text{VII.9})$$

Donc on pourra adopter une positions par jour pour un asperseur.

#### K) l'unité d'arrosage

$$S_u = \frac{S}{T\text{-eau} \times N} = \frac{4.82}{15} = 0.32 \text{ ha} \dots\dots\dots(\text{VII.10})$$

#### L) Le volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_1 \times E_a$$

$$v = 1 \times 30 \times 0.0864 \times 18 \times 12 = 559.87 \text{ m}^3.$$

#### M) Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = \text{m}^3 \dots\dots\dots(\text{VII.11})$$

Pour le mois de pointe :

$$B_{\text{mensuel}} = 143.01 \text{ mm}$$

$$S = 4.82 \text{ ha (la surface de blé).}$$

$$V_t = (143.01/1000) \times 48200 = 6893.08 \text{ m}^3$$

#### N) Le nombre d'asperseurs :

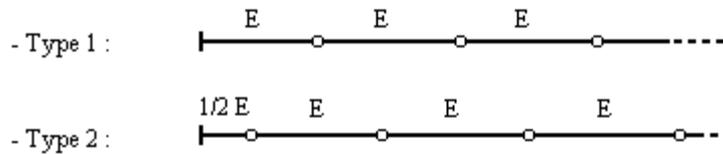
Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur

$$N_{\text{asp}} = \frac{V_t}{V_{\text{asp}}} = \frac{6893.08}{559.87} = 12.31 \text{ asp}$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de  $N=13$ .

#### O) La longueur de la rampe :

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



**Figure VII.1:** Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

La longueur de la rampe est donc :

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

D’ou :

$$L_r = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots(\text{VII.12})$$

$$L_r = \frac{120}{2} - \frac{12}{2} = 54\text{m}$$

**P) Nombre d’asperseurs/rampe :**

$$N_{\text{asp/R}} : \frac{L_r}{Ea} = \frac{54}{12} = 4.5 = 5 \text{ asperseurs.}$$

**Q) Nombre de rampes :**

$$N_r = N_{\text{asp}} / (\text{nbr asp/ rampe}) = 13/5 = 2 \text{ rampes}$$

On travaille avec deux (2) rampes

**R) débit de la rampe**

Débit rampe = le débit de l’asperseur × le nombre d’asperseur/ rampe.

Le débit de la rampe :

$$Q_{\text{rampe}} = 1.368 * 5 = 6.84 \text{ m}^3/\text{h} = 1.9 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

**S) Nombre de position des rampes :**

$$N_{\text{position rampe}} = \frac{L_r}{El} \approx 20.5 \dots\dots\dots(\text{VII.13})$$

$L_r$  : longueur du terrain = 369 m,  $El$  : espacement entre les rampes (=18m).

Le nombre de poste égale à 20 postes.

**VII.6.1. Dimensionnement de la rampe:**

**A) Diamètre de la rampe :**

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} ;$$

Avec :

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

On suppose que  $v=1.5$  m/s et on calcule  $D_r$

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 1.9 \times 10^{-3}}{\pi \times 1.5}} = 0.0402 \text{ m} = 40 \text{ mm.}$$

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

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

Donc le diamètre de la rampe normalisé  $D_N=50$  mm

### B) Pertes de charge de la rampe :

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

$$J = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852} ; \dots \dots \dots \text{(VII.14)}$$

Avec : J = Perte de charges linéaire en m ;

- $C_H$  : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;
- D : Diamètre en m ;
- L : longueur de la conduite en m.

on a  $L_{rampe}=54$  m ;  $D_r=0.05$  m ;  $Q_r=0.0019$  m<sup>3</sup>/s.

Donc  $\Delta H_{rampe}=1.2$  m ; , la perte de charge est importante.

On prend donc le diamètre du rampe de 63, les pertes de charges sont donc

$$\Delta H_{rampe} = 0.39 \text{ m}$$

donc la nouvelle vitesse :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 1.9 \times 10^{-3}}{\pi \times 0.063^2} = 0.61 \text{ m/s.}$$

## VII.6.2. Dimensionnement de la porte rampe:

### A) Longueur de la porte Rampe :

La longueur de la porte rampe est calculée par :

$$L_{pr} = L - \frac{El}{2} = 369 - (18/2) = 360 \text{ m} ; \dots \dots \dots \text{(VII.15)}$$

### B) Débit de porte rampe :

$$Q_{P-r} = Q_{asp} \times N_{asp/rampe} \times N_{rampe} ; \dots \dots \dots \text{(VII.16)}$$

$$Q_{P-r} = (1.368 \times 5 \times 2) / 3600 = 0.0038 \text{ m}^3/\text{s.}$$

**c) Diamètre de la porte rampe :**

$$\text{Diamètre de la porte-rampe : } D_{p,r} = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\pi \times V}}$$

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

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

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times 3.8 \times 10^{-3}}{3.14 \times 1.5}} = 0.057 \text{ m} = 57 \text{ mm} ;$$

On prend le diamètre normalisé ( $D_{p-r}=63$  mm).

**d) les pertes de charge de la porte rampe :**

On a :  $L_{pr}=360$  m ;  $D_{pr}=0.063$  m ;  $Q_{pr}=0.0038$  m<sup>3</sup>/s.

Donc  $\Delta H_{rampe}=9.44$  m, la perte de charge est importante.

On prend donc le diamètre du porte-rampe de 90 mm.

$$\Delta H_{\text{porte-rampe}} = 1.61 \text{ m}$$

Donc la nouvelle vitesse sera

$$V = \frac{4 \times Qr}{\pi \times D_r^2} = \frac{4 \times 3.8 \times 10^{-3}}{3.14 \times 0.09^2} = 0.6 \text{ m/s}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau VII.1 :

**Tableau VII.1:** Résultat de calcul pratique d'aspersion.

Conduites	Rampe	Porte Rampe	C.tertiaire
Longueur (m)	54	360	416.6
Diamètre (mm)	63	90	90
Débit (m <sup>3</sup> /h)	0.0019	0.0038	0.0038
Vitesse (m/s)	0.61	0.6	0.6
Perte de charge totale (m)	0.39	1.61	1.92

$\Delta H_t = 0.36 + 1.61 + 1.92 = 3.89$  m de perte de charge (<10%), la règle de Christiansen est vérifiée.

**VII.7. Calcul de la pression en tête du réseau :**

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

$$H=H_1+H_2+H_3\text{.....(VII.17)}$$

Avec :

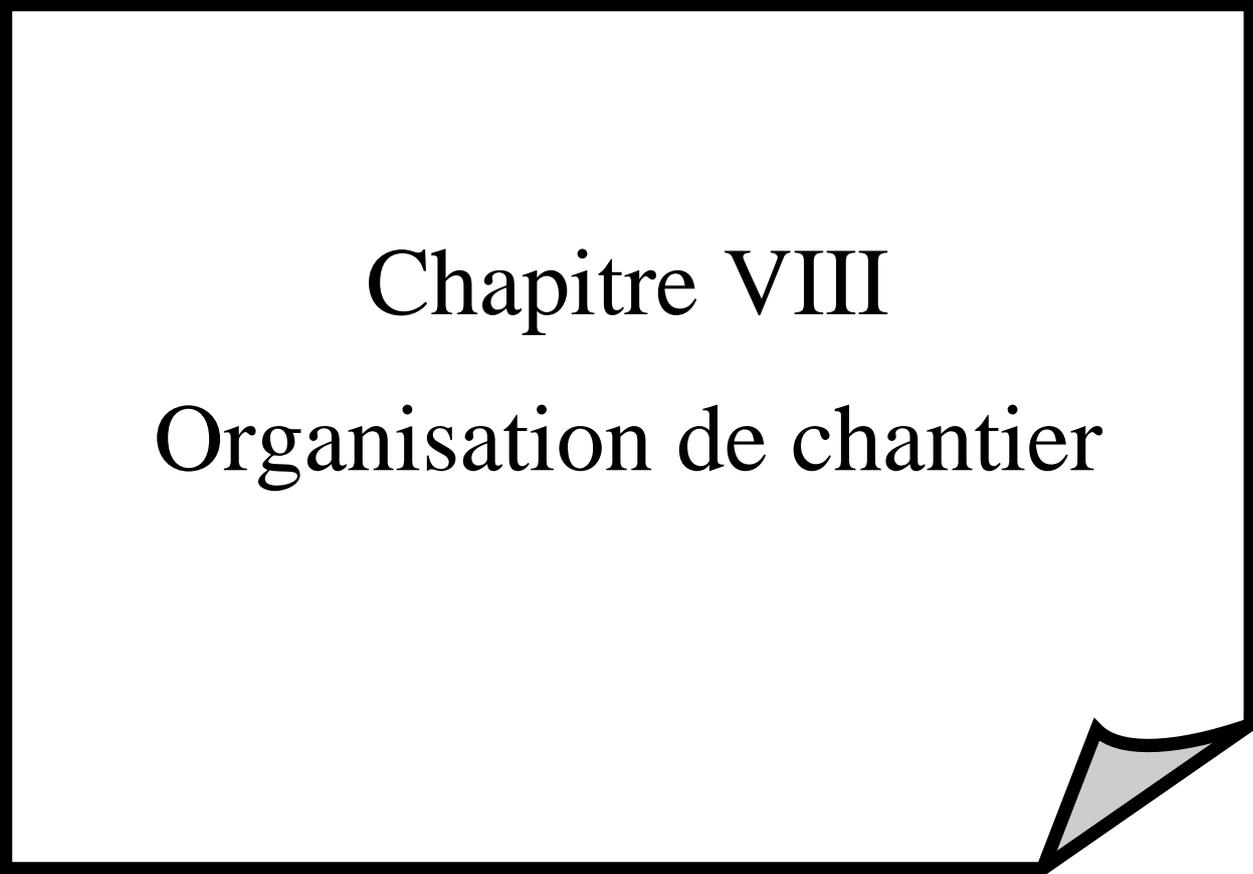
- ✓ H: pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1: pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- ✓ H2: perte de charge totale.
- ✓ H3: la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H=25+3.89+0=26.70 \text{ m.}$$

Donc la pression =2.7 bars ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 5.9bars.

**VII.8. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau aspersion. Durant le Dimensionnement de tous les organes du réseau localisé projeté sur la parcelle choisie, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale de 25 mce dans l'asperseur le plus éloigné et cela pour assurer le bon fonctionnement des asperseurs.



Chapitre VIII

Organisation de chantier

**VIII.1.Introduction :**

Dans ce présent chapitre on a procédé à l'estimation du cout total du projet de l'aménagement hydro agricole du périmètre OUED SLY . Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

- Réseau de distribution.
- Conduite d'adduction.
- Travaux divers.

**VIII.2 Différents travaux à entreprendre**

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des adductions sont :

**a) Exécution des tranchées**

C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.

**b) Pose du lit de sable**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 20cm dans notre cas.

**c) Pose des conduites**

Avant la pose des conduites dans chaque fouille, on procède à un tri des conduites de façon à écarter celles qui ont subies des chocs ; et on les descend lentement à l'aide d'un engin de levage, dans le fond de la fouille. Au cours de pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux pour n'avoir pas des difficultés au raccordement des conduites.

**d) Epreuve de joint et de la canalisation**

Pour plus de sécurité, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement, on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,8 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite lors du fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0.2 bar

**e) Remblayage des tranchées**

C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.

**f) Nivellement et compactage**

- Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite

Les prix des conduites sont détaillés comme suit :

**Tableau VIII.1** :.Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Conduites	Type de conduite	Unitésde mesure	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
Ø 63	PEHD	ml	54.75	137.18	7510.605
Ø 75	PEHD	ml	81.54	193.61	15786.9594
Ø 90	PEHD	ml	75.25	278.35	20945.8375
Ø 110	PEHD	ml	997.15	416.1	414914.115
Ø 125	PEHD	ml	423.42	530.1	224454.942
Ø160	PEHD	ml	610.71	868.3	530279.493
Ø 200	PEHD	ml	299.9	1 358.50	407414.15
Ø 315	Fonte	ml	631.1	3 363.00	2122389.3
Ø 400	Fonte	ml	164.05	5 396.00	885213.8
Ø 500	Fonte	ml	722.35	8 398.00	6066295.3
Ø 600	Fonte	ml	7540.13	13 300.00	100283729
<b>Total (HT)</b>					<b>110978934</b>
<b>TVA (19%)</b>					<b>21085997.4</b>
<b>Total (TTC)</b>					<b>132064931</b>

**Tableau VIII.2** : .Cout des équipements de protection du réseau de distribution

	unité de mesure	Quantité	prix unitaire(DA)	Montant(DA)
les bornes d'irrigation	U	23	50 000	1150000
TVA19%				218500
TTC				1368500

**VIII.3.Frais des travaux sur réseau d’irrigation :**

Il s’agit des frais des travaux exécutés pour la réalisation des tranchées et autres emplacements pour la pose de canalisations :

**VIII.3.1.calcul des volumes de remblai et de déblai :**

• **La longueur du fond de tranchée :**

La longueur d’ouverture de tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B=D+(2\times 0.3) ;$$

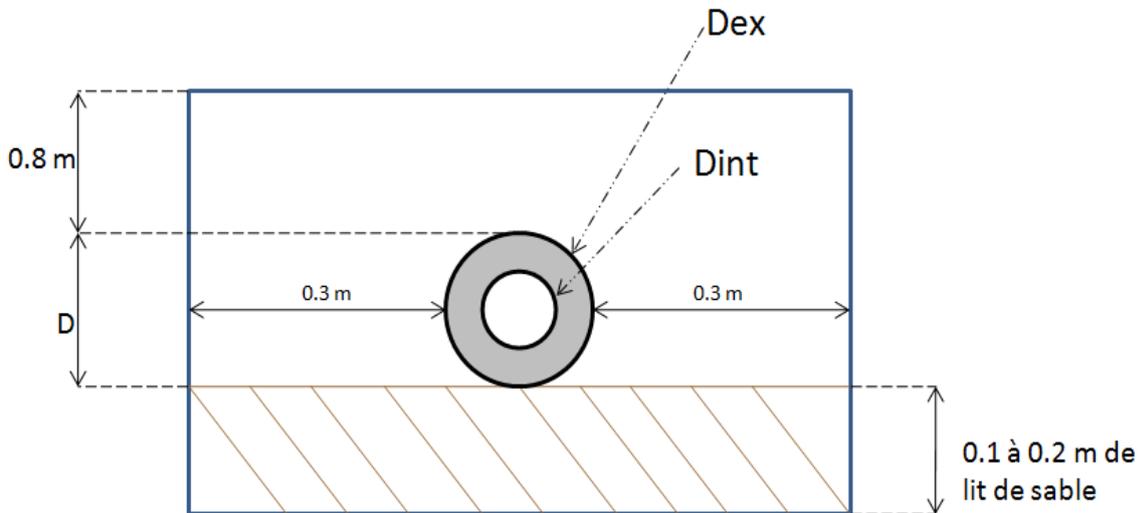
Avec : D : le diamètre de la conduite en (m).

• **Profondeur de la tranchée :**

La profondeur de la conduite doit être correctement installée.

$$H=D+0.8+e ; \dots\dots\dots(VIII.1)$$

e=hauteurs du lit de pose (m).



**Figure VIII.1 :** Disposition de la conduite dans une tranchée.

• **Volume de déblai :**

On s’intéresse a une surface rectangulaire :

$$S=B\times H.$$

$$V_{\text{déblai}}=V_d-V_c-V_s; \dots\dots\dots(VIII.2)$$

$V_d$ : volume de déblai ( $m^3$ ) ;

$V_s$ : volume du sable ( $m^3$ ) ;

$V_c$ : volume occupé par la conduite ( $m^3$ ).

$$V_c=L\times\left(\frac{\pi\times D^2}{4}\right) \dots\dots\dots(VIII.3)$$

- **Volume de lait du sable :**

Ce lit correspond à une couche de sable de 10 cm sur le fond de la tranchée.

$$V_s = e \times B \times L ; \dots\dots\dots(VIII.4)$$

**Tableau VIII.3. Quantité des travaux de terrassement**

Conduites	l (m)	h (m)	L (m)	V <sub>deb</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cond</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>sable</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>remb</sub> (m <sup>3</sup> )
Ø 63	0.7	1	54.75	38.325	0.17058266	3.8325	34.3219173
Ø 75	0.7	1	81.54	57.078	0.36005006	5.7078	51.0101499
Ø 90	0.7	1	75.25	52.675	0.47847713	5.2675	46.9290229
Ø 110	0.8	1	997.15	797.72	9.47142928	79.772	708.476571
Ø 125	0.8	1	423.42	338.736	5.19351094	33.8736	299.668889
Ø160	0.8	1.1	610.71	537.4248	12.2728282	48.8568	476.295172
Ø 200	1	1.1	299.9	329.89	9.41686	29.99	290.48314
Ø 315	1	1.2	631.1	757.32	49.1574045	63.11	645.052595
Ø 400	1	1.3	164.05	213.265	20.60468	16.405	176.25532
Ø 500	1.2	1.4	722.35	1213.548	141.761188	86.682	985.104813
Ø 600	1.2	1.5	7540.13	13572.234	2130.84074	904.8156	10536.5777
Total				17908.2158	--	1278.3128	14250.1753

**Tableau VIII.4.** Coût des travaux de terrassement.

Conduites	Unités de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	M <sup>3</sup>	17908.2158	1000	17908215.8
Pose du lit de sable	M <sup>3</sup>	1278.3128	1100	1406144.08
Remblai de la tranchée	M <sup>3</sup>	14250.1753	600	8550105.15
Evacuation de terres excédentaires à la décharge	M <sup>3</sup>	3658.04055	500	1829020.27
<b>HT</b>				27864465
TVA				5294248.36
<b>TOTAL (DA)</b>				<b>33158713.4</b>

#### VIII.4. Estimation du cout du projet

Le cout total du projet en prenant en compte toutes les opérations financières est de l'ordre de :

$$CT = 132064931 + 1368500 + 33158713.4 = \mathbf{166592144 \text{ DA}}$$

Le cout à l'hectare est:

$$CT/h = 166592144 / 214 = \mathbf{778468 \text{ DA/ha}}$$

#### VIII.5. Conclusion

L'estimation du coût total du projet a donné un montant global de **Cent soixante-six millions cinq cent quatre-vingt-douze mille cent quarante-quatre dinars (166592144 Da)**. Et le cout par hectare est de **Sept cent soixante-dix-huit mille quatre cent soixante-huit (778468 DA/ha)**.

## Conclusion général

---

### *Conclusion général*

L'objectif de notre présent travail est l'introduction de la technique d'arrosage approprié à notre zone d'étude (OUED SLY Willaya de CHLEF) dans notre cas aspersion dans le but d'assurer une répartition de l'eau de façon uniforme et économique, facteur le plus essentiel dans une telle étude.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat semi-aride; et l'analyse du sol nous donne un sol argilo- limoneux, pas salé avec une quantité de matière organique moyenne.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée est de classe (C2-S1) avec une faible salinité, moyennement alcaline et peu de danger de toxicité au futur.

Suivant les résultats caractérisant la région, nous avons choisir les cultures adaptées avec les données climatique et agro-pédologiques. La détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration en se basant sur la formule de PENMAN- MONTEITH modifiée en utilisant le logiciel CROPWAT. Et puis, on calcul des besoins en eau des cultures projetées dans le périmètre.

Pour l'alimentation du périmètre à partir de barrage l'installation d'une station de pompage et d'un réservoir sont indispensables pour assurer une pression acceptable au niveau de chaque borne d'irrigation .

La meilleure technique pour l'irrigation des cultures qui ont une grande couverture surfacique de point de vue économique en eau est l'irrigation par aspersion, avec l'utilisation des équipements qui présentent plusieurs avantages dans le domaine exploitation.

---

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ANRH Alger.** Les données pluviométriques.

**Doorenbos et puill, (1976).** Directives pour la prévision des besoins en eau des cultures.  
Document d'irrigation et de drainage n ° 24, FAO, Rome.

**FAO N°24.** Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24. 1975 (A C\* E F).

**Gobat et al ,1998.** Gobat, J.M., & Matthey, W.1998.Le sol vivant. Bases de pédologie,  
biologie des sols.

**ONID CHELEF.** les données climatiques.

**Paul Audoye,Clément Mathieu et Jean-Claude Chossat.** Bases techniques de l'irrigation  
par aspersion. Lavoisier paris, 2007.

**Tiercelin,1998.** Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.

**Touibia, B, (2004).** Manuel pratique d'hydrologie. Presse Madani Frères. Blida. Algérie.

**ANRH Alger.** Agence Nationale des ressources Hydraulique.

**ONM Alger.** Office Nationale de la Météorologie

# ANNEXE 1

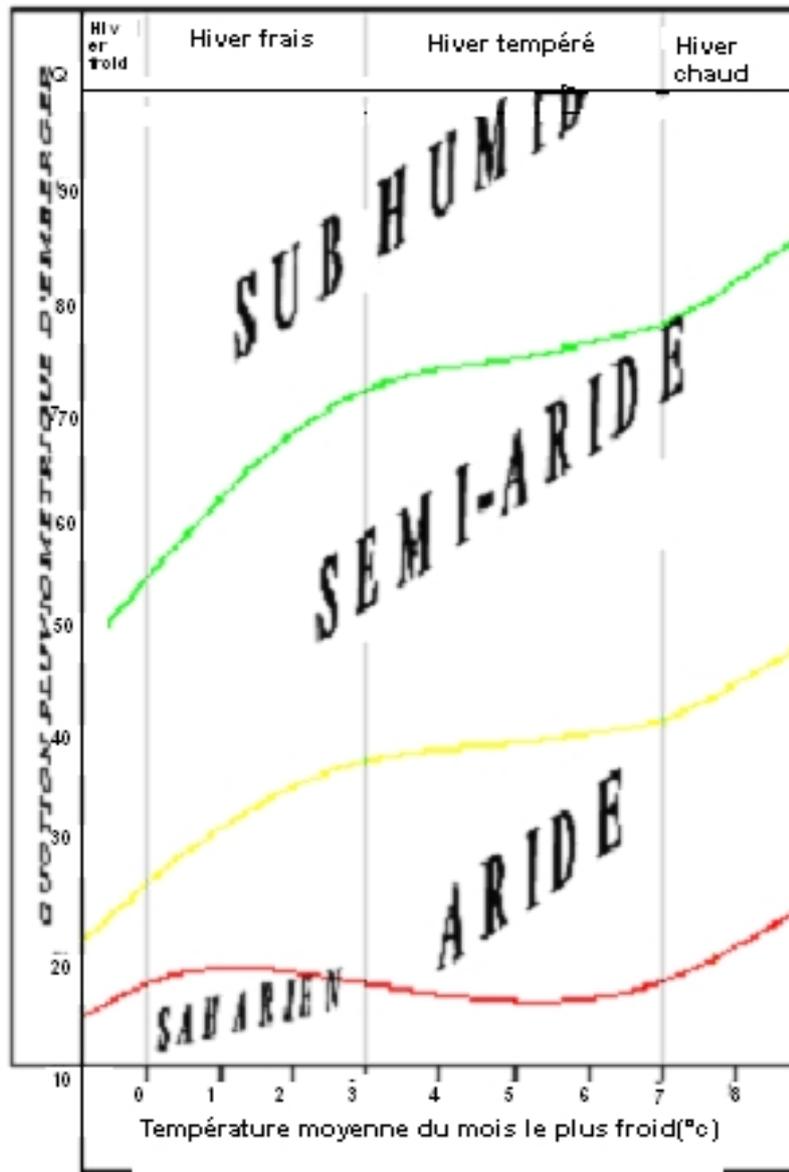
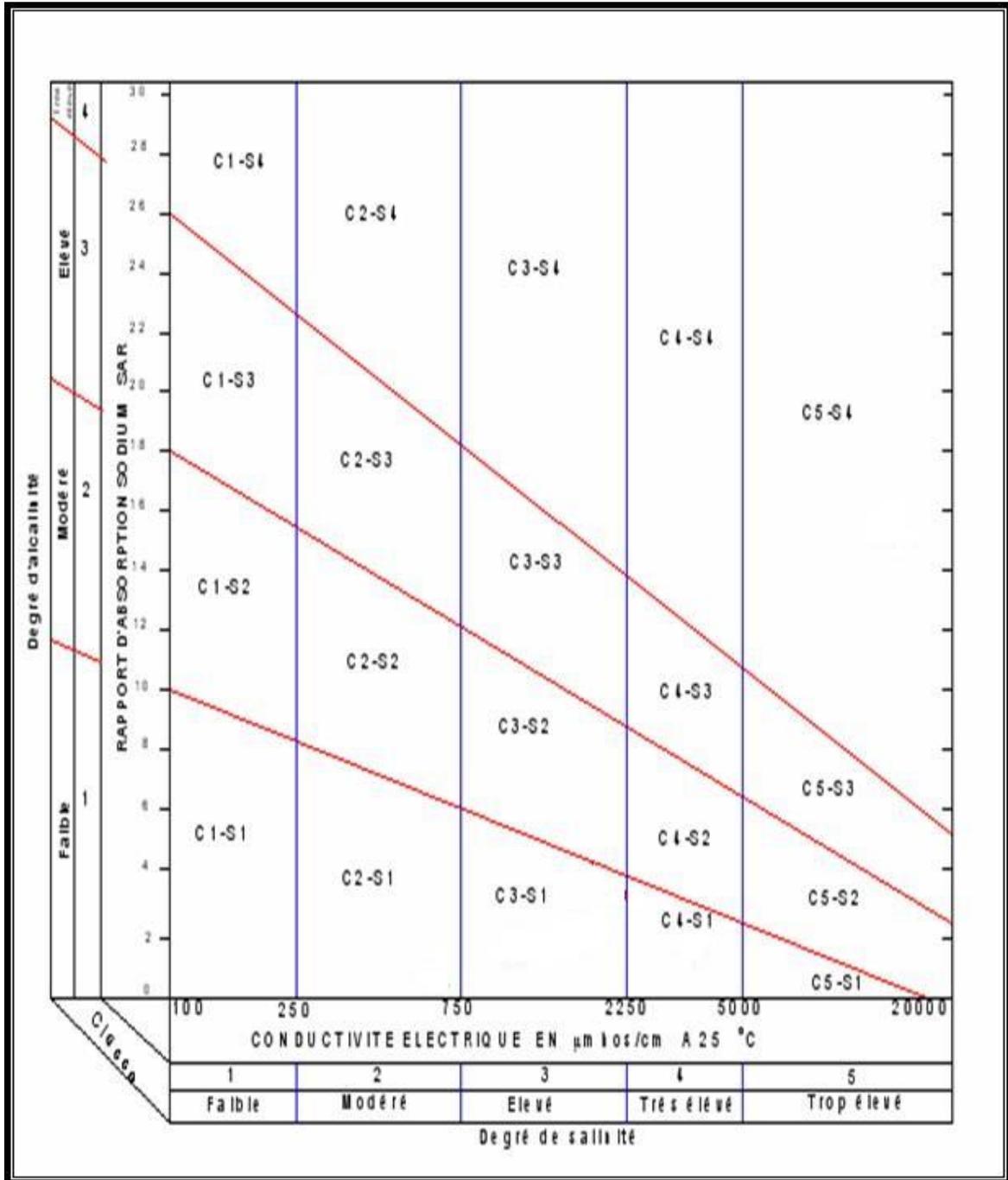


Diagramme bioclimatique d'Emberger

## ANNEXE 2



**Diagramme de classification des eaux d'irrigation**

### ANNEXE 3

k	$\gamma$										
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.500	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.45	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	1.39	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	2.37	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	3.36	7.78	9.94	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	4.35	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	5.35	10.65	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	6.35	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	7.34	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	8.34	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	9.34	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19

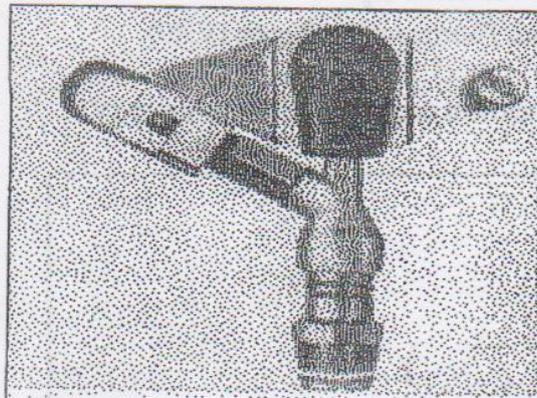
Table de Kh2 théorique

### ANNEXE 4

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)

Caractéristiques hydriques de quelques sols

## ANNEXE 5



### Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse  
angle de jet 30°  
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,6	6,2

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur

**Caractéristique de l'asperseur circulaire**

## ANNEXE 6

N° tronçon	Long L(m)	débit (l/s)	Diamètre (mm)	D.Norm (mm)	Matériau de canalisation	V (m/s)	P.charge (m/m)	C.terrain Z(m)	C.piézo (m)	Pression (m)
<b>R</b>								<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
R-ST	6727.3	308.04	511.473	600	Fonte	1.09	11.874	82.89	88.125	5.23
ST-N1	765.8	308.04	511.473	600	Fonte	1.09	1.3517	81.59	86.774	5.18
N1-R1	46.98	308.04	511.473	600	Fonte	1.09	0.0829	81.53	86.691	5.16
R1-B1	73.21	14.38	110.509	125	PEHD	1.172	0.8029	81.51	85.888	4.37
R1-R2	171.5	293.66	499.392	500	Fonte	1.496	0.6733	81.1	86.017	4.91
R2-B2	66.54	14.93	112.602	125	PEHD	1.217	0.7822	81.14	85.235	4.09
R2-R3	44.29	278.37	486.217	500	Fonte	1.418	0.1575	81.01	85.860	4.85
R3-B3	75.25	9.51	89.8689	90	PEHD	1.496	1.9002	80.9	83.960	3.06
R3-R4	102.9	269.22	478.16	500	Fonte	1.372	0.3442	80.79	85.516	4.72
R4-B4	68.19	18.03	123.742	125	PEHD	1.47	1.1369	80.86	84.379	3.51
R4-R5	67.19	251.19	461.87	500	Fonte	1.28	0.1975	80.63	85.318	4.68
R5-B5	53.66	11.5	98.8253	110	PEHD	1.211	0.725	80.67	84.593	3.92
R5-R6	60.55	239.69	451.174	500	Fonte	1.221	0.1632	80.49	85.155	4.66
R6-B6	48.38	12.97	104.951	110	PEHD	1.365	0.8168	80.46	84.338	3.87
R6-R7	34.85	226.72	438.797	500	Fonte	1.155	0.0847	80.42	85.070	4.65
R7-B7	46.29	11.43	98.5241	110	PEHD	1.203	0.6184	80.46	84.452	3.99
R7-R8	70.42	215.29	427.593	500	Fonte	1.097	0.1556	80.28	84.915	4.63
R8-B8	54.63	13.32	106.358	110	PEHD	1.402	0.9689	80.27	83.946	3.67
R8-R9	37.71	201.97	414.155	500	Fonte	1.029	0.074	80.21	84.841	4.63
R9-B9	48.07	10.1	92.6147	110	PEHD	1.063	0.5107	80.16	84.330	4.17
R9-R10	61.93	191.87	403.66	500	Fonte	0.978	0.1105	80.1	84.730	4.63
R10-B10	54.75	2.99	50.3912	63	PEHD	0.96	0.9213	80.04	83.809	3.76
R10-R11	70.91	188.88	400.509	500	Fonte	0.962	0.1229	80	84.607	4.61
R11-B11	99.2	15.65	115.286	125	PEHD	1.276	1.2725	80	83.335	3.33
R11-R12	41.02	173.23	383.558	400	Fonte	1.379	0.1796	80	84.42	4.42
R12-B12	60.68	10.51	94.4758	110	PEHD	1.106	0.6939	79.44	83.734	4.29
R12-R13	47.68	162.72	371.740	400	Fonte	1.296	0.1859	81.18	84.242	3.06
R13-B13	38.02	6.37	73.5511	75	PEHD	1.443	1.1107	79.71	83.131	3.42
R13-R14	81.54	156.35	364.391	400	Fonte	1.245	0.2953	80.01	83.946	3.93
R14-B14	64.5	10.25	93.2999	110	PEHD	1.079	0.7042	80	83.242	3.24

R14-R15	34.83	146.1	352.244	400	Fonte	1.163	0.1113	80	83.835	3.83
R15-R21	161.1	68.49	241.175	315	PEHD	0.879	0.3531	79.03	83.482	4.45
R21-B15	70.98	19.08	127.294	160	PEHD	0.949	0.395	78.82	83.440	4.62
R21-R22	215.1	49.41	204.845	315	PEHD	0.634	0.2574	77.5	83.183	5.68
R22-B16	68.18	19.77	129.575	160	PEHD	0.984	0.4052	77.05	82.778	5.72
R22-R23	198.5	29.64	158.656	160	PEHD	1.475	2.4973	76.99	80.686	3.69
R23-B17	92.69	19.19	127.660	160	PEHD	0.955	0.5213	76.83	80.164	3.33
R23-R24	169.4	10.45	94.2058	110	PEHD	1.1	1.9169	79.94	78.769	-1.17
R24-B18	60.35	10.45	94.2058	110	PEHD	1.1	0.6829	80	78.086	-1.91
R15-R16	177.4	77.61	256.731	315	PEHD	0.996	0.49	79.98	83.345	3.36
R16-B19	67.27	20.77	132.812	160	PEHD	1.034	0.438	80.51	82.907	2.39
R16-R17	77.44	56.848	219.72	315	PEHD	0.73	0.1202	80	83.225	3.22
R17-B20	50.47	16.68	119.019	125	PEHD	1.36	0.7285	79.89	82.497	2.60
R17-R18	299.9	40.73	185.984	200	PEHD	1.297	2.2928	79.94	80.932	0.99
R18-B21	65.81	14.73	111.846	125	PEHD	1.201	0.7546	79.78	80.178	0.39
R18-R19	113.1	25.43	146.957	160	PEHD	1.265	1.0713	79.81	79.861	0.05
R19-B22	76.93	13.14	105.637	110	PEHD	1.383	1.3305	79.92	78.531	-1.38
R19-R20	239.0	12.29	102.163	110	PEHD	1.294	3.6525	80.12	76.209	-3.91
R20-B23	75.22	12.29	102.163	110	PEHD	1.294	1.1494	80.03	75.059	-4.97

## **Pressions au niveau des bornes pour la variante 2**

