



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : IRRIGATION ET DRAINAGE**

**THEME :**

**ETUDE DE SYSTEME D'IRRIGATION DU PERIMETRE  
DE LA PLAINE DE M'LETA A PARTIR DU BARRAGE  
TLELAT (WILAYA ORAN)**

**Présenté par :**

**Mr. HADJADJ Aboubakr**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr. AZIB Makhlouf	MCA	Président
Mr. BENKACI ALI Tarek	MCB	Examineur
Mme. MAZOUZI Sabra	MAA	Examineur
Mr. BOUZIANE Omar	MAA	Examineur
Mme. SAADOUNE Samra	MCB	Promotrice

**Session Septembre 2019**

# *Dedicace* :

*Du fond du cœur, je dédie cette thèse en signe d'amour, de respect et de reconnaissance :*

## ***A mes chers parents :***

*Maamer et Nouria Pour leur soutien, patience et leurs sacrifices durant mes études et durant ce projet. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferais toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir que dieu le tout puissant, vous préserve, vous accorde santé, bonheur et vous protège de tout mal.*

## ***A mes chers frères et sœurs :***

*Asmaa, Abdellah, Abderrahmane et Yamina nadjet.*

## ***A ma grand-mère :***

*Maamri Fatima que dieu vous protège la baraka !*

## ***La mémoire de mes grands-pères :***

*Hadjadj Abdellah et Sendjasni yamina J'aurais tant aimé que vous soyez présente. Que Dieu ait pitié d'eux.*

## ***A mes adorables cousines :***

*Que je considère comme des sœurs et des frères pour moi, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon affection la plus sincère.*

## ***A mes amis de toujours :***

*La liste est longue et je ne peux pas citer tous mais au fond de mon cœur je voudrai dire merci d'être dans ma vie pour l'amour et le soutien je vous aime tous également !*

*HADJADJ Aboubakr*

# Remerciements :

*Au terme de cette étude, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier en premier lieu dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, les moyens et les personnes qui m'ont aidé à l'élaboration de ce modeste travail.*

*Je tiens à présenter ma reconnaissance et mes remerciements à ma promotrice madame SADOUNE Samra, pour le temps consacré à la lecture, les conseils et l'orientation qui ont rythmé les différentes étapes de mon mémoire. Je le remercie aussi pour sa sympathie et sa disponibilité à encadrer ce travail à travers ses critiques et ses propositions.*

*Je tiens à remercier du fond du cœur aussi :*

*L'ensemble du personnel et enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH), qui ont veillé à ma formation.*

*Je remercie le personnel de l'Office National d'Irrigation et de Drainage unité d'Oran pour sa disponibilité et ses encouragements, et de m'avoir bénéficié des données pour ce mémoire.*

*Je remercie toutes les personnes du département de l'Irrigation et Drainage, qui m'ont aidé durant cette année d'étude.*

*J'adresse également mes sincères remerciements et mon profond respect aux membres de jury, qui m'on fera l'honneur d'apprécier mon travail.*

*HADJADJ Aboubakr*

## ملخص:

الهدف من مذكرة لنهاية الدراسة هو تصميم شبكة الري التي من شأنها تزويد المنطقة الزراعية التلييات " سهل مليطا الطابق العلوي" الموجود في ولاية وهران، هذا الأخير المزودة من مياه سد تلييات.

من خلال هذه الدراسة، نستنتج أن الري ضروري لتطوير الزراعة لأنه في بعض المناطق شبه القاحلة، هطول الأمطار غير كافية وغير منتظمة، مما يعني إدخال تقنيات الري الحديثة مثل الرش والتقطير وذلك لتحسين الاستغلال الامثل للمياه والحد من الخسائر.

## Résumer :

L'objectif de mon mémoire de fin d'études est la conception d'un réseau d'irrigation qui alimentera le périmètre de Tlélat "la plaine de M'LETA étagé haut" Situé à la wilaya d'Oran, ce dernier est alimenté par les eaux du barrage de TLELAT.

De cette étude, il en sort que l'irrigation est indispensable pour développer l'agriculture car dans certaines zones semi arides, les précipitations sont insuffisantes et irrégulières, ce qui implique l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation telles que les systèmes gouttes a gouttes et l'aspersion, pour optimiser l'utilisation de l'eau par la plante et limiter les pertes.

## *Abstract:*

The objective of this dissertation is the design of an irrigation network that will supply the perimeter of Tlélat "MLÉTA Plain high stage" which is located in the wilaya of Oran, and is powered by the waters of the TLÉLAT dam.

This study presumes that irrigation is essential to develop agriculture because in some semi-arid areas rainfall is insufficient and irregular, which implies the introduction of new irrigation techniques such as the system of localized irrigation and sprinkling, optimizing the use of water by plant and limit losses.

## Sommaire :

---

### Sommaire :

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

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

1 Introduction :.....	2
2 Localisation géographique de la Wilaya d'Oran : .....	2
3 Situation géographique du périmètre d'étude :.....	3
4 Caractéristiques physiques de la zone d'étude :.....	3
4.1 Caractéristiques climatiques :.....	3
5 Le Classification du climat : .....	6
6 Conclusion .....	9

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

1 Introduction:.....	9
2 Classification des sols : .....	9
2.1 Classifications du sol sur le périmètre :.....	9
2.2 Types de sols sur le périmètre : .....	10
2.2.1 Description morphologique :.....	10
2.3 Perméabilité du sol de la plaine d'étude :.....	10
.....	11
2.4 La conductivité hydraulique : .....	11
2.5 Caractéristiques physiques : .....	12
2.5.1 La texture : .....	12
2.5.2 La structure :.....	12
2.5.3 Point de flétrissement :.....	12
2.5.4 Capacité de rétention :.....	13
2.6 Caractéristiques chimiques :.....	13
2.6.1 Le potentiel hydrogène (PH) :.....	13
2.6.2 Capacité d'échange cationique (CEC) : .....	13
3 Aptitudes culturales :.....	14
3.1 Détermination des aptitudes culturales des sols :.....	14
4 Etude foncière : .....	15
4.1 Statut foncier des exploitations :.....	15
4.2 Contexte général des productions végétales :.....	16

## Sommaire :

---

5	Conclusion :.....	17
---	-------------------	----

### **Chapitre III : Ressource en eau**

1	Introduction :.....	18
2	Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Tlélat :.....	18
2.1	Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage : .....	19
2.2	Classification des eaux pour l'irrigation :.....	19
2.2.1	La Conductivité électrique (CE) :.....	20
2.2.2	Le SAR (Sodium Absorption Ration) : .....	20
3	Hydrologie :.....	23
3.1	Choix de la station pluviométrique :.....	23
3.2	Répartition de la pluie moyenne annuelle :.....	23
3.3	Etude statistique des précipitations : .....	25
3.3.1	Etude de l'homogénéisation de a série pluviométrique : .....	25
3.3.2	Ajustement statistique des pluies : .....	27
3.3.3	Test de validité d'un ajustement : .....	30
3.4	Détermination de l'année de calcul : .....	32
4	Conclusion :.....	33

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

1	Introduction :.....	34
2	Estimation des besoins en eau des cultures dans le périmètre : .....	34
2.1	L'évapotranspiration :.....	34
2.1.1	Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence ( $ET_o$ ) :.....	35
2.1.2	Calcul de l'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ ) : .....	37
2.2	Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures ( $B_i$ ) :.....	38
2.3	Calcul de la pluie efficace : .....	38
2.4	Choix des cultures : .....	39
2.4.1	Cultures proposées : .....	39
2.5	Estimation des besoins en eau des cultures proposées : .....	43
2.5.1	Estimation des besoins en eau des cultures céréales :.....	43
2.5.2	Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :.....	45
2.5.3	Estimation des besoins en eau des cultures arboriculture : .....	45
2.6	Identification des principaux types d'assolement :.....	47

## Sommaire :

---

2.6.1	Avantages de la rotation des cultures : .....	47
2.6.2	L'assolement proposé.....	47
2.6.3	Calcul des besoins en eau des assolements : .....	48
3	Calcul des débits spécifiques : .....	51
3.1	Choix du débit spécifique : cas d'un plusieurs cultures .....	51
4	Calcul du débit caractéristique : .....	53
5	Estimation des besoins en eau totaux du périmètre : .....	53
6	Conclusion.....	54

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

1	Introduction : .....	55
2	Schéma d'aménagement hydro-agricole sur le plan d'adduction pour le secteur bloc haute dans le périmètre de Mléta : .....	55
2.1	Description du système de transfert dans notre secteur d'étude (Bloc Haut) : .....	55
3	L'organisation d'un périmètre Mléta (réseau sous pression) : .....	56
3.1	Disposition des ilots d'irrigation : .....	56
3.2	Borne d'irrigation : .....	56
3.2.1	Rôle et fonction de la borne d'irrigation : .....	56
3.2.2	Implantation de borne d'irrigation : .....	57
3.2.3	Choix du diamètre et du type des bornes : .....	57
3.3	Calcul du débit aux bornes .....	58
4	Dimensionnement du réseau de distribution : .....	60
4.1	Dimensionnement des Réservoirs : .....	60
4.1.1	Réservoir RH1 : .....	60
4.1.2	Réservoir RH2 : .....	61
4.2	Dimensionnement hydraulique des canalisations : .....	61
4.2.1	Choix du matériau des conduites : .....	61
4.2.2	Le calcul du diamètre : .....	62
4.2.3	La vitesse d'écoulement : .....	63
4.2.4	Calcul des pertes de charges : .....	63
4.2.5	Estimation des Pressions : .....	64
5	Conclusion : .....	68

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

1	Introduction: .....	69
---	---------------------	----

## Sommaire :

---

2	Description de différentes techniques d'irrigation :.....	70
2.1	Irrigation gravitaire :.....	70
2.1.1	L'irrigation à la raie : .....	70
2.1.2	Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité :.....	71
2.2	L'irrigation par aspersion (Macro-Irrigation) :.....	71
2.2.1	L'aspersion traditionnelle (Avec rampes fixes) :.....	72
2.2.2	L'aspersion mécanisée (Avec rampes mobiles) :.....	72
2.2.3	Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :.....	73
2.3	L'irrigation par micro-irrigation :.....	74
2.3.1	Irrigation localisée (Goutte à goutte) : .....	74
2.3.2	Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée : .....	75
3	Choix Des Techniques D'irrigation : .....	75
4	Conclusion :.....	75

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

1	Introduction :.....	76
2	Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte .....	76
2.1	Données générales :.....	76
2.2	Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	77
2.2.1	Influence du taux de couverture du sol : .....	77
2.2.2	Dose nette (Dose pratique) :.....	78
2.2.3	Calcul de la dose brute : .....	79
2.2.4	Calcul de la fréquence d'arrosage :.....	79
2.2.5	La durée d'arrosage par heures : .....	80
2.2.6	Durée d'arrosage journalier :.....	80
2.2.7	Nombre de postes :.....	80
2.2.8	La surface du poste :.....	81
2.3	Calculs hydrauliques : .....	81
2.3.1	Conditions hydrauliques de base :.....	81
2.3.2	Le débit :.....	82
2.3.3	Le nombre d'arbres par rampe : .....	82
2.3.4	Le nombre de goutteurs par rampe :.....	82
2.3.5	Le nombre des rampes : .....	82
2.3.6	Débit de la rampe : .....	82
2.3.7	Débit de la porte rampe :.....	83

## Sommaire :

---

2.3.8	Le nombre de porte rampe : .....	83
2.3.9	Débit de la conduite tertiaire : .....	83
2.4	Dimensionnement des canalisations du réseau : .....	83
2.4.1	La conduite tertiaire (conduite d'approche) : .....	83
2.4.2	Porte-rampes : .....	83
2.4.3	Les rampes : .....	83
2.4.4	Le diamètre : .....	84
2.4.5	Vérification des Pertes de Charges : .....	85
2.4.6	Calcul du diamètre de la conduite tertiaire : .....	86
2.4.7	La pression d'eau a la borne de distribution : .....	86
3	Dimensionnement du réseau d'irrigation par aspersion : .....	87
3.1	Données générales : .....	87
3.1.1	Calcul de la Dose pratique : .....	87
3.2	Dimensionnement théorique : .....	88
3.2.1	Calcul du diamètre de l'ajutage : .....	88
3.2.2	calcul de la porté du jet (L) : .....	88
3.2.3	Ecartement entre les rampes et les arroseurs : .....	89
3.2.4	Calcul du débit de l'asperseur : .....	89
3.2.5	Verification de la pluviometrie de la buse : .....	89
3.2.6	Calcul du tour d'eau : .....	90
3.2.7	Calcul de l'unité d'arrosage <b>Su</b> : .....	90
3.2.8	Nombre d'asperseurs requis : .....	91
3.2.9	Calcul du volume fourni par un asperseur par mois : .....	91
3.3	Dimensionnement hydraulique des rampes / portes rampes : .....	91
3.3.1	La longueur de la rampe / porte rampe : .....	91
3.3.2	Le nombre d'asperseurs par rampe : .....	91
3.3.3	Nombre de rampes : .....	92
3.3.4	Débit des rampes : .....	92
3.3.5	Débit de la porte rampe : .....	92
3.3.6	Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe : .....	92
3.3.7	Calcul des pertes de charge : .....	92
3.4	Calcul de la pression en tête du réseau : .....	93
4	Conclusion : .....	94

## Sommaire :

---

### Chapitre VIII : Calcule étude technico-économique

1	Introduction : .....	95
2	Différents travaux à entreprendre : .....	95
2.1	Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution : .....	95
2.2	Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution : .....	96
2.2.1	Calcul du volume de terrassement : .....	96
A)	Largeur du fond de la tranchée : .....	96
B)	Profondeur de la tranche : .....	96
C)	Section de la tranchée : .....	97
D)	Volume à excaver : .....	97
E)	Volume de lite du sable : .....	98
F)	Volume du Déblai : .....	98
G)	volume de Remblai : .....	98
3	Estimation de cout total de projet : .....	99
3.1	Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction : .....	99
3.2	Estimation du cout du réseau de distribution : .....	100
3.3	Estimation du cout du réservoir : .....	100
3.4	Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé : .....	101
3.5	Devis estimatif et quantitatif des vannes (fourniture, transport et pose) : .....	102
3.6	Devis estimatif de projet : .....	103
4	Conclusion : .....	104
	Conclusion général .....	105

# Liste des figures

---

## Liste des figures :

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

Figure I.1 : Localisation géographique de la Wilaya d'Oran (Source : Découpage administratif de l'Algérie & Monographie).....	2
Figure I.3 : Situation géographique du secteur d'étude.....	3
Figure I.4 : Températures mensuelles pour la période 1997-2013.....	5
Figure I.5 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER. Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	8
Figure I.6 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	9

### Chapitre II : Ressource en sol

Figure II-1 : Carte Pédologique de périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	9
Figure II-2 : coefficient de perméabilité selon le type du sol, Source FAO.....	11
Figure II- 3 : Aptitudes culturales des sols en irrigué, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	15
Figure II-4 : Histogramme d'occupation du sol, Source DSA (Directions des Services Agricoles) Oran.....	17

### Chapitre III : Ressource en eau

Figure III-1 : Image satellitaire du barrage de Tlélat, Source Google Earth 2019.....	18
Figure III-2 : Vue générale de la cuvette du barrage de Tlélat, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	19
Figure III-3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).....	22
Figure III-4 : Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles de la station de SENIA A la loi de Gauss ou loi normal (Gumbel).....	29
Figure III-5 : Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles de la station de SENIA A la loi de Gibrat-Galton ou loi Log normal (Gumbel).....	30

### Chapitre IV : Calcule les besoins en eau d'irrigation des cultures

Figure IV.1 : capture d'écran sur logiciel CROPWAT 8.0 concernant des résultats d'ET0....	36
---	----

## Liste des figures

---

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

Figure V-1 : Schéma de fonctionnement du réseau d'adduction sur le périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....55

Figure V-2 : schéma du réseau d'adduction sur le périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....56

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

Figure VI-1 : Les systèmes d'irrigation.....69

Figure VI-3 : Irrigation à la raie par siphon.....70

Figure VI-4 : Irrigation à la raie par gaine souple.....71

Figure VI-8 : Irrigation par l'aspersion.....72

Figure VI-10 : Irrigation par l'aspersion mécanisée (Pivot).....73

Figure VI-14 : d'irrigation au goutte-à-goutte.....74

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

Figure VII-1 : Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.....79

### **Chapitre VIII : Calcule étude technico-économique**

Figure VIII-1 Schéma d'une tranchée.....97

# Liste des tableaux

---

## Liste des tableaux :

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

Tableau I.1 : Coordonnées des stations climatiques de Sénia (Source : ONM).....	4
Tableau I.2 : Précipitations moyennes mensuelles pour la période 1997-2013. Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	4
Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles pour la période 1997-2013 Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	4
Tableau I.4 : Humidités mensuelles (1997-2013). Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	5
Tableau I.5 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (1997 - 2013). Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	5
Tableau I.6 : Evaporations mensuelles (1997-2013). Source ONID - Groupement SCET- Tunisie / ENHYD.....	6
Tableau I.7 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières en Heure/jour de la station de Sénia. Source ONM.....	6
Tableau I.8 : Nombre de jours de neige et grêle sur 16 ans (Station de SENIA). Source ONM.....	7
Tableau I.9 : paramètres et quotient d'Emberger.....	8

### Chapitre II : Ressource en sol

Tableau II-1 : Répartition des superficies par classe de perméabilité.....	11
Tableau II-2 : Répartition des superficies par classe de conductivité.....	12
Tableau II- 4 : Surface et nombre de parcelles par commune, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	14
Tableau II- 5 : Distribution du foncier a la zone d'étude par classes, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	15
Tableau II-6 : l'occupation du sol dans les communes concernées, Source ONS (Office National des Statistiques).....	16

### Chapitre III : Ressource en eau

Tableau III-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD.....	20
--	----

## Liste des tableaux

---

Tableau III-2 : Classification des eaux en fonction de SAR, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD .....	21
Tableau III-3 : Caractéristiques de la station pluviométrique de SENIA, (Source : ONM)....	23
Tableau III-4 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de SENIA, Source ANRH-ALG, (35 ans).....	24
Tableau III-5 : Test de Wilcoxon de la station de SENIA.....	26
Tableau III-6 : Test de validité de l'ajustement.....	32
Tableau III-7 : Détermination de l'année de calcul.....	32
Tableau III-8 : Détermination $P_{i,80\%}$ de chaque mois.....	33
 <b>Chapitre IV : Calcule les besoins en eau d'irrigation des cultures</b>	
Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET <sub>o</sub> ) de la zone d'étude.....	37
Tableau IV.2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	39
Tableau IV.3 : Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.....	39
Tableau IV.4 : Occupation de sol du périmètre de Mléta en fonction des cultures proposées avec scénario 2.....	40
Tableau IV.5 : Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux (Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD).....	41
Tableau IV.6 : Les valeurs du coefficient cultural ( $K_c$ ) de chaque culture, (Source crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements- FAO irrigation and drainage paper 56 – part B chapter 6).....	42
Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau de Blé dur.....	43
Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau de Blé tendre.....	43
Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau de l'Orge.....	44
Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau d'Avoine.....	44
Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau de Vesce-avoine.....	44
Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau de Sorgho .....	45
Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau de Pêcher.....	45
Tableau IV.14 : Calcul des besoins en eau de Prunier.....	45

## Liste des tableaux

---

Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau d'Abricotier.....	46
Tableau IV.16 : Calcul des besoins en eau d'Amandier.....	46
Tableau IV.17 : Calcul des besoins en eau d'Olivier.....	46
Tableau IV.18 : Calcul des besoins en eau de Figuier.....	47
Tableau IV. 19 : Les assolements des cultures proposés.....	48
Tableau IV. 20 : Besoin en eau de l'assolement 1.....	49
Tableau IV. 21 : Besoin en eau de l'assolement 2.....	50
Tableau IV. 22 : Choix du débit spécifique pour l'assolement 1.....	52
Tableau IV. 23 : Choix du débit spécifique pour l'assolement 2.....	52
Tableau V.24 : Besoin total en eau d'irrigation des cultures.....	54

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

Tableau V-1 : Type de bornes en fonction de superficies des ilots.....	58
Tableau V-2 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes.....	58
Tableau V-3 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon.....	64
Tableau V-4 : Calculs hydraulique du réseau de distributions de l'étage haut sur le périmètre de Mléta.....	65
Tableau V-5 : Calculs hydraulique du réseau d'adduction de l'étage haut sur le périmètre de Mléta.....	67

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

Tableau VI-1 : Type de l'irrigation par l'aspersion pour les rampes fixes (traditionnelle)...	72
---	----

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

Tableau VII-1 : Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.....	86
Tableau VII-2 : Tableau récapitulatif.....	86
Tableau VII-3 : Résultat du calcul pratique d'aspersion.....	93

### **Chapitre VIII : Calcule étude technico-économique**

Tableau VIII-1 : Quantité des travaux de terrassement.....	99
Tableau VIII-2 : Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction.....	99

## Liste des tableaux

---

Tableau VIII-3 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	100
Tableau VIII-4 : Estimation du cout des réservoirs RH1 et RH2.....	100
Tableau VIII-5 : Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion.....	101
Tableau VIII-6 : Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé.....	101
Tableau VIII-7 : Devis estimatif et quantitatif des vannes (fourniture, transport et pose)....	102

## Liste des planches

---

**Planche 01 :** Plan de situation du périmètre de secteur de l'étage haut de la plaine M'LITA de la wilaya d'Oran ;

**Planche 02 :** Plan d'adduction du périmètre de secteur de l'étage haut de la plaine M'LITA de la wilaya d'Oran ;

**Planche 03 :** Plan de réseau d'irrigation par goutte à goutte sur la parcelle N 36 de périmètre de secteur étage haut de la plaine M'LITA de la wilaya d'Oran ;

**Planche 04 :** Plan de réseau d'irrigation par aspersion sur la parcelle N 11 de périmètre de secteur étage haut de la plaine M'LITA de la wilaya d'Oran ;

**Planche 05 :** Plan de profil en long de périmètre de secteur de l'étage haut de la plaine M'LITA de la wilaya d'Oran ;

## Introduction générale :

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

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

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

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

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

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

Le présent travail a pour objectif l'aménagement hydro-agricole de la **plaine de la M'leta** tout en permettant de réaliser les transformations nécessaires pour irriguer la zone délimitée avec l'eau provenant du **barrage de Tlélat**.

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

Ce qui permettra dans les derniers chapitres de dimensionner le réseau d'irrigation à partir des eaux du **barrage de Tlélat** en utilisant les systèmes d'irrigation par aspersion et goutte à goutte.

En fin une analyse technico économique sera nécessaire pour évaluer la faisabilité du projet hydro-agricole du périmètre de la **plaine de la M'leta**.

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

## 1 Introduction :

Avant tout projet d'irrigation, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu, notamment le périmètre irrigué et les facteurs qui influent sur la conception du projet.

Ce chapitre fera l'objet d'une présentation globale du site d'étude, du point de vue situation géographique et conditions climatiques.

## 2 Localisation géographique de la Wilaya d'Oran :

La wilaya d'Oran est située au Nord-Ouest de l'Algérie, localisée entre les longitudes  $35^{\circ} 42' 10''$  Nord et  $0^{\circ} 38' 57''$  Ouest, d'une superficie de 2 114 km<sup>2</sup>

Elle est délimitée par :

- Au nord, par la mer Méditerrané
- Au sud par la wilaya de Sidi-Bel Abbese
- À l'est, par la wilaya de Mostaganem
- Au sud-est par la wilaya de Mascara
- À l'ouest, par la wilaya d'Ain-Témouchent

Administrativement la wilaya d'Oran est composée de 9 daïra et 26 communes.



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

### 3 Situation géographique du périmètre d'étude :

La plaine de la M'leta est située au Sud de l'agglomération oranaise. Elle occupe la partie méridionale du sillon central du bassin endoréique de la Grande Sebkhia d'Oran. Son altitude se maintient d'une façon assez constante à une centaine de mètres. Elle est limitée :

Au Nord, par la Sebkhia d'Oran,

Au Sud, par les Monts Tessala,

À l'Est, par la plaine de Tafraoui- Tlelat,

À l'Ouest, par la plaine de Hammam Bouhadjar- El Malah.

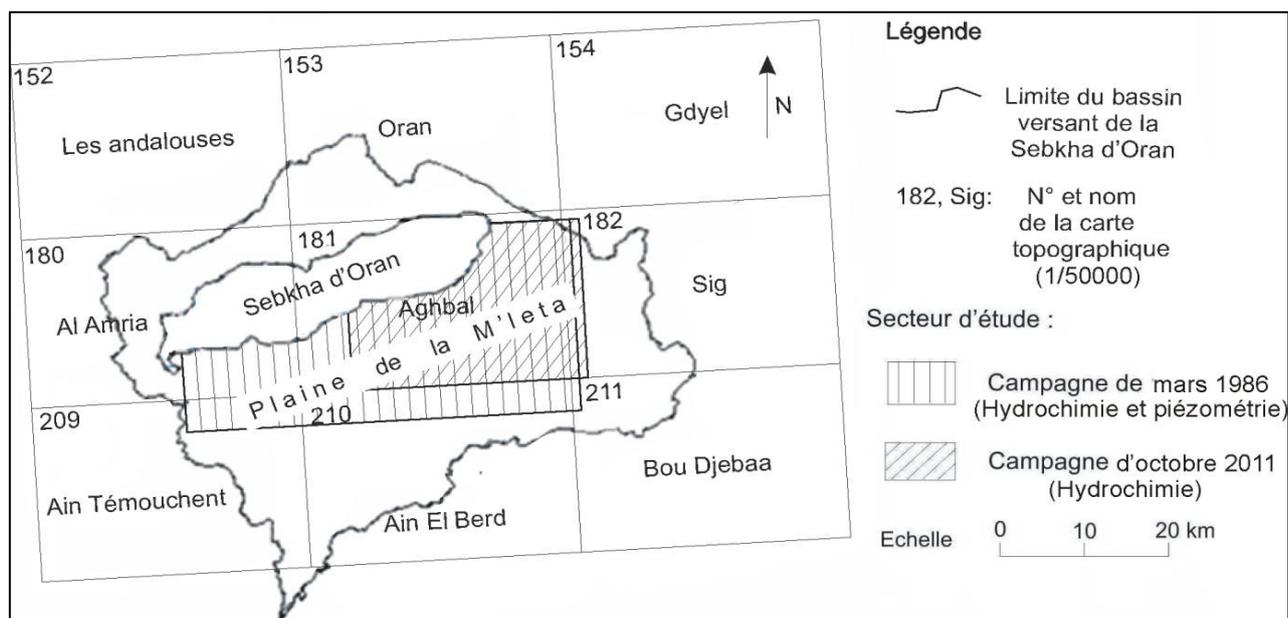


Figure I.2 : Situation géographique du secteur d'étude.

### 4 Caractéristiques physiques de la zone d'étude :

#### 4.1 Caractéristiques climatiques :

Les données météorologiques et climatologiques sont très importantes dans la planification et la gestion des activités de l'homme dont l'une des principales est l'agriculture. Dans un projet d'irrigation, les facteurs climatiques les plus déterminants sont les températures, l'humidité relative, l'intensité des vents et leur direction, la fréquence des jours de gelée et de sirocco ; ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

Les données météorologiques, utilisées dans cette étude sont extraites de la banque de donnée obtenue auprès de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) pour douze ans, et l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), Il s'agit de données moyennes sur une période de trente ans (1997 à 2013).

Les stations météorologique retenue comme étant représentative de la zone d'étude est celle d'Oran (Oued Tlelat, pépinière) ces choix se justifient par :

1. Inexistence d'une station à l'intérieure du périmètre étudié.
2. Les deux stations d'Oran sont situées à proximité du périmètre et à une altitude proche de celle de la zone d'étude.
3. Disponibilité des diverses données climatiques sur une période récente de 35 ans.

**Tableau I.1 : Coordonnées des stations climatiques de Sénia**

Station	Altitude (m)	Longitude (E/W)	Latitude (N)
Sénia	90	W 00° 36'	N 35°30'

(Source : ONM)

#### 4.1.1 Etude des précipitations :

##### 4.1.1.1 Précipitations mensuelles :

La connaissance des pluies mensuelles permet de connaître le régime pluviométrique Saisonnier et leurs fluctuations ce qui est indispensable en irrigation. Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées au niveau de la station d'Es- Sénia pour la période de 1978 à 2013 sont reportées sur le tableau :

**Tableau I.2 : Précipitations moyennes mensuelles pour la période 1978-2013**

Mois	Mois (mm)												Annuel
	J	F.	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>P (mm)</b>	44	44.5	24	33.5	25,5	3,5	0,5	2,5	13	60	66	40,5	358

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

#### 4.1.2 Etude des températures :

Les températures mensuelles présentées dans le tableau n° 06 ont été enregistrées durant la période de 1997 à 2013 au niveau de la station de Sénia.

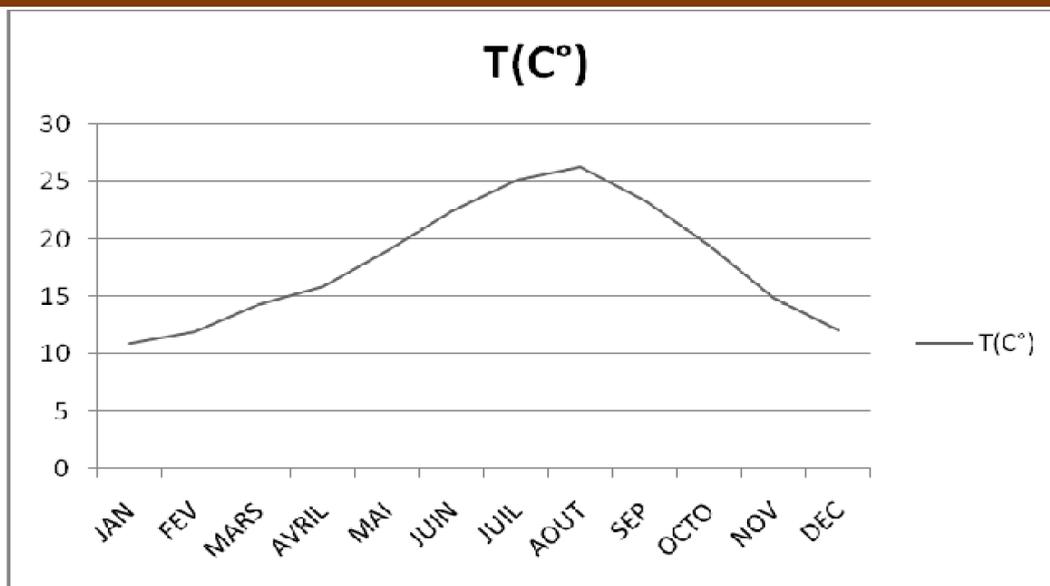
**Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles pour la période 1997-2013**

Mois	Jan.	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Sénia °C	<b>10</b>	12	14	16	19	23	25	<b>26</b>	24	20	15	12	<b>18</b>

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

Du tableau n° 06, on remarque que le mois de janvier est le plus froid avec une température moyenne égale à 10 °C, tandis que le mois d'août est le plus chaud avec une température moyenne de 26 °C.

La température moyenne annuelle est égale à 18 °C. Cette température est relativement faible, étant donné le climat semi-aride caractérisant la région d'étude



**Figure I.3 : Températures mensuelles pour la période 1997-2013.**

La figure n° 10 permet de constater que la saison froide ( $T < 15\text{ °C}$ ) débute en novembre et se poursuit jusqu'au mois d'avril. La saison la plus chaude s'étale sur six mois, commençant en mai et se terminant en octobre.

#### 4.1.3 Humidité :

L'humidité relative ou état hygrométrique est le rapport en % de la tension moyenne de vapeur sur la tension maximum de celle-ci, correspondant à la température mesurée au thermomètre sec. Les valeurs d'humidité (tableau n° 07) enregistrées au niveau de la station d'Es-Sénia sont assez élevées. Cette tendance est surtout due à la proximité de la mer.

**Tableau I.4 : Humidités mensuelles (1997-2013).**

Mois	Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov	Dec.
H %	71,7	70,6	70	64,75	65,9	64,4	64	62,8	64,6	68,35	71	72,7

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

#### 4.1.4 Vent :

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent à la station d'Es-Sénia, relatives à la période 1997-2013, sont présentées dans le tableau n° 08 :

**Tableau I.5 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (1997 - 2013).**

Es-Sénia	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse moy (m/s)	7,28	4,55	4,95	4,96	4,74	4,74	4,47	4,31	4,18	4	4,33	4,4
Direction	W	W	W	W	W	W	WS W	W	W	WS W	WS W	WS W

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

L'étude des vents se base généralement sur deux caractères principaux, à savoir : la vitesse et la direction. Les vents dominants dans la région sont essentiellement de direction W et à un

degré moindre WSW en automne. Pendant la période estivale, les vents de type Sirocco (vents chauds et secs de direction WSW) soufflent pendant quelques jours par an (de 5 à 7 jours).

#### 4.1.5 Evaporation :

##### 4.1.5.1 Evaporation mensuelle :

Du tableau n° 10, l'évaporation atteint son maximum au mois d'août, égalant 171 mm. La valeur minimale (60.5 mm) par contre, est enregistrée au mois de décembre et janvier. Au cours de l'année, nous pouvons distinguer deux périodes, la plus affectée par l'évaporation se prolonge d'avril à octobre, tandis que l'autre occupe le reste de l'année.

**Tableau I.6 : Evaporations mensuelles (1997-2013).**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai.	Juin.	Juillet	Août	Sep	Oct.	Nov.	Dec
Evaporation	61	65	84	120	133	154	169	171	140	100	74	61

Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

#### 4.1.6 Durée d'insolation :

L'insolation est un paramètre climatique dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre. Que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle ET<sub>0</sub>. La durée moyenne mensuelle de l'insolation est celle calculée d'après les données de l'ONM Alger.

**Tableau I.7 : Valeurs moyennes des durées d'insolation journalières en Heure/jour de la station de Sénia.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Heure/jour	6,2	7,3	7,9	9,2	9,7	10,7	10,7	10	9	7,2	6,3	5,9	8,3

Source ONM

La quantité d'heures d'ensoleillement dans la région est assez élevée ; la moyenne annuelle est de 7.5 heures par jour. L'ensoleillement annuel total est de 3040 heures réparties entre 1289 heures en hiver et 1751 heures en été.

## 5 Le Classification du climat :

### 5.1.1.1 Classification du climat selon l'indice de Mr MARTONE

L'indice d'aridité de MARTONE, donné par l'expression ci-dessous, est un paramètre qui permet la classification du climat, afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat. Voir (tableau n°17).

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

Avec :

$I_A$  : indice climatique.

$P$  : précipitation moyenne annuelle (mm).

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

**Tableau I.8 : Classification de climat selon Mr Martonne**

VALEURS DE $I_A$	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

Pour :  $P=358.9$  mm       $T=18^\circ\text{C}$

On aura: 
$$I_A = \frac{P}{T+10} = \frac{358,9}{18+10} = 12,82$$

$I_A = 12,82$       donc       $10 < I_A \leq 20$

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

### 5.1.1.2 Classification du climat selon diagramme de Mr EMBERGER :

Le **climogramme** pluviométrique d'Emberger, spécifique au climat méditerranéen, Par définition un **climogramme** est un graphique représentant les fluctuations saisonnières concomitantes de deux paramètres climatiques comme les précipitations, la température, l'hygrométrie. Alors cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique et s'expression c'est :

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

Avec :

- $Q$  : quotient pluviométrique modifié d'Emberger
- $M$  : moyenne des maxima (températures maximales journalières) du mois le plus chaud, en (kelvins).
- $m$  : moyenne des minima (températures minimales journalières) du mois le plus frais, en (kelvins).
- $P$  : cumul pluviométrique annuel, en (millimètres).

Tableau I.9 : paramètres et quotient d'Emberger

P (mm)	M°C	m°C	Q	Etage bioclimatique	Variante Thermique
358	26	10	76.9	Semi-aride	Chaud

En portant la valeur de Q dans le diagramme bioclimatique d'Emberger, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid (10°C), on peut confirmer que notre région se situe dans :

L'étage bioclimatique : semi-aride à hiver chaud (voir graphique ci- dessous) :

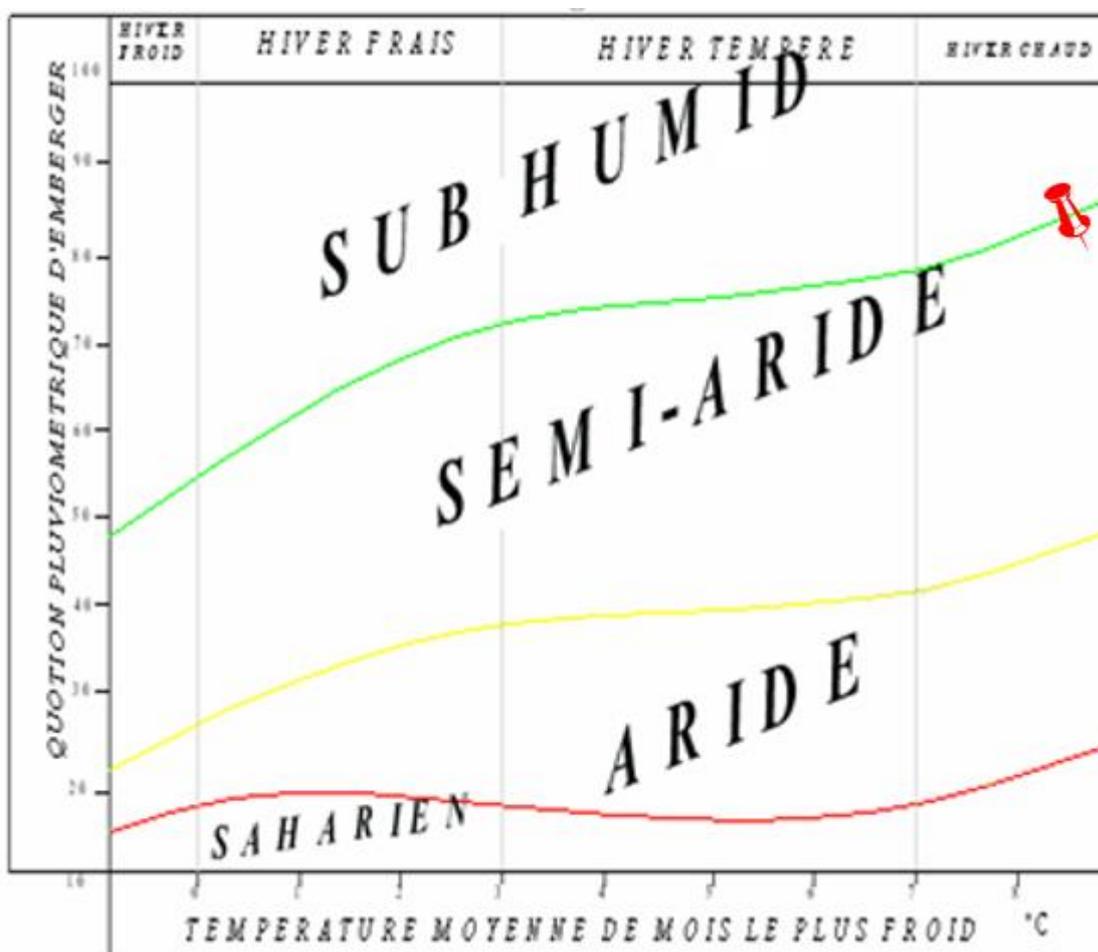


Figure I.4 : Diagramme bioclimatique d'EMBERGER. Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

### 5.1.1.3 Classification du climat selon le diagramme d'Ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme Ombrothermique permet de définir les mois secs de l'année. Les précipitations sont exprimées en mm. Lorsque celles-ci sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés centigrades ( $P \leq 2T$ ).

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

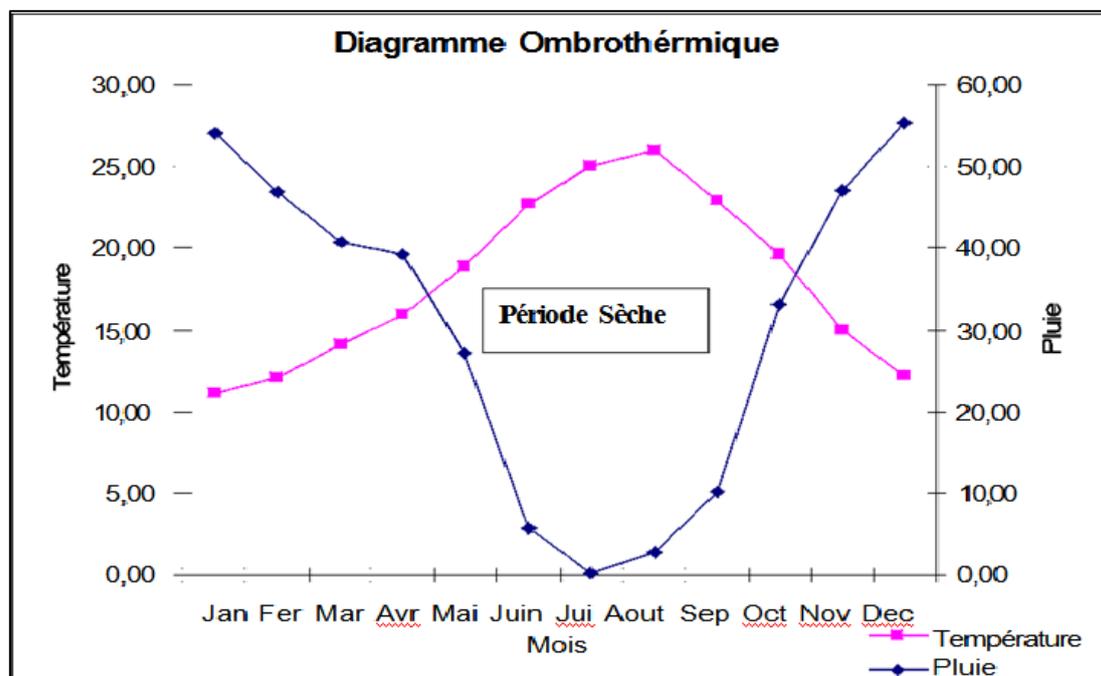


Figure I.5 : Diagramme Ombrothermique de Gausson

### Discussion du diagramme

D'après la courbe on distingue deux zones :

- la zone humide s'étale du mois de novembre jusqu'au mois d'Avril,
- la zone sèche s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'octobre.

## 6 Conclusion

Le périmètre De M'lita jouit d'un climat de type méditerranéen semi-aride, caractérisé par un hiver frais, et un été sec, période où le déficit en eau se fait le plus sentir. La pluviométrie de la région avec une moyenne relevée sur 35 ans de 358 mm/an, sa répartition durant l'année est irrégulière où plus de la moitié des précipitations annuelles tombe durant la période de Décembre-Mars, en été les précipitations sont presque nulles et le recours à l'irrigation des terres s'impose.

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

## 1 Introduction:

La pédologie est la science qui étudie la formation et l'évolution d'un sol sous l'action du milieu, du climat, de l'activité biologique, et de la végétation.

L'étude pédologique est un facteur primordial pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols.

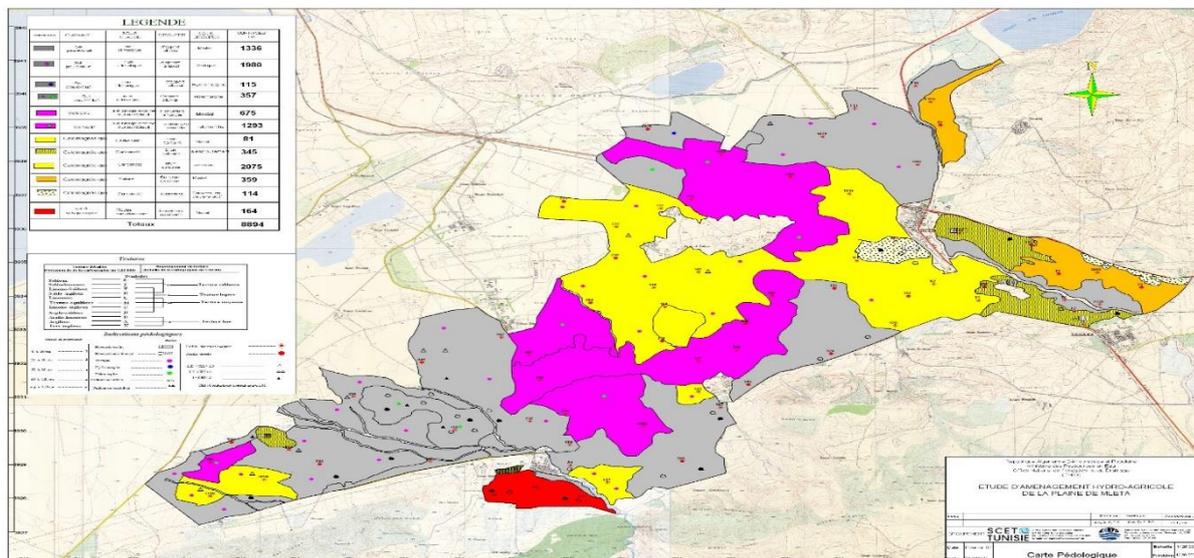
L'étude pédologique du périmètre a pour objectifs :

- ✓ D'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation ; en mettant l'accent sur une hiérarchie d'aptitude des différentes zones et sur l'existence de contraintes éventuelle pour l'aménagement.
- ✓ De fournir à l'ingénieur d'irrigation les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol et l'eau ; à savoir dose d'irrigation et vitesse d'infiltration, qui conditionnent la conduite et l'organisation des arrosages.

## 2 Classification des sols :

### 2.1 Classifications du sol sur le périmètre :

L'étude des ressources en sols menée au cours de l'étude sur environ 1217 ha (zone supérieure à l'emprise du future périmètre retenu) a permis de distinguer quatre catégories d'aptitudes des sols à l'irrigation disponibles dans le périmètre d'étude (figure II-1).



**Figure II-1 : Carte Pédologique de périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD**

---

## 2.2 Types de sols sur le périmètre :

La prospection pédologique et l'analyse des échantillons au laboratoire, ont permis de reconnaître le types de sols de notre périmètre est de classe :

- **Sols Calcimagnésique :**

Cette classe est subdivisé en deux groupes les carbonatés et les saturés. Ces sols se caractérisent par un profil constitué d'un horizon a humifère et parfois caillouteux de texture moyenne à légère, d'un horizon intermédiaire riche en calcaire (amas, nodules) reposant sur une accumulation calcaire continue rarement dure.

### 2.2.1 Description morphologique :

- **0-20 cm :** Horizon sec brun gris cohérent et très compact motteux poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure grume polyédrique fine squelette 5% formé de graviers anguleux chevelu dense de racines et radicelles activité biologique bonne transition nette régulière effervescence Hcl forte.
- **20-40 cm :** Horizon sec brun gris très cohérent compact et motteux assez poreux de texture fine argilo limoneuse et de structure polyédrique grossière peu de racines et de radicelles graviers 5% effervescence Hcl forte transition nette.
- **40-70 cm :** Horizon sec blanchâtre compact assez friable de texture moyenne équilibrée et de structure grume polyédrique pas de racine quelques graviers anguleux effervescence HCl forte transition nette et distincte.

## 2.3 Perméabilité du sol de la plaine d'étude :

La **perméabilité du sol** est la propriété qu'a le **sol** de transmettre l'eau et l'air ; c'est une des qualités les plus importantes à prendre en considération pour la pisciculture. Un étang construit dans un **sol** imperméable perdra peu d'eau par infiltration. Plus le **sol** est **perméable**, plus l'eau s'infiltré.

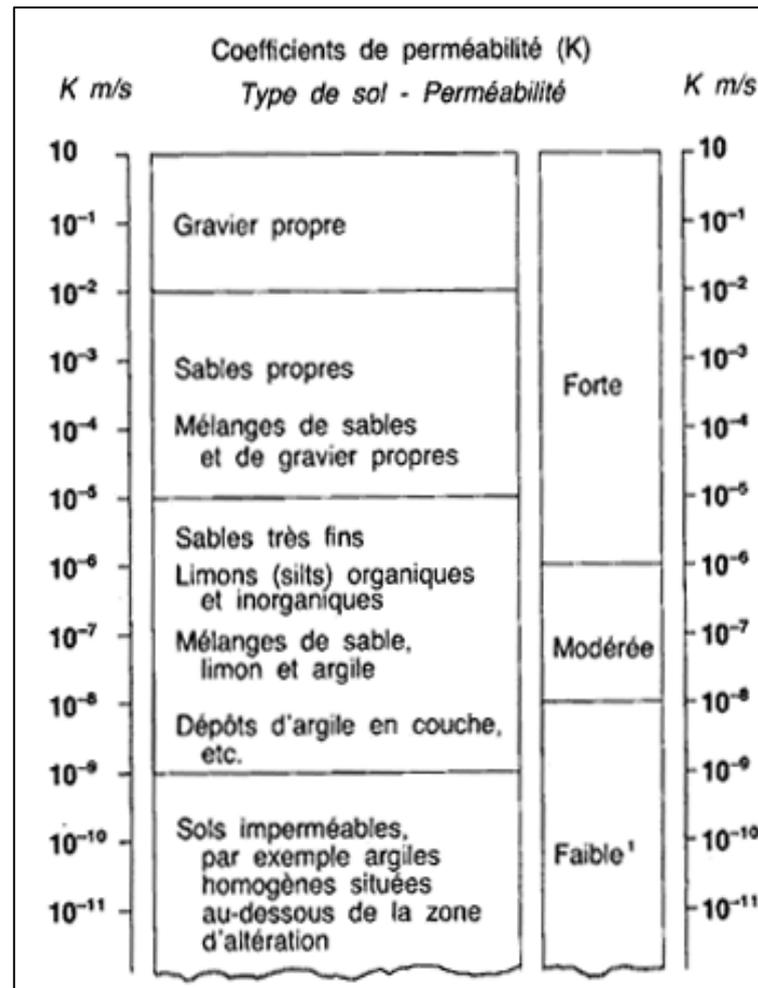


Figure II-2 : coefficient de perméabilité selon le type du sol, Source FAO

Donc selon la classification FAO les sols sont moyennement perméables à perméables. Les superficies sont réparties comme indiquées dans le tableau suivant :

Tableau II-1 : Répartition des superficies par classe de perméabilité

Perméabilité (cm/h)	Superficie (ha)
Sols peu perméables	706
Sols moyennement perméables	4049
Sols perméables	3677
sol médiocre	485

## 2.4 La conductivité hydraulique :

Selon la classification FAO, la majorité de ces valeurs indiquent que les sols sont caractérisés par une conductivité très faible à faible.

**Tableau II-2 : Répartition des superficies par classe de conductivité**

Conductivité hydraulique (m/j)	Superficie (ha)
Très faible	1358
faible	928

## 2.5 Caractéristiques physiques :

Lors de la prospection pédologique, les horizons décrits ont généralement des structures fragiles, polyédrique moyenne à fine, friable à tendance particulière. Elle devient massive a sous structure polyédrique et prismatico-lamellaire avec des niveaux de compaction assez élevés.

Ces structures défavorables apparaissent à des niveaux peu profonds dans la plupart des sols.

### 2.5.1 La texture :

La texture du sol permet de préciser les proportions relatives de diverses tailles des particules d'un sol donné.

Les analyses granulométriques ont montrées que les sols possèdent des textures fines à très fines en surface et en profondeur, pour atteindre des taux élevés (>38%).

C'est dans les sols peu évolués que le taux d'argile le plus élevé a été obtenu. Cependant, un nombre significatif d'échantillons possède des textures équilibrées.

### 2.5.2 La structure :

Dans les sols à texture fine a très fine, la perméabilité est relativement élevée. La structure permet de préciser l'organisation des divers types de sols et les limites de certains horizons. Elle n'est pas une valeur constante : elle varie dans le temps avec les saisons, en fonction de l'humidité et sous l'effet de la culture. L'agent principal de la structure du sol est l'eau. On parle de structure «stable» ou «instable» selon que le sol est résistant à l'eau et dont les agrégats se délitent ou pas en milieu humide.

Un ensemble de propriétés comme la perméabilité, la porosité et la cohésion sont étroitement liées à la structure.

### 2.5.3 Point de flétrissement :

Le point de flétrissement est la quantité d'eau qui correspond à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbée par les racines. Dans ces conditions, les forces de succion de la plante égalent la force de rétention capillaire.

Il n'y aura plus d'eau disponible pour la plante, donc la plante va commencer à se faner. Le maintien prolongé de la plante à ce point de flétrissement provoque des accidents importants de la végétation. Les valeurs trouvées du point de flétrissement et 4 à 12 % pour nos sols avec une moyenne de 8 %.

---

## 2.5.4 Capacité de rétention :

La caractéristique du sol de pouvoir retenir l'eau constitue sa capacité de rétention, elle est exprimée en % de la terre sèche. Celle-ci varie suivant les sols en sens inverse de la grosseur des constituants granulaire, c'est-à-dire :

- pF3 : correspond à la capacité de rétention des sols à texture fine.
- pF2.5 : correspond à la capacité de rétention des sols à texture légère et sols sableux.

Les résultats analytiques de la capacité de rétention, a Pf2.5 car la majorité des sols ont des textures légère et sableux : de 10 % à 18 %

## 2.6 Caractéristiques chimiques :

### 2.6.1 Le potentiel hydrogène (PH) :

Le PH est un coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité du milieu. Il a une influence sur l'ensemble des réactions chimiques du sol. Dans les horizons de surface, les valeurs du PH se situent entre 7.5 et 8, ce qui correspond à des horizons faiblement à moyennement alcalin. Alors qu'en profondeur, les valeurs les plus fréquentes reviennent entre 7.8 et 8.20. En définitive, on enregistre, à peu près les mêmes valeurs en surface et en profondeur. Ceci revient à la présence de calcaire total et actif en quantité importante dans les sols. Cette alcalinité provient surtout de l'aridification du climat, l'absence de lessivage et une pluviométrie peu abondante.

### 2.6.2 Capacité d'échange cationique (CEC) :

La capacité d'échange cationique (CEC), exprimée en meq/100g traduit la richesse du sol en éléments nutritifs. Les résultats analytiques donnent les valeurs assez intéressantes, entre 16 et 32 meq/100g, ce qui correspond à des sols moyennement riches en éléments nutritifs. Dans les horizons de surface, elle reste supérieure à 18 meq/100g. Cependant, les valeurs les plus fréquentes obtenues se situent entre 16 et 25 meq/100g.

- **le calcium** : les résultats analytiques du calcium (ca++) obtenus se situent entre 16 et 28 meq/100g. ces valeurs correspondent à des sols saturés en calcium. Cependant, les valeurs supérieures à 30 meq/100g sont enregistrées dans certains sols peu évolués et calcimagnésiques, il ya une saturation en ion calcium. L'analyse de l'élément calcium se trouve en quantité le plus souvent supérieure ou égale à celle de la capacité d'échange cationique.
- **Le magnésium** : la présence du magnésium sur le complexe absorbant en quantité élevée est responsable de l'alcalinisation des sols dans les plaines setifiennes qui augmente le PH. Les résultats analytiques révèlent des quantités inférieurs à 2.5 meq/100g, le plus souvent inférieure a 2 meq/100g. dans les sols peu évolués, on enregistre des valeurs comprises entre 5.7 et 13 meq/100g, Le magnésium étant retenu moins facilement par le pouvoir absorbant et il est plus rapidement lessivé.

### 3 Aptitudes culturales :

#### 3.1 Détermination des aptitudes culturales des sols :

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures, cette étude est primordiale, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures.

**Tableau II- 3 : Surface et nombre de parcelles par commune**

	Unités foncières		Parcelles		Surface	
	Nbre	%	Nbre	%	Ha	%
Oued Tlelat	221	30	296	34	4 421,3	46

Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

La distribution des superficies et des parcelles par commune fait apparaître que la taille moyenne des parcelles est plus élevée à Oued Tlelat. En effet, la taille moyenne des parcelles est 11,01 Ha pour la zone étudiée. L'examen des données détaillées issues de l'enquête foncière montre la présence de terres incultes ou occupées par des bâtiments (habitations et autres) ou appartenant à des structures publiques (APC, ministère de la Défense Nationale, Ministère de la Jeunesse et des Sports). Ces terres ne sont pas de vocation agricole et devraient donc être soustraites du périmètre.

La mise en valeur des sols du périmètre par des cultures irriguées doit répondre à l'adéquation entre les caractéristiques intrinsèques du sol et les exigences des cultures à mettre en place à savoir :

- De la profondeur du sol.
- De la texture.
- De la structure.
- Du calcaire et du ph.
- De l'hydromorphie et autre

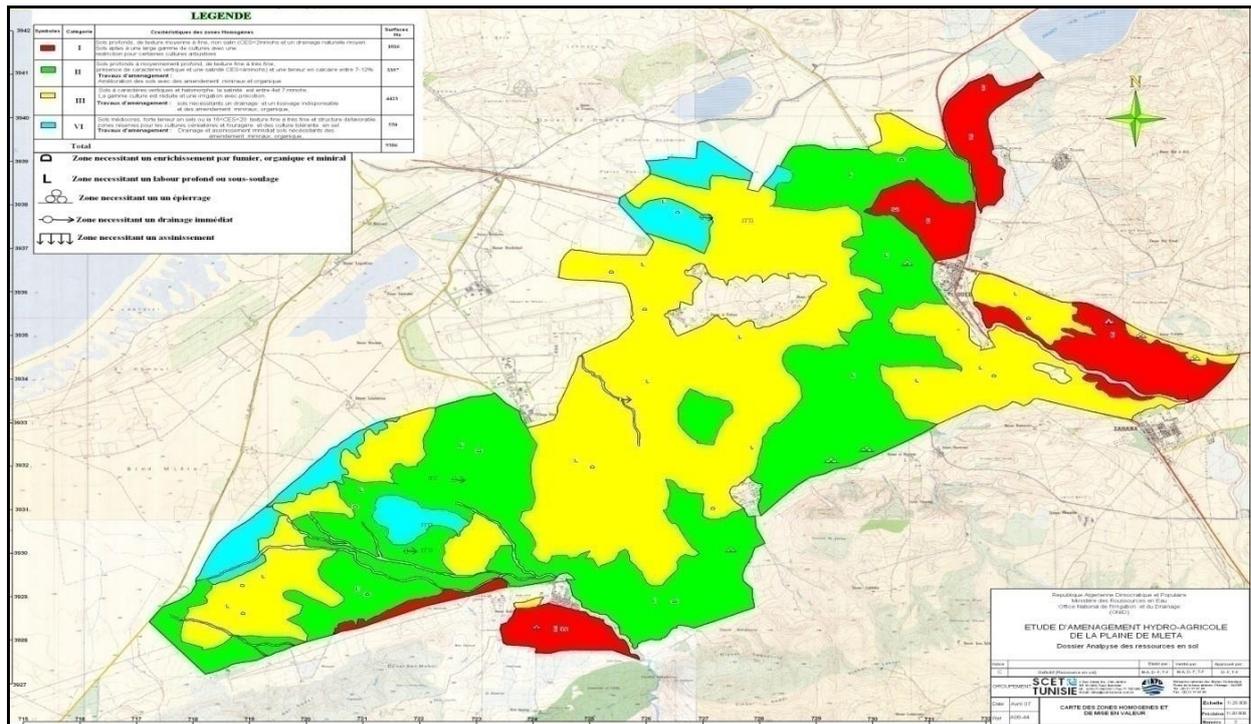


Figure II- 3 : Aptitudes culturales des sols en irrigué, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

#### 4 Etude foncière :

L'étude d'enquête foncière menée dans le cadre du projet nous a permis d'établir la structure foncière de la zone d'étude.

##### 4.1 Statut foncier des exploitations :

La répartition de l'effectif des exploitations agricoles de la zone du projet, selon le statut foncier (EAC, EAI, Privé, ferme pilote et autres) est détaillée, le tableau ci-dessous représente la distribution du foncier à la zone d'étude par le secteur public et privé :

Tableau II- 4 : Distribution du foncier a la zone d'étude par classes

Classes	Nombre de parcelles	Superficie (ha)	Superficie (%)
EAC	8	2 018,3	47,0%
EAI	62	918,8	21,4%
Ferme Pilote	1	858,3	20,0%
Privé	59	485,6	11,3%
Autres	3	9,1	0,2%
Total	133	4 290,1	100,0%

Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

## 4.2 Contexte général des productions végétales :

Les données collectées au niveau des services agricoles d'Oran indiquent que la S.A.U des communes impliquées dans le projet d'étude du périmètre de Méltà est d'environ 13 700 ha dont 230 ha seulement sont irrigués soit 1,6 % de la surface totale (DSA d'Oran).

L'occupation du sol dans l'aire d'étude est peu diversifiée, elle comprend des superficies importantes de cultures céréalières associées parfois à l'élevage. En effet, la répartition spatiale de ces cultures est intimement liée aux conditions édaphiques, aux paramètres socio-économiques et surtout à la disponibilité de la ressource en eau.

C'est une région à vocation agricole, le manque d'eau d'irrigation et aux moyens financiers, a fait que la zone n'a pu être mise en valeur. Ces terres sont cultivées principalement par les cultures en sec qui couvrent une surface d'importance similaire dans les deux communes concernées par le projet d'étude. Elles représentent plus de 98% de la superficie agricole cultivée. Les cultures céréalières représentent 8 990 ha soit 93 % des cultures annuelles. Les cultures fourragères occupent la seconde place avec seulement 500 ha, représentées par l'avoine, et l'orge fourragère. En ce qui concerne l'arboriculture, cette dernière occupe 3 174 ha dominés par l'olivier avec 2030 ha, les autres espèces fruitières à pépins et à noyaux s'étalent sur 1 047,5 ha.

Enfin pour ce qui est du maraîchage, cette catégorie est très peu développée, représentée seulement avec 90,ha, occupés par le petit pois, la fève et le melon. La faible pratique des cultures maraîchères n'est pas un choix fait par les agriculteurs, mais une conséquence des insuffisances des ressources en eau de surface et une absence de ressources en eau souterraine de qualité. Cette contrainte majeure explique également l'importance de la céréaliculture. Par ailleurs la jachère est aussi pratiquée, elle résulte essentiellement des faibles précipitations aggravées par le peu de moyens.

**Tableau II-5 : l'occupation du sol dans les communes concernées,**

Occupation du sol (ha)	Oued Tlélet	Tafraoui	Total
SAU	5700	8012	13712
Céréales	3540	5450	8990
Fourrages	300	200	500
Légumes secs	30	70	100
Maraîchères	50,5	40	90,5
Olivier	1019	1011	2030
Arboriculture à pépins et à noyaux	635	410	1045
Vigne	118	54	172
Figuier	24	72	96
Jachère	207	478	685
Total	5923,5	7785	13708,5

Source ONS (Office National des Statistiques)

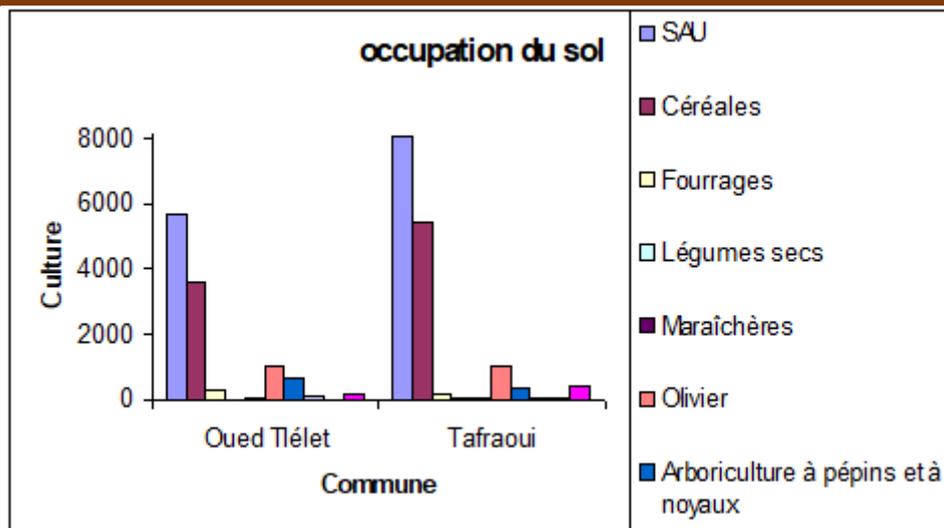


Figure II-4 : Histogramme d'occupation du sol, Source DSA (Directions des Services Agricoles) Oran

## 5 Conclusion :

L'étude pédologique est primordiale avant tout aménagement hydro-agricole d'un périmètre. L'analyse approfondie des sols et l'analyse physico-chimique montrent que les sols **calcimagnésiques** sont les plus répandus dans le secteur, et qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Texture argileuse à argileux-limoneuse.
- Sol moyenne perméable.
- bonne activité biologique avec une matière organique décelable.

L'analyse des aptitudes culturales, a révélé que les sols ne présentent pas de grandes restrictions vis-à-vis des spéculations agricoles les plus consommées dans la région.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique et une opportunité socio-économique pour l'aménagement du **plaine de M'léta**

**Chapitre III :**  
**« Ressource en eau »**

## 1 Introduction :

Le présent chapitre a pour objet d'examiner les ressources en eau du **barrage de Tlélat** qui permettent d'approvisionner en eau et d'irriguer le périmètre de la plaine de M'léta.

## 2 Caractéristiques hydrauliques du Barrage de Tlélat :

Le barrage Tlélat, est de caractéristique suivant :

- Cote retenue normale : 288 m NGA
- Cote minimale exploitable : 270 m NGA
- Cote de la bonde de fond : 262 m NGA
- Cote nominale d'alimentation en mois de pointe : 276m NGA
- Volume de la retenue normale : 13 Millions de m3.



**Figure III-1 : Image satellitaire du barrage de Tlélat, Source Google Earth 2019**



**Figure III-2 : Vue générale de la cuvette du barrage de Tlélat, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD**

## **2.1 Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage :**

La qualité chimique de l'eau provenant du barrage a été étudiée sur des échantillons prélevés au long de diverses années, et ceci à partir des eaux de barrages Tlélat.

La classification des eaux d'après la qualité chimique a été établie selon le diagramme de l'USDA (classification américaine).

## **2.2 Classification des eaux pour l'irrigation :**

La qualité de l'eau d'irrigation dépend des facteurs suivants :

- La Conductivité électrique CE.
- le rapport d'absorption du Sodium SAR.

Les deux premiers critères à savoir la salinité de l'eau et l'alcalinité sont d'importance majeure, car un excès de sel augmente la pression osmotique de l'eau du sol et provoque des conditions qui empêchent les racines d'absorber l'eau, provoquant une sécheresse physiologique et un flétrissement des plantes puisque les racines n'absorbent pas suffisamment d'eau pour remplacer celle perdue par évapotranspiration.

### **Remarque :**

La quantité totale des sels est exprimée, généralement, par la conductivité électrique (CE), elle est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm.

### 2.2.1 La Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25°C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

**Tableau III-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique**

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

Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

#### Remarque 1 :

**C1** : convient pour toutes les cultures

**C2** : convient pour les plantes moyennement tolérantes

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

**C4** : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

L'eau du barrage de Tlélat prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne. **CE = 0,72mmhos/cm**

### 2.2.2 Le SAR (Sodium Absorption Ration) :

On utilise le **SAR** pour classer les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. L'eau caractérisée par un **SAR** supérieur à 10 aura tendance à produire une accumulation de sodium dans le sol. Le sodium agit au niveau de la défloculation du sol argileux ce qui entraîne une diminution de la macroporosité (air) et du taux d'infiltration de l'eau. Cette action sur la structure du sol est particulièrement néfaste pour les gazons fortement piétinés.

À l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes. La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol comme le tableau suivant :

**Tableau III-2 : Classification des eaux en fonction de SAR**

<b>SAR en Méq/l</b>	
SAR de 10 et moins bas taux de sodium	<b>Classe S1</b> : risque alcalin faible
SAR de 10,1 à 18 taux moyen de sodium	<b>Classe S2</b> : risque alcalin moyen
SAR de 18,1 à 26 haut taux de sodium	<b>Classe S3</b> : risque alcalin élevé
SAR au-dessus de 26,1 très haut taux de sodium	<b>Classe S4</b> : risque alcalin très élevé

Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD

**Classe S1** – l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.

**Classe S2** – l'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Par contre, l'eau peut être utilisée dans les sols sableux ayant une bonne perméabilité.

**Classe S3** – peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendements tels que le gypse pourraient être nécessaires pour échanger les ions Sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.

**Classe S4** – cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation

### **Remarque 2 :**

L'eau du barrage de Tlélat prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une valeur de SAR (Sodium Absorption Ration) égale à : **SAR = 7.068 Méq/l**

Grace à la formule suivant :

$$SAR = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots\dots\dots (III.1)$$

On se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (**Figure III.4**). On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque d'alcalinité moyen aussi, c'est pour ça on le trouvé dans l'intervalle (C2-S2),

Ce qui montre que la qualité de ces eaux est acceptable dans le domaine d'irrigation

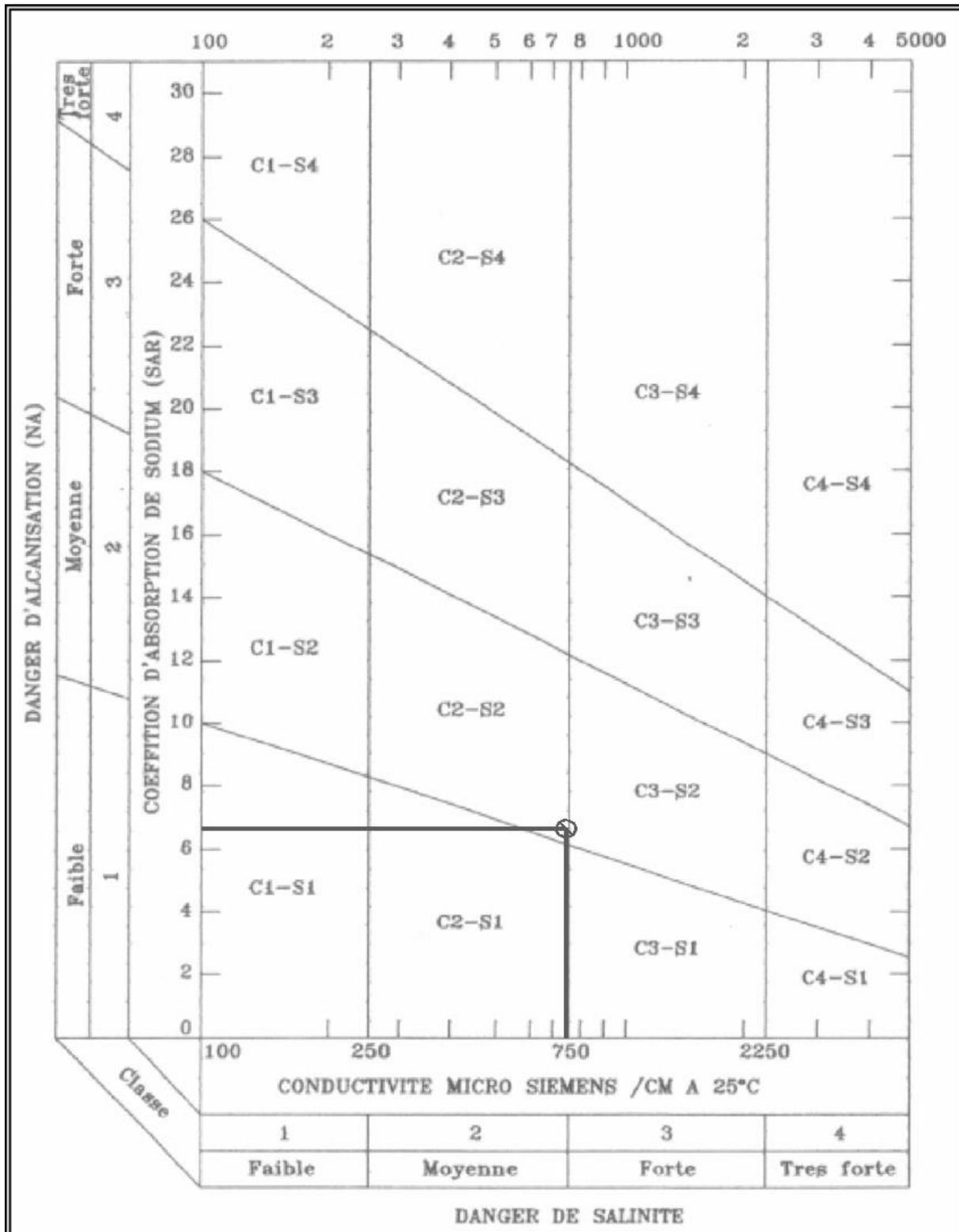


Figure III-3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

### 3 Hydrologie :

L'étude hydrologique est nécessaire dans les projets d'irrigation, le but du présent volet est de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro hydro-agricole.

L'étude consiste à :

- Homogénéisation des séries pluviométrique.
- L'étude fréquentielle de la série pluviométrique par des lois statistiques, et déterminer l'année de calcul.

#### 3.1 Choix de la station pluviométrique :

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

L'agence nationale des ressources en eau (ANRH), gère plusieurs stations pluviométriques. Les données météorologiques, utilisées dans cette étude sont extraites de la banque de donnée obtenue auprès de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) pour douze ans, et l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), Il s'agit de données moyennes sur une période de trente ans (1978 à 2013).

Les stations météorologique retenue comme étant représentative de la zone d'étude est celle d'Oran (Oued Tlelat, pépinière) ces choix se justifient par :

- la station d' SENIA est située à proximité du périmètre et à une altitude proche de celle de la zone d'étude ;
- disponibilité des diverses données climatiques sur une période récente.

Pour notre région nous avons choisi la station d' SENIA codée par l'ANRH, dont les coordonnées sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau III-3 : Caractéristiques de la station pluviométrique de SENIA**

Station	Latitude, N	Longitude W	Altitude Z, m	Période d'observation
SENIA	35°38	00°36w	90	1978-2013

(Source : ONM).

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

La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique SENIA (1978-2013) est donnée dans le tableau ci-après :

**Tableau III-4 : Pluies moyennes mensuelles observées à la station de SENIA, Source ANRH-ALG, (35 ans)**

Années	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Annuel
1978	33.1	52.4	21.5	54.3	96.1	11.4	15	30.8	53.6	0.8	0.4	0	369.4
1979	0.1	30.8	68.2	11.4	27.8	8.6	20.1	62.6	26.3	3.6	0	0.4	259.9
1980	8.7	9.7	27.5	140.1	34.8	40.9	20.5	35.5	11.7	20.6	0.2	0.3	350.5
1981	1.5	3.7	0.3	54	38	38.1	22	32	12	21	2.6	1.2	226.4
1982	2.1	25.7	12	58	41.6	38.1	29	12	26.5	11.3	2.3	2.7	261.3
1983	1.2	23.2	26.3	34	42	36	32	12.3	22.1	14.2	2.1	3.1	248.5
1984	5.3	31	28	32	45.5	29.5	25.8	16.2	22	8.9	0	1.2	245.4
1985	2.5	22	31.5	33	47.9	32.4	28	1.5	27	6.2	0.2	1.1	233.3
1986	47	13	38.5	33.5	35.5	36.5	1.4	1.5	10.5	0	22.5	6	245.9
1987	32.1	18.7	27.2	23.6	99.4	18.1	8.5	25.4	29.4	6.4	0	0	288.8
1988	21.3	1.5	29.4	2.6	19.5	37.2	97.7	39.7	21.8	15	0	0	285.7
1989	11.8	6.4	7.7	40.9	145.2	0	29.2	149.8	9	1.9	0	0	401.9
1990	4.8	18	93.9	32.3	58.9	54.3	146	6.2	30.7	2.3	0.1	5.5	453
1991	5.3	28.2	52.1	41	30.2	17.9	107.9	13.4	80	20.2	13.5	0	409.7
1992	0	28.9	20.9	28.7	0.3	74.4	43.5	28.8	18.6	2.3	2.8	0.6	249.8
1993	6.7	42.1	81.9	4.8	41.8	64	5.6	30.3	5.8	0	0	0	283
1994	23.5	40.1	22.7	7.8	14.8	77.1	74	24.1	4.3	12.3	0	9.5	310.2
1995	11.3	7.5	30.7	112.8	64.1	77.6	51.1	23.9	7.2	0	0	0.3	386.5
1996	32.3	4.8	9.6	38.3	58.9	4.6	0	61.6	9.4	0.9	0	6.5	226.9
1997	33	28.7	47.9	21.3	27.6	13.1	30.8	23.4	2.6	4.3	0	5	237.7
1998	33	20.7	45.2	69.8	71.3	63	30	0	0	1.3	0.6	0	334.9
1999	13.1	26.3	125.2	71.3	62	61	11.2	11.8	35.1	0	0	0	294
2000	13.7	44	107.3	17.6	49.1	95.9	0.5	15	28.2	0	0	0	371.3
2001	18.5	23.3	192.5	23.7	1.7	3.8	55.1	50.1	31.1	0	0	15.4	415.2
2002	0	11.3	67.8	0.4	84.3	85.4	8.9	22.9	26.8	0.4	0	10.3	318.5
2003	0	18.6	44.9	68.6	22.7	23.5	16.2	61.8	55.6	0	0	0	311.9
2004	3	36	69.8	68.9	12.5	59.5	23.1	6	0	7.6	0	0	286.4
2005	8.7	5.7	67.8	37.4	74.7	61.2	10.8	24.2	14.4	10.5	0	0	315.4
2006	8.9	0	27	105.6	27.2	34.1	44.3	76.1	0.8	0	0	0	324
2007	23.9	130.5	136.5	15.4	3.5	15.5	4.8	2.3	9.8	14.2	0	0	356.4
2008	82.4	83.7	55.3	109.6	21.7	28.4	13.6	41.4	6.8	0	0	0.5	443.4
2009	55.6	4.1	14.4	35.7	165.5	51.6	61	29.3	7.5	3.7	0	12.6	441
2010	10.5	48.6	35	15.3	25.3	21.2	14.1	45	39.6	10	0	0.6	265.2
2011	23.3	35	12.7	116	15.1	92	108.3	108	1	10.7	0	0	522.1
2012	9.2	76.2	15.6	0	8.8	46.9	125.7	159.5	22.3	0.3	0	2.4	466.9
2013	11.7	3.1	43.1	32.9	41.4	62	21.5	61	53.2	6.8	3.2	13.5	353.4

D'après les résultats du tableau ci-dessus, on remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle pour la période 1978 –2013. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes durant les mois de printemps et relativement maximales en hiver.

### 3.3 Etude statistique des précipitations :

#### 3.3.1 Etude de l'homogénéisation de a série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au test de Wilcoxon ou test des rangs, ce test permet l'homogénéisation de la série sans qu'il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d'une station voisine, étalé sur la même période d'observation.

Soient 2 variables aléatoires Y et X, représentant respectivement 2 séries de précipitations annuelles de taille N1 et N2.

Y étant la série à étudier et X étant la série de base avec  $N_2 > N_1$ .

Si l'échantillon Y est issu de la même population que l'échantillon X, l'échantillon nouveau YUX est également issu de la même population.

On classe les éléments de ce nouvel échantillon Y U X par ordre décroissant et on associe à chacune des valeurs le rang qu'elle occupe dans cette série.

On calcul les quantités  $W_y$  et  $W_x$  :

$W_y$  : représente la somme des rangs des Y et c'est celle qui nous intéresse et est égale a :

$$W_y = | \sum_{i=1}^n \text{rang} | = | 1+3+4+\dots+13+17+\dots+n |$$

$$W_x = | \sum_{j=1}^{n-1} \text{rang} | = | 2+5+\dots +12+14+15+16+\dots + n-1 |$$

L'hypothèse est vérifiée si :  $W_{min} < W_y < W_{max}$

Avec :

$$W_{min} = \frac{(N_1+N_2+1)N_1-1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1+N_2+1)}{12}} \dots\dots\dots \text{(III.2)}$$

$$\text{Et: } W_{max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{min} \dots\dots\dots \text{(III.3)}$$

$U_{1-\frac{\alpha}{2}}$  : représente la valeur de la variable centrée réduite de Gauss correspondant à une

probabilité de  $1 - \frac{\alpha}{2}$

Tableau III-5 : Test de Wilcoxon de la station de SENIA.

Rang	Série d'origine (mm)	Série Y	Série X	TRI	X U Y
1	369,4	369,4	283	226,4	Y
2	259,9	259,9	310,2	226,9	X
3	350,5	350,5	386,5	233,3	Y
4	226,4	226,4	226,9	237,7	X
5	261,3	261,3	237,7	245,4	Y
6	248,5	248,5	334,9	245,9	X
7	245,4	245,4	294	248,5	Y
8	233,3	233,3	371,3	249,8	Y
9	245,9	245,9	415,2	259,9	Y
10	288,8	288,8	318,5	261,3	Y
11	285,7	285,7	311,9	265,2	X
12	401,9	401,9	286,4	283	X
13	453	453	315,4	285,7	Y
14	409,7	409,7	324	286,4	X
15	249,8	249,8	356,4	288,8	Y
16	283		443,4	294	Y
17	310,2		441	310,2	X
18	386,5		265,2	311,9	X
19	226,9		522,1	315,4	X
20	237,7		466,9	318,5	X
21	334,9		353 ,4	324	X
22	294			334,9	X
23	371,3			350,5	Y
24	415,2			353,4	X
25	318,5			356,4	x
26	311,9			369,4	y
27	286,4			371,3	x

28	315,4			386,5	x
29	324			401,9	y
30	356,4			409,7	y
31	443,4			415,2	x
32	441			441	x
33	265,2			443,4	x
34	522,1			453	x
35	466,9			466,9	x
36	353,4			522,1	x

Après avoir effectué les calculs on obtient :

$$W_y = 313,65 \quad ; \quad W_{min} = 215,92 \quad ; \quad W_{max} = 339,08$$

Donc :  $215,92 < 313,65 < 339,08$

D'où :  $W_{min} < W_X < W_{max}$

### **REMARQUE :**

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

### **3.3.2 Ajustement statistique des pluies :**

Les séries pluviométriques peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre projet on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les Lois d'ajustement les plus utilisées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi log normale.

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

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

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

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

La méthode de Gauss consiste à :

- Classer les valeurs des précipitations annuelles par ordre croissant.
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- Classer les fréquences des valeurs observées par la formule :

$$F(x) = \frac{n - 0.5}{N} \dots\dots (\text{III.6})$$

Avec :  $n$  : Numéro d'ordre

$N$  : nombre d'années observées

- Calculer la moyenne arithmétique :  $\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n} \dots\dots\dots (\text{III.7})$
- Calculer l'écart type :  $\delta = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$  pour  $n > 30 \dots\dots\dots (\text{III.8})$
- Calculer la variable réduite de Gauss :  $U = \frac{X - \bar{X}}{\delta} \dots\dots\dots (\text{III.9})$
- Calculer le coefficient de variation :  $C_v = \frac{\delta}{\bar{X}} \dots\dots\dots (\text{III.10})$
- Calculer les caractéristiques empiriques :  $(\bar{X} ; \delta ; C_v ; CS=0)$ .
- L'équation de la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien :

$$X_p \% = \bar{X} + \delta * U_p \% \dots\dots\dots (\text{III.11})$$

Avec :

$X_p$ : Précipitation de probabilité P%

$U_p$ : Variable réduite de Gauss

$\bar{X}$ : Moyenne arithmétique

$\delta$ : Ecart type

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

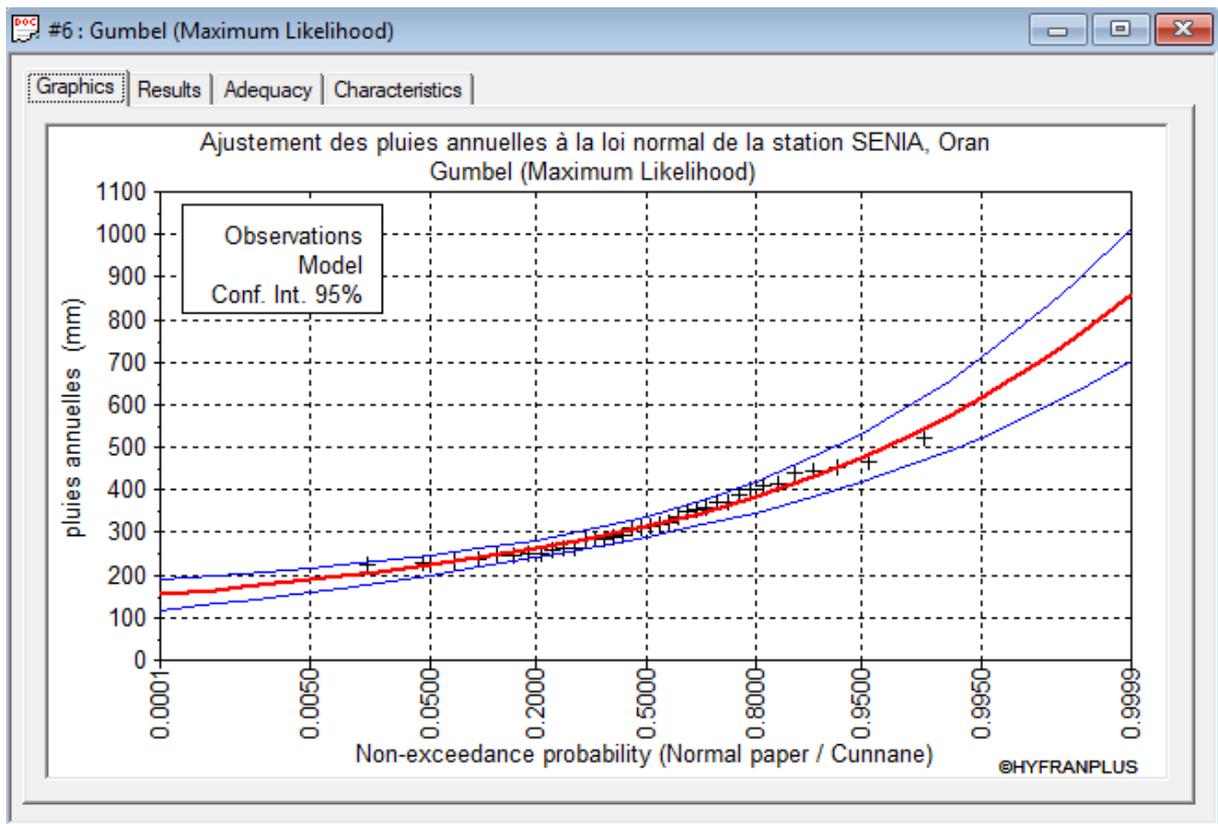


Figure III-4 : Le graphe de l’ajustement des pluies annuelles de la station de SENIA A la loi de Gauss ou loi normal (Gumbel)

### 3.3.2.2 Ajustement à la loi log-Normale :

L’ajustement par la loi log-normal se fait comme suit :

- Les données statistiques des pluies sont rapportées à l’échelle log-normale.

L’équation de la droite de Galton s’écrit comme suit :

$$\ln(X_p\%) = \overline{\ln(X)} + \delta \ln * (U_p\%) \dots \dots \dots \text{(III.14)}$$

$X_p\%$  : Précipitation probable a P%.

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

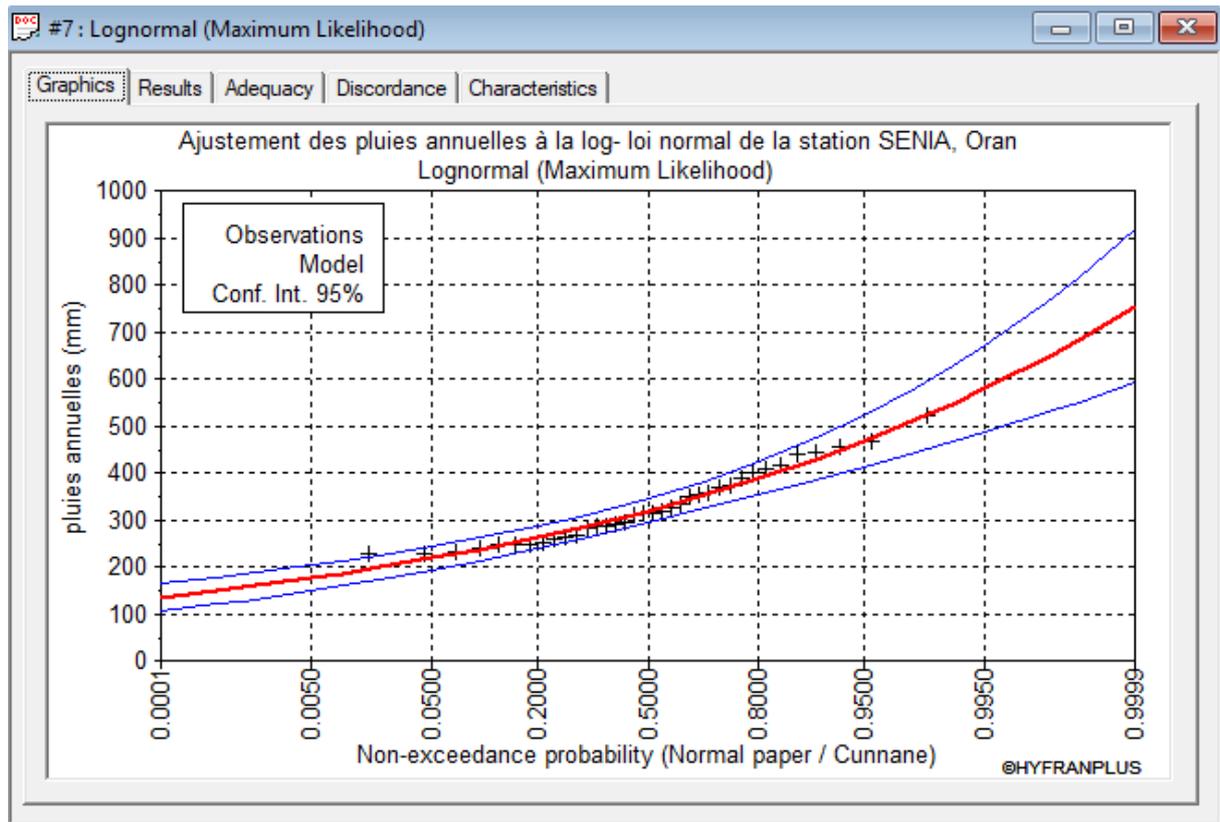
$\delta \ln$  : La variance calculée pour les précipitations observées sous l’échelle logarithmique sa formule s’écrit comme suit :

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)})^2} \quad \text{si } n < 30 \dots \dots \dots \text{(III.15)}$$

$$\delta \text{Ln} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Ln}(X_i) - \overline{\text{Ln}(X)})^2} \quad \text{si } n \geq 30 \dots \dots \dots \text{(III.16)}$$

Up%: variable réduite de Gauss

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



**Figure III-5 : Le graphe de l'ajustement des pluies annuelles de la station de SENIA A la loi de Gibrat-Galton ou loi Log normal (Gumbel)**

### 3.3.3 Test de validité d'un ajustement :

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

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

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

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

Avec :

k : nombre de classes

m : nombre de paramètres de la loi

$$\chi^2_{\text{cal}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \mu_i)^2}{\mu_i} \dots \dots \dots \text{(III.17)}$$

Où :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Tableau III-6 : Test de validité de l'ajustement**

	Loi normal	Loi log-normal
$\chi^2$ calculée	2,22	3,11
Degré de risque $\alpha$	0.05	0.05
Degré de liberté $\gamma$	5	5
Nombre de classes $k$	8	8

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

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

Le test de khi-deux ( $\chi^2$ ) montre que les deux lois présentent une même adéquation, sur la table de Pearson khi-deux ( $\chi^2$ ) théorique = 11.070, pour :  $\alpha = 0.05$  et  $\gamma = 5$

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

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

Après l'examen d'ajustement sur les deux lois, il en résulte que la loi log-normale s'ajuste mieux à la série des pluies annuelles pour la station de SENIA, Oran.

### 3.4 Détermination de l'année de calcul :

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

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

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 80\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \dots \dots \dots \text{(III.18)}$$

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

**Tableau III-7 : Détermination de l'année de calcul**

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)				
Période de Retour	Fréquence (q)	Quantile (Xt)	Ecart-type ( $\delta$ )	Intervalle de confiance (95%)	
5	0.80	388	17.5	353	422
2	0.50	319	12.3	295	343
1,25	0,20	263	11,8	239	286

$$P_{80\%} = 388 \text{ mm} \quad P_{50\%} = 319 \text{ mm} \quad \text{d'où : } \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} = 1.21$$

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

$$P_{i,80\% \text{ de chaque mois}} = P_{i,\text{moy de chaque mois}} \times \frac{P_{\text{théorique } 20\% (\text{annuel})}}{P_{\text{théorique } 50\% (\text{annuel})}} \dots\dots\dots \text{(III.19)}$$

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

$$P_{20\%} = 263\text{mm} \quad \text{donc : } \frac{P_{20\% (\text{annuel})}}{P_{50\% (\text{annuel})}} = 0.82$$

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

**Tableau III-8 : Détermination  $P_{i,80\%}$  de chaque mois**

Mois	Jan	Fév	Mars	avril	Mai	Juin	juil	Aou	Sept	Oct	nov	déc.
$P_{\text{moy}}$ mm/mois	44	44,5	24	33,5	25,5	3,5	0,5	2,5	13	60	66	40,5
$P_{\text{moy}80\%}$ mm/mois	36,08	36,49	19,68	27,47	20,91	2,87	0,41	2,05	10,66	49,2	54,12	33,21

#### 4 Conclusion :

Au terme de ce chapitre, nous avons pu dégager les principales caractéristiques d'eau d'irrigation de la zone du projet.

En premier lieu, le périmètre d'étude sera alimenté par la conduite de transfert du barrage de Tlélat, ce qui constitue une opportunité de développement hydro-agricole pour la région puis que les ressources en eau sont très limitées dans la wilaya d'ORAN.

L'étude hydrologique a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80%, afin de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, afin de satisfaire ses besoins.

**Chapitre IV :**  
**« Calcul les besoins en eaux  
d'irrigation »**

### 1 Introduction :

Les pluies, en particulier leur part efficace, fournissent une partie de l'eau requise pour satisfaire les besoins d'évapotranspiration des cultures. Le sol peut stocker une partie de l'eau de pluie et la restitue aux cultures en période de déficit. Sous les climats humides, ce mécanisme suffit pour assurer une croissance satisfaisante dans des systèmes de culture sans irrigation. Dans des conditions arides ou en cas de saison sèche prolongée, il est nécessaire d'irriguer pour compenser le déficit d'évapotranspiration (transpiration des cultures et évaporation à partir du sol) dû à l'insuffisance ou à l'irrégularité des précipitations.

L'objectif de ce chapitre est de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des calculs définis auparavant, telle que les doses et les dates d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures cultivées au cours de la période de végétation, afin de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

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

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

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

#### 2.1 L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps,  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{jour}$ , en  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{mois}$ , ou en  $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ . Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en  $\text{mm}/\text{jours}$  ou par **mois** ou par **an**.

On distingue :

- l'évapotranspiration de référence ( $ET_0$ )
- l'évapotranspiration maximale ( $ET_M$ )

### 2.1.1 Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence (ET<sub>o</sub>) :

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

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

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

Il existe plusieurs formules de calcul dont les principales sont :

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

La formule de **Penman** est la meilleure manière d'estimation de l'ETP sous tous les climats. Son seul inconvénient est qu'elle nécessite un nombre important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

Les experts de la FAO, recommandent la méthode de **Penman-Monteith (modifiée)** comme méthode privilégiée d'estimation de ET<sub>o</sub>.

#### Formule Modifiée de Penman\_Monteith

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

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

Avec :

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

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

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

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

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

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$e_s$  : pression de vapeur saturante [kPa],

$e_a$  : pression de vapeur réelle [kPa],

$e_s - e_a$  : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

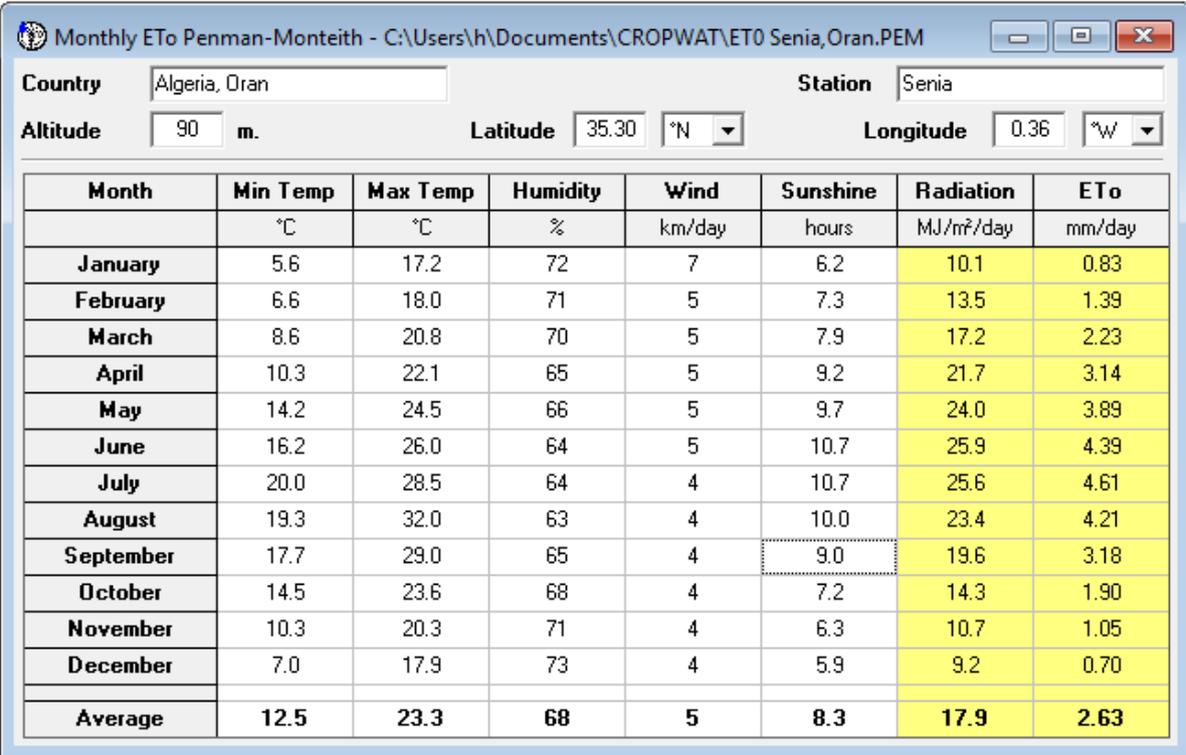
$D$  : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C<sup>-1</sup>],

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

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

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

Les résultats de l'évapotranspiration de référence  $ET_0$  calculés à l'aide du logiciel (**CROPWAT 8.0**), Les résultats trouvés pour la station de Mostaganem sont récapitulés dans le tableau ci-après :



The screenshot shows the 'Monthly ETo Penman-Monteith' window in CROPWAT 8.0. The input fields are: Country: Algeria, Oran; Station: Senia; Altitude: 90 m; Latitude: 35.30 °N; Longitude: 0.36 °W. The table below displays the monthly and average results for ET0.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sunshine hours	Radiation MJ/m <sup>2</sup> /day	ET <sub>0</sub> mm/day
January	5.6	17.2	72	7	6.2	10.1	0.83
February	6.6	18.0	71	5	7.3	13.5	1.39
March	8.6	20.8	70	5	7.9	17.2	2.23
April	10.3	22.1	65	5	9.2	21.7	3.14
May	14.2	24.5	66	5	9.7	24.0	3.89
June	16.2	26.0	64	5	10.7	25.9	4.39
July	20.0	28.5	64	4	10.7	25.6	4.61
August	19.3	32.0	63	4	10.0	23.4	4.21
September	17.7	29.0	65	4	9.0	19.6	3.18
October	14.5	23.6	68	4	7.2	14.3	1.90
November	10.3	20.3	71	4	6.3	10.7	1.05
December	7.0	17.9	73	4	5.9	9.2	0.70
Average	12.5	23.3	68	5	8.3	17.9	2.63

Figure IV.1 : capture d'écran sur logiciel CROPWAT 8.0 concernant des résultats d'ET<sub>0</sub>

**Tableau IV.1 : Evapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>) de la zone d'étude**

<b>Evapotranspiration de référence ET<sub>0</sub> de Penman-Monteith</b>							
<b>Pays : Algérie</b>		<b>station : Senia, Oran</b>				<b>Altitude : 90m</b>	
<b>Mois</b>	<b>T<sub>min</sub> °C</b>	<b>T<sub>max</sub> °C</b>	<b>Humidité (%)</b>	<b>Vent (m/s)</b>	<b>Insolation (heures)</b>	<b>Radiation MJ/m<sup>2</sup>/jour</b>	<b>ET<sub>0</sub> Mm/J</b>
<b>Janvier</b>	5.6	17.2	72	7	6.2	10.1	0.83
<b>Février</b>	6.6	18.0	71	5	7.3	13.5	1.39
<b>Mars</b>	8.6	20.8	70	5	7.9	17.2	2.23
<b>Avril</b>	10.3	22.1	65	5	9.2	21.7	3.14
<b>Mai</b>	14.2	24.5	66	5	9.7	24.0	3.89
<b>Juin</b>	16.2	26.0	64	5	10.7	25.9	4.39
<b>Juillet</b>	20.0	28.5	64	4	10.7	25.6	4.61
<b>Aout</b>	19.3	32.0	63	4	10.0	23.4	4.21
<b>Septembre</b>	17.7	29.0	65	4	9.0	19.6	3.18
<b>Octobre</b>	14.5	23.6	68	4	7.2	14.3	1.90
<b>Novembre</b>	10.3	20.3	71	4	6.3	10.7	1.05
<b>Décembre</b>	7.0	17.9	73	4	5.9	9.2	0.70
<b>Moyenne</b>	13.2	23.3	68	5	8.3	17.9	2.63

### 2.1.2 Calcul de l'évapotranspiration maximale (ET<sub>M</sub>) :

Les besoins en eau d'une culture (ET<sub>M</sub>), représentent l'évapotranspiration maximale de la culture considérée durant un stade végétatif donné.

Pour estimer l'évapotranspiration maximale (ET<sub>M</sub>) à partir de l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), on utilise les coefficients culturaux (K<sub>c</sub>), dépendant du type de la culture et de son stade de développement et des conditions climatiques qui y règnent.

L'évapotranspiration maximale (ET<sub>M</sub>) est mesurée comme suit :

$$ET_M = K_c \cdot ET_0 \quad \text{..... (IV.2)}$$

#### 2.1.2.1 Coefficients culturaux (K<sub>c</sub>) :

Les valeurs du coefficient cultural (K<sub>c</sub>) de chaque culture ont été ressorties, en fonction du stade végétatif de la plante ; de la force du vent et de la valeur moyenne de l'humidité moyenne minimale de l'air régnant au niveau de notre périmètre d'étude, à partir du bulletin

« Irrigation et drainage », **F.A.O N°24**.

### 2.2 Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures ( $B_i$ ) :

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

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

$$B_i = ET_M - (P_{eff} + K \cdot RFU_{i-1}) \dots \dots \dots (IV.3)$$

$ET_M$  : évapotranspiration potentielle de référence en (mm/mois)

$P_{eff}$  : pluie efficace en mm

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

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

Le calcul de la  $RFU$  se fait comme suit :

$$RFU = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times Da \times Z \dots \dots \dots (IV.4)$$

Avec :

$H_{cc}$  : Humidité à la capacité aux champs (35%)

$H_{pf}$  : Humidité au point de flétrissement (19%)

$Da$  : densité apparente (1.4)

$Y$  : degré de tarissement (2/3)

$Z$  : profondeur d'enracinement en mm

### 2.3 Calcul de la pluie efficace :

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

La pluie efficace est estimée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \times \text{Pluies moyenne mensuelle (mm/mois)} \dots \dots \dots (VI.5)$$

Avec :  $A$  : coefficient estimé à 0.8

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

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

**Tableau IV.2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
$P_{\text{moy}}$ (mm/mois)	35,2	35,6	19,2	26,8	20,4	2,8	0,4	2	10,4	48	52,8	32,4
$P_{\text{eff}}$ (mm/mois)	28,16	28,48	15,36	21,44	16,32	2,24	0,32	1,6	8,32	38,4	42,24	25,92

### 2.4 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.

#### 2.4.1 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**

Scenarios	Céréales	Fourrages	Arboriculture	Total
	%	%	%	%
1	45	15	40	100
2	45	15	40	100
3	45	10	45	100

#### **Note Bien :**

1. Pour notre secteur L'étage haut sur le périmètre de Mléta sa superficie équipée est égale **1281 ha** mais sa superficie irriguée est égale **1217 ha**
2. Dans notre mémoire on propose **le scénario 2** qui est un scénario équilibré. La gamme des cultures proposée relatives aux cultures envisageables dans notre scénario est indiquée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.4 : Occupation de sol du périmètre de Mléta en fonction des cultures proposées avec scénario 2**

Les cultures	Surface occupé en %	Surface occupée en Ha
<b>La céréaliculture :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Blé dur</li><li>▪ Blé tendre</li><li>▪ Orge</li><li>▪ Avoine</li><li>▪ Vesce-avoine</li></ul>	45	546
<b>Les cultures fourragères :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sorgho</li></ul>	15	183
<b>L'arboriculture :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Pêcher</li><li>▪ Prunier</li><li>▪ Abricotier</li><li>▪ Amandier</li><li>▪ Olivier</li><li>▪ Figuier</li></ul>	40	488
<b>Total</b>	100	1217

### 2.4.1.1 Cycle végétatif des cultures:

Le cycle végétatif des différentes cultures sont présentés dans le tableau dessous :

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV.5 : Calendrier d'occupation des sols pour les cycles culturaux**

Mois Cultures	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé dur												
Blé tendre												
Orge												
Avoine												
Vesce-avoine												
Sorgho												
Pêcher												
Prunier												
Abricotier												
Amandier												
Olivier												
Pommier												
Figuier												

(Source ONID - Groupement SCET-Tunisie / ENHYD)

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV.6 : Les valeurs du coefficient cultural (Kc) de chaque culture,**

	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Blé dur			0,30	0,50	0,70	0,90	1,00	1,10	0,50	0,30		
Blé tendre			0,30	0,50	0,70	0,90	1,00	1,10	0,50	0,30		
Orge			0,25	0,60	0,90	1,00	1,10	0,50	0,25	0,25		
Avoine			0,25	0,50	0,80	1,00	1,10	0,50	0,25	0,25		
Vesce-avoine			0,30	0,50	0,80	1,00	1,10	0,50				
Sorgho									0,60	1,10	0,75	0,55
Pêcher	0,20						0,25	0,40	0,60	0,80	0,90	0,40
Prunier	0,20						0,25	0,40	0,60	0,70	0,80	0,40
Abricotier	0,20					0,25	0,40	0,60	0,80	0,60	0,40	0,25
Amandier	0,20					0,20	0,35	0,50	0,70	0,50	0,40	0,25
Olivier	0,30	0,25	0,20			0,20	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
Figuier	0,20							0,30	0,40	0,60	0,60	0,40

(Source crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements- FAO irrigation and drainage paper 56 – part B chapter 6)

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

✚ Maintenant on va commencer pour le calcul des besoins en eau des différentes cultures proposées, les résultats sont présentés dans les tableaux dessous :

### 2.5 Estimation des besoins en eau des cultures proposées :

#### 2.5.1 Estimation des besoins en eau des cultures céréales :

Tableau IV.7 : Calcul des besoins en eau de Blé dur.

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,10	15,00	-10,74	0,30	9,45	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,30	45,00	-19,92	0,50	10,50	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	0,50	75,00	-48,26	0,70	17,43	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	0,60	0,00	-61,78	0,90	37,53	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	0,60	0,00	51,54	1,00	66,90	51,54
Avril	26,80	21,44	94,20	0,60	0,00	72,76	1,10	103,62	82,18
Mai	20,40	16,32	116,70	0,60	0,00	100,38	0,50	58,35	42,03
Juin	2,80	2,24	131,70	0,60	0,00	129,46	0,30	39,51	37,27
Juillet	0,40	0,32	138,30	0,00	0,00	137,98	0,00	0,00	0,00
Août	2,00	1,60	126,30	0,00	0,00	124,70	0,00	0,00	0,00

Tableau IV.8 : Calcul des besoins en eau de Blé tendre

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,10	15,00	-10,74	0,30	9,45	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,30	45,00	-19,92	0,50	10,50	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	0,50	75,00	-48,26	0,70	17,43	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	0,60	0,00	-61,78	0,90	37,53	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	0,60	0,00	51,54	1,00	66,90	51,54
Avril	26,80	21,44	94,20	0,60	0,00	72,76	1,10	103,62	82,18
Mai	20,40	16,32	116,70	0,60	0,00	100,38	0,50	58,35	42,03
Juin	2,80	2,24	131,70	0,60	0,00	129,46	0,00	0,00	0,00
Juillet	0,40	0,32	138,30	0,00	0,00	137,98	0,00	0,00	0,00
Août	2,00	1,60	126,30	0,00	0,00	124,70	0,00	0,00	0,00

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV.9 : Calcul des besoins en eau de l'Orge**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,30	45,00	-10,74	0,25	7,88	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,50	75,00	-49,92	0,60	12,60	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	0,50	75,00	-78,26	0,90	22,41	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	0,60	0,00	-61,78	1,00	41,70	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	0,60	0,00	51,54	1,10	73,59	58,23
Avril	26,80	21,44	94,20	0,60	0,00	72,76	0,50	47,10	25,66
Mai	20,40	16,32	116,70	0,70	0,00	100,38	0,25	29,18	12,86
Juin	2,80	2,24	131,70	0,60	0,00	129,46	0,00	0,00	0,00
Juillet	0,40	0,32	138,30	0,00	0,00	137,98	0,00	0,00	0,00
Août	2,00	1,60	126,30	0,00	0,00	124,70	0,00	0,00	0,00

**Tableau IV.10 : Calcul des besoins en eau d'Avoine**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,10	15,00	-10,74	0,25	7,88	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,30	45,00	-19,92	0,50	10,50	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	0,50	75,00	-48,26	0,80	19,92	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	0,60	0,00	-61,78	1,00	41,70	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	0,60	0,00	51,54	1,10	73,59	58,23
Avril	26,80	21,44	94,20	0,60	0,00	72,76	0,50	47,10	25,66
Mai	20,40	16,32	116,70	0,60	0,00	100,38	0,25	29,18	12,86
Juin	2,80	2,24	131,70	0,60	0,00	129,46	0,00	0,00	0,00
Juillet	0,40	0,32	138,30	0,00	0,00	137,98	0,00	0,00	0,00
Août	2,00	1,60	126,30	0,00	0,00	124,70	0,00	0,00	0,00

**Tableau IV.11 : Calcul des besoins en eau de Vesce-avoine**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,10	15,00	-10,74	0,30	9,45	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,30	45,00	-19,92	0,50	10,50	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	0,50	75,00	-48,26	0,80	19,92	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	0,60	0,00	-61,78	1,00	41,70	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	0,60	0,00	51,54	1,10	73,59	58,23
Avril	26,80	21,44	94,20	0,60	0,00	72,76	0,50	47,10	25,66
Mai	20,40	16,32	116,70	0,60	0,00	100,38	0,00	0,00	0,00
Juin	2,80	2,24	131,70	0,60	0,00	129,46	0,00	0,00	0,00
Juillet	0,40	0,32	138,30	0,00	0,00	137,98	0,00	0,00	0,00
Août	2,00	1,60	126,30	0,00	0,00	124,70	0,00	0,00	0,00

### 2.5.2 Estimation des besoins en eau des cultures fourragères :

**Tableau IV.12 : Calcul des besoins en eau de Sorgho**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	48,00	38,40	57,00	0,40	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	0,70	105,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	0,90	135,00	-109,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,00	150,00	-138,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,20	0,00	-136,78	0,00	0,00	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,20	0,00	51,54	0,00	0,00	0,00
Avril	26,80	21,44	94,20	1,20	0,00	72,76	0,00	0,00	0,00
Mai	20,40	16,32	116,70	1,20	0,00	100,38	0,60	70,02	53,70
Juin	2,80	2,24	131,70	1,20	0,00	129,46	1,10	144,87	142,63
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,20	0,00	137,98	0,75	103,73	103,41
Août	2,00	1,60	126,30	1,20	0,00	124,70	0,55	69,47	67,87

### 2.5.3 Estimation des besoins en eau des cultures arboriculture :

**Tableau IV.13 : Calcul des besoins en eau de Pêcher**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,20	19,08	10,76
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,00	0,00	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,25	16,73	1,37
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,40	37,68	16,24
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,60	70,02	53,70
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,80	105,36	103,12
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,90	124,47	124,15
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,40	50,52	48,92

**Tableau IV.14 : Calcul des besoins en eau de Prunier**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,20	19,08	10,76
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,00	0,00	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,25	16,73	1,37
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,40	37,68	16,24
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,60	70,02	53,70
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,70	92,19	89,95
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,80	110,64	110,32
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,40	50,52	48,92

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV.15 : Calcul des besoins en eau d'Abricotier**

Mois	P moy (mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,20	19,08	10,76
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,25	10,43	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,40	26,76	11,40
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,60	56,52	35,08
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,80	93,36	77,04
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,60	79,02	76,78
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,40	55,32	55,00
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,25	31,58	29,98

**Tableau IV.16 : Calcul des besoins en eau d'Amandier**

Mois	P moy (mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,20	19,08	10,76
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,20	8,34	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,35	23,42	8,06
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,50	47,10	25,66
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,70	81,69	65,37
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,50	65,85	63,61
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,40	55,32	55,00
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,25	31,58	29,98

**Tableau IV.17 : Calcul des besoins en eau d'Olivier**

Mois	P moy (mm)	Pe <sub>eff</sub> (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,30	28,62	20,30
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,25	14,25	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,20	6,30	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,20	8,34	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,30	20,07	4,71
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,35	32,97	11,53
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,40	46,68	30,36
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,45	59,27	57,03
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,50	69,15	68,83
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,55	69,47	67,87

**Tableau IV.18 : Calcul des besoins en eau de Figuier**

Mois	P moy (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B (mm)
Septembre	10,40	8,32	95,40	1,50	0,00	0,00	0,20	19,08	10,76
Octobre	48,00	38,40	57,00	1,50	0,00	18,60	0,00	0,00	0,00
Novembre	52,80	42,24	31,50	1,50	225,00	-10,74	0,00	0,00	0,00
Décembre	32,40	25,92	21,00	1,50	225,00	-229,92	0,00	0,00	0,00
Janvier	35,20	28,16	24,90	1,50	225,00	-228,26	0,00	0,00	0,00
Février	35,60	28,48	41,70	1,50	0,00	-211,78	0,00	0,00	0,00
Mars	19,20	15,36	66,90	1,50	0,00	51,54	0,00	0,00	0,00
Avril	26,80	21,44	94,20	1,50	0,00	72,76	0,30	28,26	6,82
Mai	20,40	16,32	116,70	1,50	0,00	100,38	0,40	46,68	30,36
Juin	2,80	2,24	131,70	1,50	0,00	129,46	0,60	79,02	76,78
Juillet	0,40	0,32	138,30	1,50	0,00	137,98	0,60	82,98	82,66
Août	2,00	1,60	126,30	1,50	0,00	124,70	0,40	50,52	48,92

### 2.6 Identification des principaux types d'assolement :

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes, appelées soles consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale. Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année à l'autre.

La rotation est la succession culturale ou rotation, qui est une notion différente. Donc L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné.

La rotation culturale est un élément important du maintien ou de l'amélioration de la fertilité des sols et donc un atout pour l'augmentation des rendements. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennale... .

- ✚ Pour notre part, nous avons choisi **un assolement biennal**, qui vise l'intensification des céréales, étant donné que le périmètre de Mléta est une entité agricole qui a pour objectifs l'intensification et la diversification des cultures.

Les rendements prévisionnels, en régime de croisière, des spéculations pour l'ensemble du périmètre de Mléta correspondent aux moyennes pondérées des rendements par niveau de vocation selon les surfaces occupées.

#### 2.6.1 Avantages de la rotation des cultures :

- ✓ Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, en particulier la succession de plantes de familles différentes
- ✓ Grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol et notamment de sa structure, et donc de la nutrition des plantes ;

#### 2.6.2 L'assolement proposé

L'assolement proposé est détaillé dans le tableau suivant :

**Tableau IV. 19 : Les assolements des cultures proposés**

<b>Assolement 1</b>	<b>Assolement 2</b>
Blé (dure)	Blé (tendre)
Avoine	Orge-bersim
Orge	Vesce-avoine
Sorgho	Sorgho
Les arboricultures	Les arboricultures

### **2.6.3 Calcul des besoins en eau des assolements :**

Le calcul des besoins en eau des cultures pour les deux assolements est reporté dans les tableaux ci-dessous.

Nous pouvons ainsi dégager le mois de pointe qui correspond au mois où la demande en eau est maximale.

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV. 20 : Besoin en eau de l'assolement 1**

Mois	Blé (dure)	Avoine	Orge	Sorgho	Pêcher	Prunier	Abricotier	Amandier	Olivier	Figuier	<b>B<sub>Total</sub> (mm)</b>
Septembre	0,00	0,00	0,00	0,00	10,76	10,76	10,76	10,76	20,30	10,76	74,10
Octobre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	51,54	<b>58,23</b>	<b>58,23</b>	0,00	1,37	1,37	11,40	8,06	4,71	0,00	194,91
Avril	<b>82,18</b>	25,66	25,66	0,00	16,24	16,24	35,08	25,66	11,53	6,82	245,07
Mai	42,03	12,86	12,86	53,70	53,70	53,70	<b>77,04</b>	<b>65,37</b>	30,36	30,36	431,98
Juin	37,27	0,00	0,00	<b>142,63</b>	103,12	89,95	76,78	63,61	57,03	<b>76,78</b>	<b>647,17</b>
Juillet	0,00	0,00	0,00	103,41	<b>124,15</b>	<b>110,32</b>	55,00	55,00	<b>68,83</b>	82,66	599,37
aout	0,00	0,00	0,00	67,87	48,92	48,92	29,98	29,98	67,87	48,92	342,46

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV. 21 : Besoin en eau de l'assolement 2**

Mois	Blé (tendre)	Vesce- avoine	Orge- bersim	Sorgho	Pêcher	Prunier	Abricotier	Amandier	Olivier	Figuier	<b>B<sub>Total</sub></b> <b>(mm)</b>
Septembre	0,00	0,00	0,00	0,00	10,76	10,76	10,76	10,76	20,30	10,76	74,10
Octobre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	51,54	<b>58,23</b>	58,23	0,00	1,37	1,37	11,40	8,06	4,71	0,00	194,91
Avril	<b>82,18</b>	25,66	<b>72,76</b>	0,00	16,24	16,24	35,08	25,66	11,53	6,82	292,17
Mai	42,03	0,00	0,00	53,70	53,70	53,70	<b>77,04</b>	<b>65,37</b>	30,36	30,36	406,26
Juin	0,00	0,00	0,00	<b>142,63</b>	103,12	89,95	76,78	63,61	57,03	<b>76,78</b>	<b>609,90</b>
Juillet	0,00	0,00	0,00	103,41	<b>124,15</b>	<b>110,32</b>	55,00	55,00	<b>68,83</b>	82,66	599,37
août	0,00	0,00	0,00	67,87	48,92	48,92	29,98	29,98	67,87	48,92	342,46

### 3 Calcul des débits spécifiques :

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués 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. Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q_s = \frac{B_m}{T \times N \times 3.6 \times K} \text{ (l/s/ha) } \dots\dots\dots \text{(IV.6)}$$

**B<sub>m</sub>** : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m<sup>3</sup>/ha ;

 **Dans notre cas B<sub>m</sub> est égale à 647,17 mm**

**T** : Temps d'irrigation par jour **20/24 h** ;

**N** : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimée en jour ; égale à **22/30 J**

**K** : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation  $\approx$  **0.75**

$$q_s = \frac{647,17 \times 10 \times 1000}{30 \times 24 \times 3600 \times 0.75} = 3.33 \text{ (l/s/ha)}$$

#### 3.1 Choix du débit spécifique : cas d'un plusieurs cultures

Les besoins de pointe correspondent au mois de juin, soient donc **B<sub>m</sub>= 647,17 mm/mois** et

**Q<sub>s</sub> = 3,33 l/s/ha**, il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calcule est très important !

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

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

## Chapitre IV : Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

**Tableau IV. 22 : Choix du débit spécifique pour l'assolement 1**

Type des cultures	Blé dure	Avoine	Orge	Sorgho	Pêcher	Prunier	Abricotier	Amandier	Olivier	Figuier
<b>B<sub>max</sub> (mm)</b>	82,18	58,23	58,23	142,63	124,15	110,32	77,04	65,37	68,83	76,78
<b>Q<sub>s</sub> (l/s/ha)</b>	0,42	0,30	0,30	0,73	0,64	0,57	0,40	0,34	0,35	0,39

➤ **Q<sub>s</sub> moy = 0,454 l/s/ha**

**Tableau IV. 23 : Choix du débit spécifique pour l'assolement 2**

Type des cultures	Blé tendre	Vesce-avoine	Orge-bersim	Sorgho	Pêcher	Prunier	Abricotier	Amandier	Olivier	Figuier
<b>B<sub>max</sub> (mm)</b>	82,18	58,23	72,76	142,63	124,15	110,32	77,04	65,37	68,83	76,78
<b>Q<sub>s</sub> (l/s/ha)</b>	0,42	0,30	0,37	0,73	0,64	0,57	0,40	0,34	0,35	0,39

➤ **Q<sub>s</sub> moy = 0,452 l/s/ha**

### Note bien :

Grace à la 1<sup>er</sup> méthode on prend  $q_s \text{ moy} = 0,454 \text{ l/s/ha}$  (assolement 01) et grâce à la 2<sup>ème</sup> méthode on prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Sorgho) pour le mois de pointe qu'égal à  $q_s \text{ moy} = 0,73 \text{ l/s/ha}$

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

$$q_s = 0,73 \text{ (l/s /ha)}, (q_s \leq 1.5 \text{ l/s/ha la valeur du débit spécifique est acceptable}).$$

### 4 Calcul du débit caractéristique :

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

$$Q_{\text{car}} = q_s * \text{surface} \dots\dots\dots \text{(IV.7)}$$

$q_s$ : débit spécifique de mois de point ( $q_s = 1,20 \text{ l/s/ha}$ )

S : la surface totale irriguée, ( $S = 1217 \text{ ha}$ )

Alors pour notre cas débits caractéristiques est égale :

$$Q_{\text{car}} = 0,73 * 1217 = 888,41 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{car}} = 888,41 \text{ l/s}$$

### 5 Estimation des besoins en eau totaux du périmètre :

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

**Le volume des besoins en eau = le besoin de la culture \* la surface de la culture.**

$$V \text{ (m}^3\text{)} = B \text{ (m}^3\text{/ha)} * S \text{ (ha)} \dots\dots\dots \text{(IV.8)}$$

On trouve les résultats dans le tableau suivant (dans notre cas on va choisir la répartition de l'assolement 01) :

**Tableau V.24 : Besoin total en eau d'irrigation des cultures**

Culture	Superficies (ha)	Besoins nets (mm)	Efficienc	Besoins bruts (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins totaux (m <sup>3</sup> )
Blé dure	182	82,18	0,75	1095,73	199423,47
Avoine	182	58,23	0,75	776,40	141304,80
Orge	182	58,23	0,75	776,40	141304,80
Sorgho	183	142,63	0,75	1901,73	348017,20
Pêcher	81	124,15	0,75	1655,33	134082,00
Prunier	81	110,32	0,75	1470,93	119145,60
Abricotier	81	77,04	0,75	1027,20	83203,20
Amandier	81	65,37	0,75	871,60	70599,60
Olivier	82	68,83	0,75	917,73	75254,13
Figuier	81	76,78	0,75	1023,73	82922,40
<b>Besoin total</b>					<b>1395257,2</b>

## 6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place sur la surface d'étude de **1217 ha**. Le volume des besoins en eau d'irrigation, réservés à l'irrigation de la surface d'étude sont de l'ordre de **1 395257,2 m<sup>3</sup>**, prélevés à partir du **barrage de Tlélat** d'une capacité totale de **13 Mm<sup>3</sup>**.

De ces résultats on peut conclure que la capacité du barrage suffit largement à alimenter la surface d'étude.

**Chapitre V :**  
**« Etude de système d'adduction »**

## 1 Introduction :

L'objectif du présent chapitre, est de faire l'optimisation du réseau de distribution de l'eau destiné à l'irrigation des plaines de Mléta. Pour cela nous allons dimensionner les différents ouvrages d'adduction et de distribution.

D'autre chose un réseau de distribution d'irrigation doit être bien conçu pour pouvoir répondre à certaines exigences topographiques, techniques, hydrauliques et sécuritaires.

Et la conception d'un réseau de distribution d'eau varie en fonction de l'origine de l'eau, du choix entre un système gravitaire ou sous pression et des critères retenus en ce qui concerne le mode de distributions

## 2 Schéma d'aménagement hydro-agricole sur le plan d'adduction pour le secteur bloc haute dans le périmètre de Mléta :

### 2.1 Description du système de transfert dans notre secteur d'étude (Bloc Haut) :

Le bloc dénommé « **Haut H** » d'une superficie équipée de 1281 ha, lui-même scindé géographiquement en deux sous-blocs distincts :

- **Haut Sud-Ouest** (S=411 ha)
- **Haut Sud-ouest** (S= 806 ha)

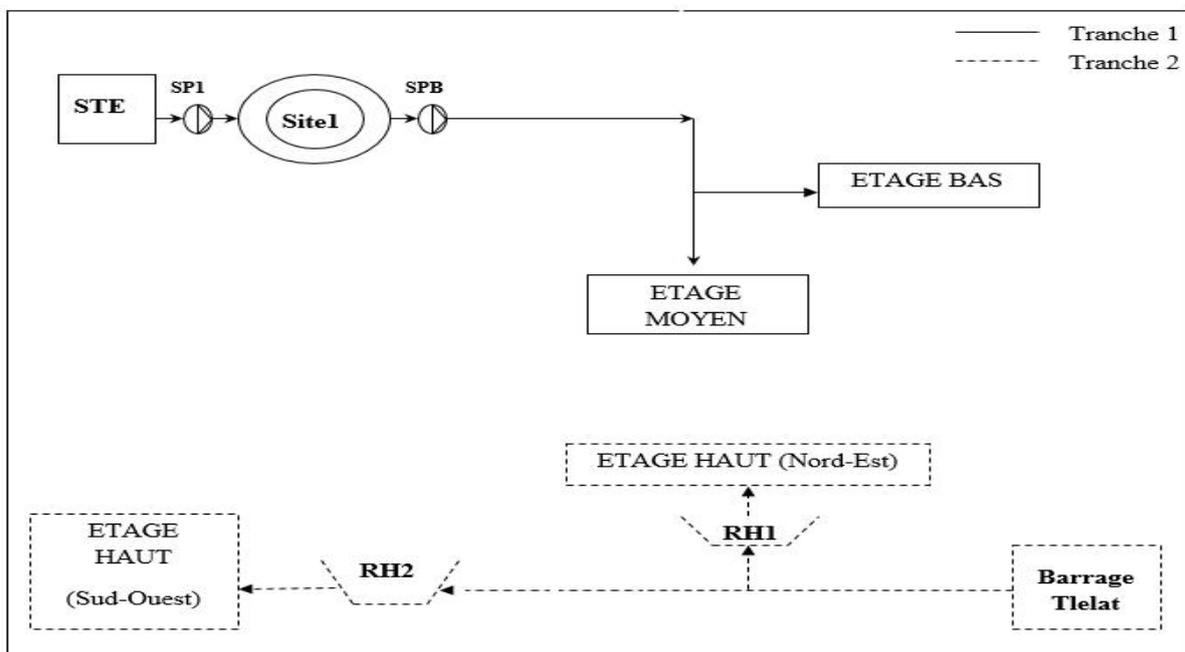
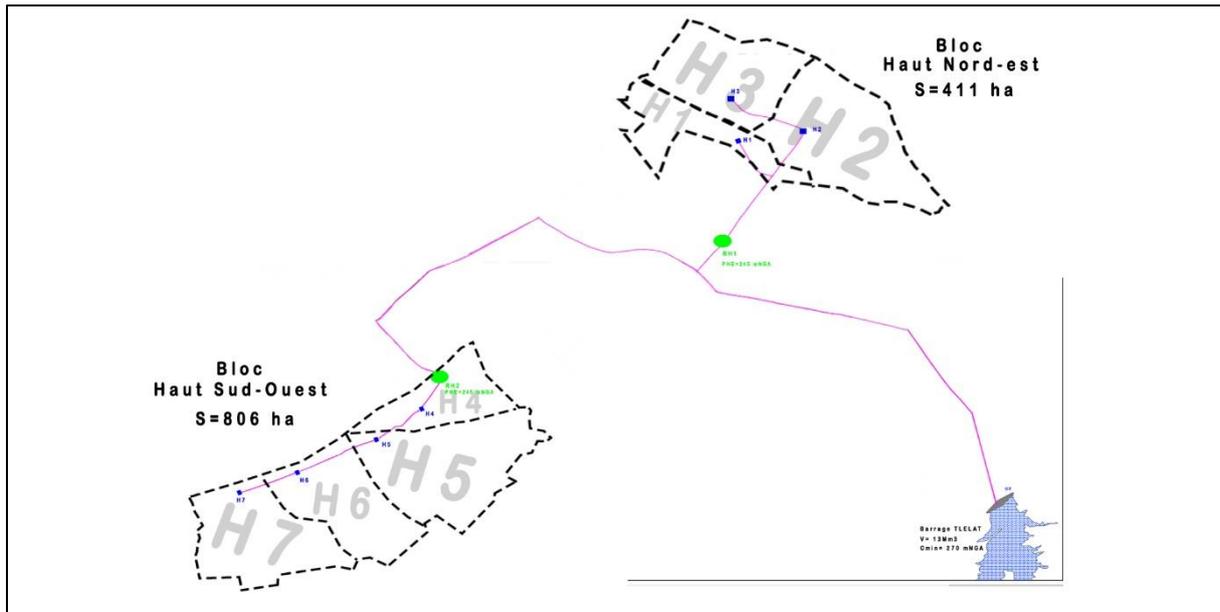


Figure V-1 : Schéma de fonctionnement du réseau d'adduction sur le périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD



**Figure V-2 : schéma du réseau d'adduction sur le périmètre de Mléta, Source ONID – Groupement SCET-Tunisie / ENHYD**

Notre secteur est partagé en 7 ilots différents, le tableau suivant montre la répartition des surfaces de ces quartiers :

### 3 L'organisation d'un périmètre Mléta (réseau sous pression) :

L'organisation d'un périmètre sous-pression est la première contrainte dans l'aménagement de ces périmètres. La conception d'un réseau sous pression se fait en discrétisant le périmètre en plusieurs groupes de parcelles appelés ilot d'irrigation.

#### 3.1 Disposition des ilots d'irrigation :

Le terme <ilot d'irrigation> décrit l'unité hydro agricole, constituée d'un groupe de parcelles, et alimentée par une borne d'irrigation.

L'organisation d'un périmètre en ilots résulte d'un compromis de plusieurs facteurs :

1. Topographique
2. Foncier
3. Technico-économique : systèmes d'irrigation
4. Organisationnel : taille des ilots et/ou parcelles, nombre de parcelles

#### 3.2 Borne d'irrigation :

La borne d'irrigation est l'origine hydraulique destinée à assurer la livraison de l'eau sous pression à des irrigants, à partir d'un réseau collectif de distribution. Chaque ilot sera équipé d'un ouvrage de desserte appelée borne d'irrigation. La borne comporte une ou plusieurs sorties (prises) suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

##### 3.2.1 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

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 :

1. Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'îlot.
2. Régler la pression et encaisser les suppressions accidentelles.
3. Compter les volumes distribués par la prise

### **3.2.2 Implantation de borne d'irrigation :**

L'emplacement des bornes d'irrigation qui régit le plan de bornage est le premier problème auquel doit s'attaquer le projecteur. En effet une forte densité améliore les conditions de travail des agriculteurs en diminuant les longueurs de canalisation mobile de surface, mais il en résulte une augmentation importante des frais d'installation du réseau fixe. Une trop faible densité accroît le travail de montage et de transport de canalisation mobiles. On admet généralement que l'implantation des bornes répond aux critères suivants :

- Pour les zones de petites et moyennes exploitations :
  1. Une borne par îlot d'exploitations ;
  2. Quatre (04) prises maximum sur une même borne soit huit parcelles au maximum ;
  3. Bornes implantées en limites d'îlots ou des parcelles ;
  4. Dénivelée maximum de 5 m entre les points les plus hauts et les plus bas du bloc d'îlots.
- Pour les zones à grande exploitation :
  1. La borne se situe au centre de l'îlot ;
  2. (4) prises sur les mêmes bornes.

### **3.2.3 Choix du diamètre et du type des bornes :**

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

1. Pour les îlots qui ont un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à trois prises (Borne de classe 3).
2. Pour les îlots qui ont deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de classe 2).
3. Pour les îlots qui ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de classe 2).
4. Pour les grands îlots ont une seule parcelle ( $S > 50$  ha) on prend la borne a un seul prise (Bornes de classe 1).

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

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s)	D= 65 mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11 l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	D= 100 mm
$80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D= 150 mm
$Q > 120 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	D=200 mm

### 3.3 Calcul du débit aux bornes

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

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

Avec :

$Q_b$  : Débit de chaque ilot (l/s)

$q_s$  : Débit spécifique (l/s/ha), dans notre cas ( $q_s = 0,73 \text{ l/s/ha}$ )

$S_i$  : Superficie de l'ilot (ha)

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau V-2 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre des bornes**

N° Borne	N° Prise par borne	Classe De la borne	Surface Ilot équipée (Ha)	Surface Ilot irrigable (Ha)	débit borne (l/s)	Diamètre De la borne (mm)
			Ilot 01			
<b>1H1</b>	1	<b>Classe B</b>	25	24	17,52	150
<b>1H2</b>	1	<b>Classe B</b>	24	22	16,06	150
<b>1H3</b>	1	<b>Classe B</b>	27	26	18,98	150
<b>1H4</b>	1	<b>Classe B</b>	28	27	19,71	150
			Ilot 02			
<b>2H1</b>	1	<b>Classe B</b>	19	18	13,14	100
<b>2H2</b>	1	<b>Classe B</b>	21	20	14,6	150
<b>2H3</b>	2	<b>Classe B</b>	47	45	32,85	200
<b>2H4</b>	2	<b>Classe C</b>	55	52	37,96	200
<b>2H5</b>	2	<b>Classe B</b>	35	33	24,09	200

			Ilot 03			
3H1	1	Classe B	20	19	13,87	150
3H2	1	Classe B	23	22	16,06	150
3H3	2	Classe C	59	56	40,88	200
3H4	1	Classe B	23	22	16,06	150
3H5	1	Classe A	12	12	8,76	100
3H6	1	Classe A	15	15	10,95	100
			Ilot 04			
4H1	1	Classe B	28	27	19,71	150
4H2	2	Classe B	30	29	21,17	200
4H3	1	Classe A	6	6	4,38	65
4H4	2	Classe B	29	28	20,44	200
4H5	1	Classe A	8	8	5,84	65
4H6	1	Classe B	26	25	18,25	150
4H7	1	Classe B	23	22	16,06	150
4H8	1	Classe A	8	8	5,84	65
4H9	2	Classe B	39	37	27,01	200
			Ilot 05			
5H1	1	Classe A	8	8	5,84	65
5H2	2	Classe B	50	47	34,31	200
5H3	1	Classe A	16	15	10,95	100
5H4	2	Classe C	58	55	40,15	200
5H5	2	Classe C	53	51	37,23	200
5H6	2	Classe C	60	57	41,61	200
			Ilot 06			
6H1	1	Classe B	19	18	13,14	100
6H2	1	Classe B	24	23	16,79	150
6H3	2	Classe B	57	54	39,42	200
6H4	2	Classe B	26	25	18,25	150
6H5	2	Classe B	31	29	21,17	200
6H6	2	Classe B	36	34	24,82	200
6H7	1	Classe A	10	10	7,3	100
			Ilot 07			
7H1	2	Classe C	57	54	39,42	200
7H2	2	Classe C	46	44	32,12	200
7H3	1	Classe B	23	22	16,06	150
7H4	2	Classe C	47	45	32,85	200
7H5	2	Classe B	29	28	20,44	200
TOTAL						
42	61	/	1281	1217	/	/

**Note Bien :** Le périmètre exige pour notre secteur **42 bornes** pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de **1217 ha**.

#### 4 Dimensionnement du réseau de distribution :

Pour les besoins des calculs hydrauliques du system d'adduction nous allons dimensionner les systèmes suivants :

1. Le système de distribution est gravitaire avec un réseau sous pression et le diamètre économique
2. Le système d'adduction est gravitaire avec un réseau sous pression et le diamètre économique
3. Dimensionnements du volume des réservoirs

##### 4.1 Dimensionnement des Réservoirs :

$$V=Q*t..... (V.2)$$

Telle que :

- V : volume de réservoir (m<sup>3</sup>)
- Q : débit de la sortie (m<sup>3</sup>/h)
- T : temps d'entretien ou de panne (h)

On estime le temps d'entretien ou de panne par (2h / jour)

##### 4.1.1 Réservoir RH1 :

Ce réservoir domine la zone **Nord-Est** de l'étage haut (quartiers H1, H2 et H3). Il est alimenté gravitairement à partir du barrage Tlélat. Il jouera le double rôle de brise charge (à partir du barrage) et de stockage pendant les heures d'effacement.

S'agissant d'un réservoir de faible capacité (**1500 m<sup>3</sup>**), il a été retenu en accord avec l'administration, un réservoir circulaire en béton armé. Les calculs d'optimisation ont donné un diamètre intérieur de 20 m, et une hauteur totale de 5,50m.

L'implantation et le calage des différentes côtes du réservoir ont été faits sur la base d'un levé topographique au 1/500 réalisé sur le site. Les principales caractéristiques de ce réservoir sont les suivantes :

- Diamètre interne : 20 m
- Hauteur totale : 5,5 m
- cote radié : 240 m NGA
- cote PHE normale : 245 m NGA
- cote PHE exceptionnelle : 245,35 m NGA
- cote crête : 245,50 m NGA
- Volume total à la crête : 1.728 m<sup>3</sup>
- Volume total PHE exceptionnelle : 1.681 m<sup>3</sup>

- Volume total PHE Normale : 1.571m<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Réservoir RH2 :

Ce réservoir domine la zone **Sud-Ouest** de l'étage haut (quartiers H4, H5, H6 et H7). Comme le réservoir RH1, ce réservoir est alimenté soit gravitairement à partir du barrage Tlélat. Il jouera le double rôle de brise charge (à partir du barrage) et de stockage pendant les heures d'effacement.

S'agissant d'un réservoir de faible capacité (**3000 m<sup>3</sup>**), il a été retenu en accord avec l'ONID, un réservoir circulaire en béton armé. Les calculs d'optimisation ont donné un diamètre intérieur de 25 m, et une hauteur totale de 5,50m.

L'implantation et le calage des différentes côtes du réservoir ont été faits sur la base d'un levé topographique au 1/500 réalisé sur le site.

Les principales caractéristiques de ce réservoir sont les suivantes :

- Diamètre interne : 25 m
- Hauteur totale : 5,5 m
- cote radié : 240 m NGA
- cote PHE normale : 245 m NGA
- cote PHE exceptionnelle : 245,35 m NGA
- cote crête : 245,50 m NGA
- Volume total à la crête : 2.700 m<sup>3</sup>
- Volume total PHE exceptionnelle : 2.626 m<sup>3</sup>
- Volume total PHE Normale : 2.454 m<sup>3</sup>

#### 4.2 Dimensionnement hydraulique des canalisations :

Il est impératif de s'assurer de certaines considérations, qu'on résume en :

1. Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;
2. Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible ;
3. Éviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer les éclatements et vibration de la canalisation au cours de la phase de surpression ;
4. Éviter les forêts, bois et zones marécageuses, ainsi que la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds,).
5. Le tracé escompté est un réseau ramifié qui conduit à un coût d'investissement optimum.

##### 4.2.1 Choix du matériau des conduites :

De nombreux types de matériaux sont disponibles pour constituer une conduite. On peut classer en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués : **fonte, PEHD, PRV**, .etc. Le choix des tuyaux utilisés est fonction de la pression et de la nature du terrain, des

coûts de fourniture et de mise en œuvre, mais aussi de la facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchement et les réparations en cas de fuite.

### 1. Fonte

La fonte est un matériau noble apte à prendre en charge les grandes pressions, il n'est pas sensible à la corrosion et sa pose se fait sans grande contrainte. Néanmoins elle nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite.

### 2. PEHD (polyéthylène)

Les tuyaux en matière plastique sont les plus légers de tous les tuyaux. Ils sont faciles à couper, à poser et à assembler si certaines précautions sont prises. Ils ont de très bonnes propriétés hydrauliques et ne sont pas sujets à la corrosion. Toutefois leur résistance mécanique présente une limitation plus sévère que les autres matériaux (Casse pour le PVC, écrasement pour le PEHD).

### 3. PRV (polyester renforcé verre) :

C'est un matériau composite constitué d'une matrice polymère (appelée résine) renforcée par des fibres ou parfois par des microsphères de verre, Ses propriétés de résistance (mécanique, chimique) et sa densité sont très favorables, comparé aux métaux. et sa résistance à la corrosion.

## 4.2.2 Le calcul du diamètre :

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

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

Avec :

**Q** : débit, exprimé en (m<sup>3</sup>/s) ;

**D** : diamètre exprimé en (mm) ;

**V** : vitesse d'écoulement dans les conduites (m/s).

### 4.2.3 La vitesse d'écoulement :

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire en utilisant l'équation de continuité :

$$Q = V * S \Rightarrow Q = V * \frac{\pi * D^2}{4} \quad \text{Ainsi :} \quad V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \dots\dots\dots (\text{V.3})$$

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m<sup>3</sup>/s) ;

S : section de la canalisation (m<sup>2</sup>) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

#### ➤ Vitesses admissibles :

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique :

1. De faire une économie sur le coût des canalisations ;
2. D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides).

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

### 4.2.4 Calcul des pertes de charges :

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

$$h_{pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (\text{V.4})$$

Avec :

h<sub>pu</sub>: Pertes de charge unitaire en (mm/ml)

Q : Débit en m<sup>3</sup>/s

D : Diamètre de la conduite considérée. L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations

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

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots (V.5)$$

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

<b>K (mm)</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

**Note bien :**

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

- Dans notre cas, les conduites seront en **PEHD** avec les caractéristiques suivantes :
  1. Les pertes de charge singulières sont estimées à **10%** des pertes de charge linéaires.  
( $\Delta H_{total} = J * 1,1$ )

**4.2.5 Estimation des Pressions :**

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

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \dots\dots\dots (V.6)$$

Où h<sub>1</sub> et h<sub>2</sub> sont les hauteurs de pressions

V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub> sont les vitesses d'écoulement dans A et B

Z<sub>1</sub> et Z<sub>2</sub> sont les côtes du terrain naturel.

ΔH : sont les pertes de charge entre A et B.

La pression on la calcule avec la théorie de Bernoulli :

P= cote Piézométrique - cote terrain naturel

$$P=CP- CTN \dots\dots\dots (V.7)$$

Talque : cote Piézométrique du tête de secteur = cote du Réservoir – Δh total

$$\text{Donc : } \mathbf{cote Pi = cote Pi-1 - \Delta hi_{total} \dots\dots\dots (V.8)}$$

Les calculs sont détaillés dans le tableau V-6 :

Tableau V-4 : Calculs hydraulique du réseau de distributions de l'étage haut sur le périmètre de Mléta

N° tronçon	Nœud amont	Nœud aval	Longueur (m)	Débit à la borne (l/s)	Surface équipée (ha)	Surface irrigables (ha)	Débit (l/s)	Diamètre Calculé (mm)	Diamètre Normalisé (mm)	Nature	Vitesse (m/s)	Rugosité (mm)	JT (m)	Cote pièzo (m NGA)	Cote TN (m NGA)	Charge Statique (m)
<b>Ilot 01</b>																
1	Nœud	1H1'	30			0	123,4	354,36	400	PEHD	0,98	0,1	2,5	242,5	163	79,5
2	1H1'	1H1	30	17,52	25,48	24,21	91	304,31	350	PEHD	0,94	0,1	2,75	242,25	165,1	77,15
3	1H1	1H2'	1275			0	58,6	244,2	250	PEHD	1,19	0,1	6,45	238,55	154	84,55
4	1H2'	1H2	25	16,06	23,5	22,33	26,4	163,91	200	PEHD	0,84	0,1	4,37	240,63	153,1	87,53
5	1H2'	1H3	65	18,98	27,04	25,69	32,2	181,02	200	PEHD	1,02	0,1	6,36	238,64	152	86,64
6	1H1'	1H4	885	19,71	28,49	27,07	32,4	181,58	200	PEHD	1,03	0,1	6,44	238,56	169,5	69,06
<b>Ilot 02</b>																
7	Départ quartier	2H1'	30			0	201,6	452,94	500	PEHD	1,02	0,1	2,07	242,93	173	69,93
8	2H1'	2H1	255	13,14	19	18,05	21,6	148,26	150	PEHD	1,22	0,1	12,65	232,35	178,4	53,95
9	2H1'	2H2	30	14,6	21,24	20,18	180	427,98	500	PEHD	0,91	0,1	1,67	243,33	174	69,33
10	2H2	2H3	620	32,85	47	44,65	156	398,43	400	PEHD	1,24	0,1	3,9	241,1	179	62,1
11	2H3	2H4	980	37,96	54,94	52,19	102	322,17	350	PEHD	1,06	0,1	3,41	241,59	175	66,59
12	2H4	2H5	20	24,09	35,12	33,36	39,6	200,74	250	PEHD	0,8	0,1	3,08	241,92	174,9	67,02
<b>Ilot 03</b>																
13	Départ quartier	3H1	70	13,87	19,59	18,61	148,8	389,13	400	PEHD	1,18	0,1	3,56	241,44	161,06	80,38
14	3H1	3H2	385	16,06	22,71	21,57	126	358,08	400	PEHD	1	0,1	2,6	242,4	160	82,4
15	3H2	3H3	20	40,88	58,93	55,98	67,2	261,5	300	PEHD	0,95	0,1	3,35	241,65	157,5	84,15
16	3H2	3H4	485	16,06	22,81	21,67	58,8	244,61	250	PEHD	1,19	0,1	6,49	238,51	146,3	92,21
17	3H4	3H5	105	8,76	12,28	11,67	14,4	121,05	150	PEHD	0,81	0,1	5,88	239,12	146,5	92,62
18	3H4	3H6	550	10,95	15,45	14,68	18	135,34	150	PEHD	1,02	0,1	8,96	236,04	153	83,04
<b>Ilot 04</b>																
19	H1	4H1	100	19,71	28	26,6	220,8	474,01	500	PEHD	1,12	0,1	2,46	242,54	221,17	21,37

20	4H1	4H2	760	21,17	30	28,5	188,4	437,86	500	PEHD	0,96	0,1	1,82	243,18	190	53,18
21	4H2	4H3	490	4,38	6	5,7	153,6	395,35	400	PEHD	1,22	0,1	3,78	241,22	178	63,22
22	4H3	4H4	325	20,44	29	27,55	73,2	272,93	300	PEHD	1,03	0,1	3,94	241,06	178,2	62,86
23	4H4	4H5	115	5,84	8	7,6	39,6	200,74	250	PEHD	0,8	0,1	3,08	241,92	176	65,92
24	4H5	4H6	95	18,25	26	24,7	30	174,72	200	PEHD	0,95	0,1	5,57	239,43	175	64,43
25	4H3	4H7	240	16,06	23	21,85	80,4	286,03	300	PEHD	1,13	0,1	4,71	240,29	173	67,29
26	4H7	4H8	195	5,84	8	7,6	54	234,42	250	PEHD	1,1	0,1	5,53	239,47	169,1	70,37
27	4H8	4H9	635	27,01	39	37,05	44,4	212,56	250	PEHD	0,9	0,1	3,82	241,18	165	76,18
<b>Ilot 05</b>																
28	Nœud	5H1	40	5,84	7,92	7,52	279,6	533,41	600	PEHD	0,99	0,1	1,54	243,46	215,2	28,26
29	5H1	5H2	575	34,31	49,98	47,48	270	524,17	600	PEHD	0,95	0,1	1,44	243,56	209	34,56
30	5H2	5H3	275	10,95	15,53	14,75	18	135,34	150	PEHD	1,02	0,1	8,96	236,04	208	28,04
31	5H2	5H4'	300			0	195,6	446,14	500	PEHD	0,99	0,1	1,95	243,05	190,7	52,35
32	5H4'	5H4	345	40,15	58,4	55,48	66	259,16	300	PEHD	0,93	0,1	3,24	241,76	193,52	48,24
33	5H4'	5H5	290	37,23	53,38	50,71	129,6	363,16	400	PEHD	1,03	0,1	2,75	242,25	186,69	55,56
34	5H5	5H6	805	41,61	60,17	57,16	68,4	263,83	300	PEHD	0,97	0,1	3,47	241,53	174	67,53
<b>Ilot 06</b>																
35	Nœud	6H1'	30			0	231,6	485,47	500	PEHD	1,18	0,1	2,69	242,31	202,7	39,61
36	6H1'	6H1	30	13,14	19	18,05	49,2	223,76	300	PEHD	0,69	0,1	1,86	243,14	202,5	40,64
37	6H1	6H2	425	16,79	24,46	23,24	27,6	167,59	200	PEHD	0,88	0,1	4,76	240,24	196	44,24
38	6H1'	6H3	590	39,42	56,6	53,77	182,4	430,83	500	PEHD	0,93	0,1	1,71	243,29	181,7	61,59
39	6H3	6H4	525	18,25	26,34	25,02	117,6	345,93	400	PEHD	0,93	0,1	2,28	242,72	177,5	65,22
40	6H4	6H5'	425			0	87,6	298,57	300	PEHD	1,24	0,1	5,53	239,47	172,5	66,97
41	6H5'	6H5	195	21,17	30,66	29,13	34,8	188,18	200	PEHD	1,1	0,1	7,37	237,63	170,5	67,13
42	6H5'	6H6	175	24,82	36,2	34,39	52,8	231,8	250	PEHD	1,07	0,1	5,3	239,7	171,8	67,9
43	6H6	6H7	645	7,3	10,21	9,7	12	110,5	150	PEHD	0,68	0,1	4,16	240,84	173,3	67,54

Ilot 07																
44	Nœud	7H1	980	39,42	56,93	54,08	231,6	485,47	500	PEHD	1,18	0,1	2,69	242,31	181,5	60,81
45	7H1	7H2'	205			0	166,8	411,99	500	PEHD	0,85	0,1	1,45	243,55	179,31	64,24
46	7H2'	7H2	20	32,12	46	43,7	79,2	283,89	300	PEHD	1,12	0,1	4,57	240,43	179,8	60,63
47	7H2	7H3	260	16,06	23,1	21,95	26,4	163,91	200	PEHD	0,84	0,1	4,37	240,63	190	50,63
48	7H2'	7H4'	655			0	87,6	298,57	300	PEHD	1,24	0,1	5,53	239,47	179	60,47
49	7H4'	7H4	375	32,12	47,44	45,07	54	234,42	250	PEHD	1,1	0,1	5,53	239,47	188,2	51,27
50	7H4'	7H5	710	20,44	29,46	27,99	33,6	184,91	200	PEHD	1,07	0,1	6,9	238,1	181,9	56,2

Tableau V-5 : Calculs hydraulique du réseau d'adduction de l'étage haut sur le périmètre de Mléta

N° tronçon	Nœud amont	Nœud aval	TYPE	Longueur (m)	Surface équipée (ha)	Surface irrigables (ha)	Débit (l/s)	Diamètre Normalisé (mm)	Nature	Vitesse (m/s)	Rugosité (mm)	JT (m)	Cote piézo (m NGA)	Cote TN (m NGA)	Charge Statique (m)
1	BT	NH1	Nœud	6670			1257	1000	PEHD	1,60	0,10	4,49E-06	269,99	260,00	9,99
2	NH1	RH1	Nœud	640			185	400	PEHD	1,90	0,10	1,13E-06	269,98	245,00	24,98
3	RH1	NH2	Nœud	1370			247	500	PEHD	1,62	0,10	1,37E-06	269,97	184,00	85,97
4	NH2	H1	Départ quartier	960	99	60	60	250	PEHD	1,56	0,10	2,13E-06	296,96	163,00	106,96
5	NH2	H2	Départ quartier	940	168	101	188	500	PEHD	1,23	0,10	5,62E-07	296,96	170,90	99,06
6	H2	H3	Départ quartier	1335	144	87	87	315	PEHD	1,43	0,10	1,88E-06	269,65	166,00	103,95
7	NH1	NH3	Nœud	3855			1072	1000	PEHD	1,36	0,10	1,92E-06	269,98	249,00	20,99
8	NH3	NH4	Nœud	3010			1072	1000	PEHD	1,36	0,10	1,50E-06	269,97	245,00	51,97
9	NH4	RH2	Nœud	470			363	500	PEHD	1,85	0,10	9,74E-07	269,96	240,00	29,96
10	RH2	H4	Départ quartier	765	187	112	484	800	PEHD	0,96	0,10	2,59E-07	269,95	218,00	51,95
11	H4	H5	Départ quartier	855	233	140	372	800	PEHD	0,74	0,10	1,76E-07	269,94	212,00	57,94
12	H5	H6	Départ quartier	1400	193	116	232	500	PEHD	1,52	0,10	1,24E-06	269,93	202,30	67,63
13	H6	H7	Départ quartier	1040	193	116	116	400	PEHD	1,18	0,10	7,63E-07	269,92	196,40	73,52

**5 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons étudié le système d'adduction du secteur Haut de 2<sup>ème</sup> tranche du périmètre de M'lita, qui est découpé en 61 parcelles, avec une superficie totale de 1217 ha. Cette phase de calcul nous a permis d'estimer les débits de chaque parcelle du Réservoir vers les bornes d'irrigation à travers un système de canalisation en PEHD.

Et assurer des pressions des bornes, qui sont nécessaires à toute projection d'un réseau d'irrigation, ce qui permettra une intensification de l'irrigation dans ce périmètre par les méthodes modernes.

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

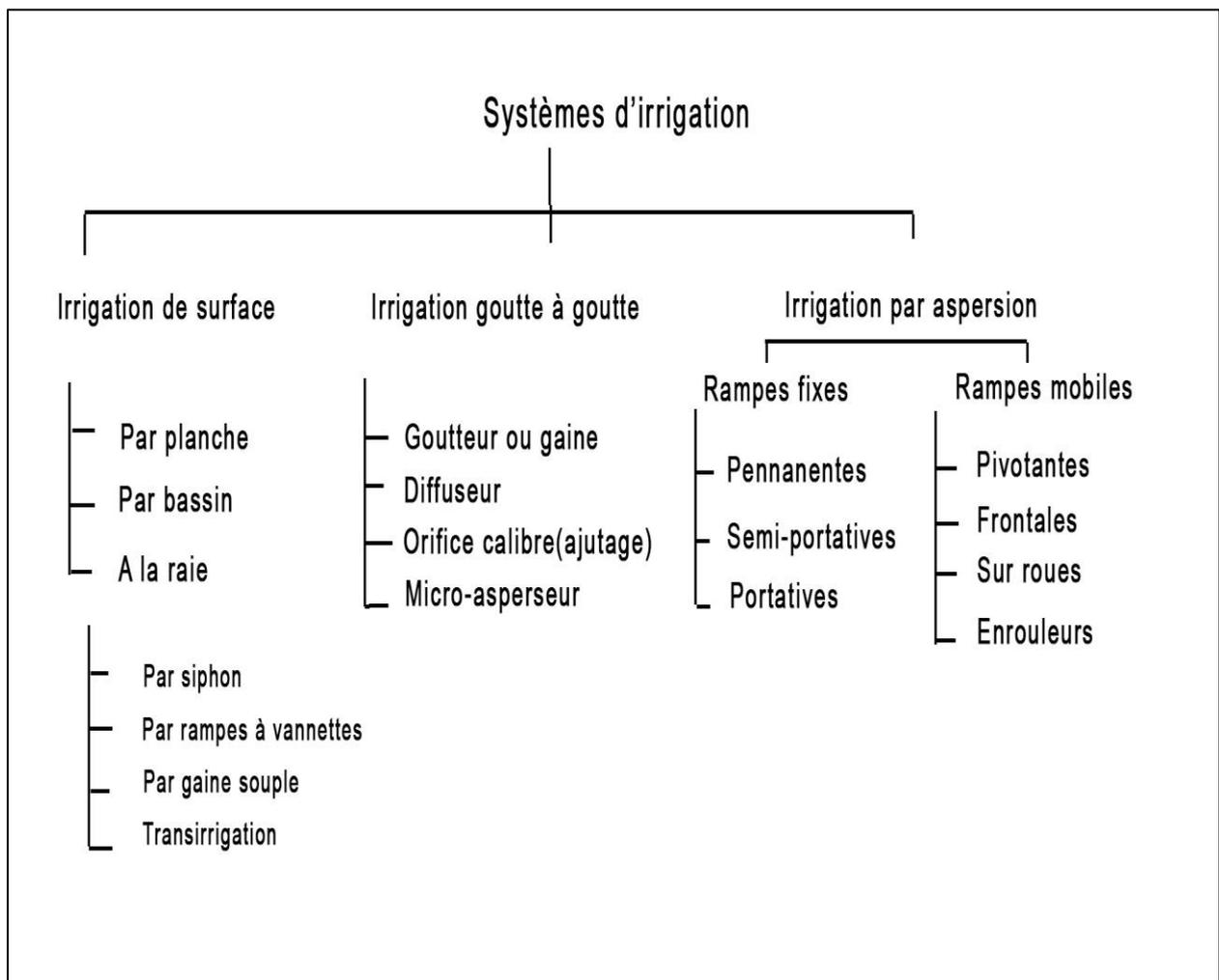
## 1 Introduction:

Un système d'irrigation comprend des canaux (ou canalisation) et des ouvrages pour transporter et distribuer l'eau aux utilisateurs. Il existe essentiellement deux catégories de systèmes d'irrigation :

1. Système des réseaux gravitaire
2. Système des réseaux sous pression

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, impliquent une gestion efficace de l'irrigation ainsi que la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Les systèmes qui classes en deux grandes catégories (gravitaire et sous pression) se regroupent en trois techniques les plus répandues, on distingue :



**Figure VI-1 : Les systèmes d'irrigation**

## 2 Description de différentes techniques d'irrigation :

Dans on peut dire que les techniques d'arrosages peuvent être regroupées en trois (03) classes, soit :

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

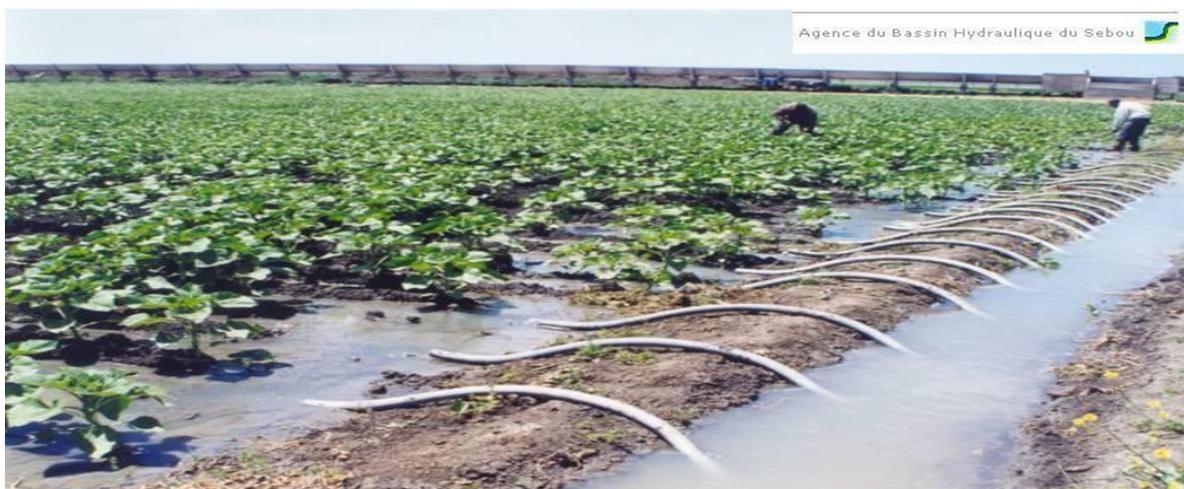
### 2.1 Irrigation gravitaire :

L'irrigation de surface ou irrigation gravitaire consiste à répartir l'eau directement sur la parcelle cultivée par ruissellement sur le sol dans des sillons (méthode d'irrigation à la raie), par nappe (on parle d'irrigation par planche ou calant) ou encore par submersion contrôlée (irrigation par bassin). Il s'agit du mode d'irrigation le plus ancien (et donc assez rudimentaire) mais il est peu coûteux en investissement et il s'agit de la méthode la plus utilisée à travers le monde (il représente par exemple 80% de la superficie des grands périmètres irrigués du Maroc). Il est donc indispensable de s'y intéresser dans le cadre de ce projet.

Traditionnellement pour ces méthodes, l'eau est amenée au niveau de la parcelle puis distribuée dans des canaux de terres qui alimente les raies, les planches ou les bassins. Les pertes par infiltration et la difficulté de contrôler les débits délivrés conduisent à un gaspillage d'eau et à un arrosage hétérogène.

#### 2.1.1 L'irrigation à la raie :

Cette technique est utilisée pour les cultures semées en billon telle que la betterave à sucre et la pomme de terre.



**Figure VI-2 : Irrigation à la raie par siphon**

L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampes à vannettes, par gaine souple ou par trans-irrigation. Ces techniques ont différents avantages et inconvénients les uns par rapport aux autres



**Figure VI-3 : Irrigation à la raie par gaine souple**

### **2.1.2 Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité :**

#### **❖ Avantage :**

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

#### **❖ Inconvénients :**

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

### **2.2 L'irrigation par aspersion (Macro-Irrigation) :**

L'irrigation par aspersion s'est rapidement développée après la seconde guerre mondiale, notamment en Europe et aux Etats-Unis. Avec les améliorations techniques de rendement et de la baisse du coût, elle s'est petit à petit développée dans les régions arides et semi-arides. L'eau est transportée dans des réseaux de conduites sous pression puis délivrée au niveau de la parcelle par des bornes qui régulent la pression et le débit. L'eau est ensuite dirigée dans d'autres conduites qui alimentent sous pression des asperseurs qui répandent l'eau en pluie.

Il existe deux types d'irrigation par aspersion. L'aspersion traditionnelle (Avec rampes fixes) et l'aspersion mécanisée (Avec rampes mobiles).

### 2.2.1 L'aspersion traditionnelle (Avec rampes fixes) :

En agriculture, les arroseurs sont à rotation lente. Celle-ci est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille grâce à l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Voici quelques chiffres de dimensionnement :

**Tableau VI-1 : Type de l'irrigation par l'aspersion pour les rampes fixes (traditionnelle)**

	Diamètre des buses (mm)	Pression de service (bars)	Portée	Angle d'inclinaison par rapport à l'horizontal (°)
Petits Arroseurs	4 à 7	Entre 2.5 et 3.5	Relativement faible, petites gouttelettes	
Moyens Arroseurs	8 à 14	Entre 3.5 et 4.5		Entre 25 et 26
Grands Arroseurs	15 à 25	Au moins 4.5	Grande, grosses gouttelettes	Entre 23 et 24

Les petits asperseurs sont disposés le long d'une rampe mobile que l'on déplace de poste en poste, pour irriguer l'ensemble de la parcelle.



**Figure VI-4 : Irrigation par l'aspersion**

### 2.2.2 L'aspersion mécanisée (Avec rampes mobiles) :

L'aspersion mécanisée est très souvent utilisée dans les grandes exploitations. On y utilise des systèmes de rampes pivotantes et de rampes frontales. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supportée à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central d'où l'eau arrive, une série de tours munies de roues et un moteur électrique ou hydraulique.



Figure VI-5 : Irrigation par l'aspersion mécanisée (Pivot)

### 2.2.3 Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion :

#### ❖ **Avantage :**

1. Bon pour les sols de faible profondeur (ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface)
2. Bon pour les sols trop perméables qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement de surface
3. Bon pour les terrains à pente irrégulière avec micro relief accidenté ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre
4. Longue durée des composantes
5. Pour le pivot : il présente l'avantage de pouvoir réaliser un arrosage très homogène et bien contrôlé, sans aucune intervention manuelle. Cela permet d'envisager son utilisation pour répandre les produits fertilisants ou de traitements phytosanitaires
6. Ne nécessite pas une grande qualité de l'eau
7. Peut opérer sans surveillance

#### ❖ **Inconvénients :**

1. Ecarter dans les régions très régulièrement ventées (Vents  $\geq 5$  m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage), il faut savoir que l'irrigation au canon est d'autant plus sensible au vent que la portée du jet est importante.
2. Evaporation directe pendant l'irrigation.
3. Lorsque le réseau ne dispose pas d'une charge gravitaire, la mise en pression nécessaire au bon fonctionnement des asperseurs entraîne des coûts d'énergie de pompage qui peuvent être importants.

4. Son principal inconvénient est la forme circulaire de la surface arrosée.

### 2.3 L'irrigation par micro-irrigation :

Les méthodes décrites dans cette section sont basées sur l'arrosage continu ou régulier d'une fraction de la surface du sol. Pour ce faire, on distribue habituellement l'eau dans des conduites fermées (par exemple des tubes de plastique) en des points spécifiques, dont l'emplacement et l'espacement dépendent de la configuration de la plante cultivée. Au niveau de ces points, on laisse l'eau sortir à la surface, en veillant à ce que **le débit ne soit pas supérieur à la capacité d'infiltration du sol, pour que toute l'eau pénètre dans la rhizosphère sans stagner ou s'écouler à la surface.**

Les systèmes d'irrigation dans lesquels l'eau est distribuée par des conduites fermées (tuyaux) permettent généralement d'économiser de l'eau car ils accroissent l'uniformité des applications et évitent les pertes en quantité (dues à la percolation et à l'évaporation) et en qualité (dues à la contamination de l'eau dans les canalisations à ciel ouvert). Mais comme ils nécessitent un dispositif de pressurisation et des installations coûteuses, cette économie génère souvent une augmentation de la consommation d'énergie et des investissements en capital. C'est pourquoi des méthodes minimisant ces dépenses de capital et d'énergie sont nécessaires.

#### 2.3.1 Irrigation localisée (Goutte à goutte) :

Cette méthode d'irrigation sous pression est appelée ainsi du fait que l'eau est appliquée en des endroits où l'on désire la voir s'infiltrer. Cette application est donc localisée. L'irrigation localisée regroupe tous les systèmes caractérisés par un réseau de distribution à la parcelle, fixe sous pression, permettant des apports d'eau continus ou fréquents en des endroits déterminés par rapport au dispositif cultural et de façon telle que l'infiltration ne se produise que sur une fraction réduite de la surface du sol, en l'occurrence la zone racinaire.



Figure VI-6 : d'irrigation au goutte-à-goutte

### 2.3.2 Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée :

#### ❖ **Avantage :**

1. Excellent rendement des cultures
2. Excellente efficacité d'arrosage à la parcelle,
3. Très faible besoin de main d'œuvre.

#### ❖ **Inconvénients :**

1. Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à d'éventuelle interruption des arrosages,
2. Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation,
3. Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.

### 3 Choix Des Techniques D'irrigation :

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation, en particulier :

1. La topographie (pente du terrain à irriguer, relief, géométrie de la parcelle)
2. La ressource en eau (quantité, qualité, débit dont on dispose)
3. La nature du sol (perméabilité)
4. La nature des cultures
5. Les facteurs économiques
6. La rentabilité de l'opération
7. Les facteurs sociologiques et culturels

### 4 Conclusion :

Il existe une multitude de systèmes d'irrigation que l'ingénieur doit analyser et choisir. Dans notre projet, compte tenu des critères détaillés dans le tableau précédent, on opte pour le système d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte, ces deux systèmes présentent la meilleure efficacité en eau, indispensable dans une zone semi-aride (wilaya d'Oran) et permettent de meilleurs rendements des cultures.

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

## 1 Introduction :

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

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

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

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

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

### 2.1 Données générales :

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

Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N°49 alimentée par la borne 7H4 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **5,127 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **3 ha** et présente une forme relativement rectangulaire.

- **Culture : Pêcher**

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 124,15 mm (juillet)
- Longueur : 200 m
- Largeur : 150 m

- **Caractéristique du goutteur**

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

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

### 2.2.1 Influence du taux de couverture du sol :

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

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

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

1. KELLER et KARMELI (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \dots\dots\dots (\text{VII.1})$$

2. La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \dots\dots\dots (\text{VII.2})$$

3. La formule de Decroix (CTGREF) :

$$K_r = 0.1 + C_s \dots\dots\dots (\text{VII.3})$$

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

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

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

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

On prendra un coefficient  $K_r = 0.80$

$$B_{jl} = B_j \times K_r \dots\dots\dots (\text{VII.4})$$

Le besoin maximum = 124,15 mm (mois de pointe juillet)

$$B_{jl} = 4,14 \times 0.8 = 3,31 \text{ mm/j}$$

### 2.2.2 Dose nette (Dose pratique) :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur  $h$  [Ollier & Poirée, 1981].

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau  $P$  :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \times Y \times Z \times d_a \times P \% = RFU \times P\% \quad \dots\dots\dots \text{(VII.5)}$$

Tel que :

$H_{cc}$  : humidité a la capacité au champ (35 %)

$H_{pf}$  : humidité au point de flétrissement (19 %)

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

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

$D_a$  : Densité apparente 1.4

$P$  : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n.Spd.Sh}{Sa.Sr} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.6)}$$

Avec :

$P$  : Volume du sol humidifié ;

$N$  : Nombre de point de distribution par arbre = 2 goutteurs ;

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

$S_h$  : Largeur de la bande humidifiée = 1m ;

$S_r$  : Ecartement entre rangs d'arbre sur les rangs = 4m ;

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

$$P\% = 25 \%$$

Donc :

$$D_p = (35 - 19) \times \frac{2}{3} \times 1500 \times 1.4 \times 25 \% = 56 \text{ mm}$$

$$D_p = 57 \text{ mm}$$

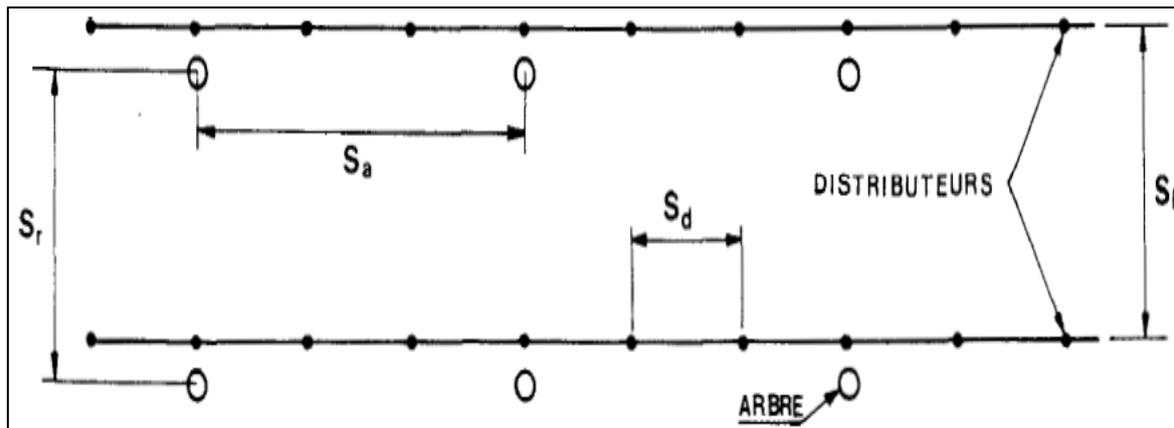


Figure VII-1 : Dispositifs d'installation des goutteurs sur la rampe.

### 2.2.3 Calcul de la dose brute :

$$D_{\text{brute}} = \frac{D_p}{C_u \times E_{ff}} \dots\dots\dots (\text{VII.7})$$

Avec :

$C_u$ : coefficient d'uniformité qui est égale à 90%

$E_{ff}$ : efficacité du réseau d'irrigation qui est égale à 90%

D'où :

$$D_{\text{brute}} = \frac{56}{0.9 \times 0.9} = 69,14 \text{ mm/mois}$$

### 2.2.4 Calcul de la fréquence d'arrosage :

La fréquence d'arrosage est en fonction du besoin journalier qu'il faut satisfaire et de la dose réelle nette, elle est donnée par la formule suivante :

$$F_r = \frac{\text{dose nette}}{B_{jl}} \dots\dots\dots (\text{VII.8})$$

$$F_r = \frac{69,14}{3,31} = 20,8 \text{ jours}$$

Donc on prend  $F_r = 21 \text{ jours}$ , et on recalcule la nouvelle dose réelle nette tel que :

$$D_r = N_j * \text{Dose cor} \dots\dots\dots (\text{VII.9})$$

$$D_r = 21 \times 3,31 = 69.5 \text{ mm}$$

La nouvelle dose brute est alors égale a :

$$D_{brute} = \frac{D_r}{0.9 \times 0.9} \dots\dots\dots \text{(VII.10)}$$

$$D_{brute} = \frac{69,5}{0.9 \times 0.9} = \mathbf{85,8 \text{ mm}}$$

### 2.2.5 La durée d'arrosage par heures :

$$\theta = \frac{D_{brute} \times S_d \times S_r}{n \times Q_g} \dots\dots\dots \text{(VII.11)}$$

Avec :

$S_d$  : Espacement entre les distributeurs = 2m ;

$S_r$  : Espacement entre les rangs = 4m ;

$n$  : le nombre des goutteurs = 2 ;

$Q_g$ : Débit des goutteurs = 4 L/h.

$$\theta = \frac{85,8 \times 2 \times 4}{4 \times 2} = \mathbf{85.8 \text{ heures}}$$

### 2.2.6 Durée d'arrosage journalier :

$$D_j = \frac{\text{Durée d'arrosage}}{F_r} \dots\dots\dots \text{(VII.12)}$$

$$D_j = \frac{85,8}{30} = \mathbf{2,86 = 3 \text{ heures/ jours}}$$

### 2.2.7 Nombre de postes :

Le nombre de postes par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{3} = \mathbf{6,66 \text{ postes}} \dots\dots\dots \text{(VII.13)}$$

Donc on prend **7 postes**

### 2.2.8 La surface du poste :

La surface du poste est définie par la formule suivante :

$$S_p = \frac{\text{La surface totale}}{\text{Le nombre de postes}} = \frac{3}{7} = \mathbf{0.43 \text{ ha}} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.14)}$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et des portes rampes.

### 2.3 Calculs hydrauliques :

#### 2.3.1 Conditions hydrauliques de base :

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad \dots\dots\dots \text{(VII.15)}$$

La variation maximale de la pression :

$$q = K \times H^X \quad \dots\dots\dots \text{(VII.16)}$$

Avec :

K : constante dimensionnelle donnée par le fabricant

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

X : exposant caractérisant le goutteur

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

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

Avec :

$q(g)$  : Débit nominal du goutteur ;

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

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

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

**2.3.2 Le débit :**

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots \text{(VII.17)}$$

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \quad \dots\dots\dots \text{(VII.18)}$$

Avec :

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

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

$Q_g$  : *débit du goutteur (L/h)*;

$N_r$  : *nombre de rampes*;

$N_g$  : *nombre de goutteurs*.

Le porte rampe coupe la surface du terrain au milieu de la parcelle, donc on a :

La longueur de la rampe est de :  $L_r = 150$  m

La longueur de la porte rampe est de :  $L_{pr} = 200$  m

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

$$N_{arbres/rampe} = \frac{L_r}{E_R} = \frac{150}{4} = 37,5 = \mathbf{38 arbres} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.19)}$$

**2.3.4 Le nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_{goutteurs/rampe} = N_{arbres} \times n = 38 \times 2 = \mathbf{76 goutteurs} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.20)}$$

**2.3.5 Le nombre des rampes :**

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = \frac{200}{4} = \mathbf{50 rampes} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.21)}$$

**2.3.6 Débit de la rampe :**

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

$$Q_r = Q_g \times N_g \quad \dots\dots\dots \text{(VII.22)}$$

$$Q_r = 4 \times 76 = \mathbf{304 l/h}$$

**2.3.7 Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r \times N_r \dots\dots\dots (\text{VII.23})$$

$$Q_{pr} = 304 \times 50 = \mathbf{15200 \text{ L/h}}$$

**2.3.8 Le nombre de porte rampe :**

$$N_{pr} = 1 \text{ porte rampe}$$

**2.3.9 Débit de la conduite tertiaire :**

$$Q_{ct} = Q_{pr} \times N_{pr} \dots\dots\dots (\text{VII.24})$$

$$Q_{ct} = 15200 \times 1 = \mathbf{15200 \text{ L/h}}$$

**2.4 Dimensionnement des canalisations du réseau :**

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

**2.4.1 La conduite tertiaire (conduite d'approche) :**

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

**2.4.2 Porte-rampes :**

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

**2.4.3 Les rampes :**

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

### 2.4.4 Le diamètre :

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

$$\varnothing r(cal) = \left[ \frac{P.d.c(r)*2.75}{0.478*Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VII.25)}$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[ \frac{P.d.c(pr)*2.75}{0.478*Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots \text{(VII.26)}$$

Avec :

- Q(r) : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_r = 304$  L/h) ;
- Q(pr) : le débit de la rampe en L/h, ( $Q_{pr} = 15200$  L/h) ;
- L(r) : la longueur de la rampe en m, ( $L_r = 150$  m) ;
- L(pr) : la longueur de la porte rampe en m, ( $L_{pr} = 200$  m)
- $\varnothing r(cal)$  : le diamètre de rampes
- $\varnothing pr(cal)$  : le diamètre de porte rampe

La répartition de la perte de charge est :

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

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

Et les pertes ce charges linéaires = 1,8 mce

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

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

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

- $\varnothing r(cal) = 18,17$  mm
- $\varnothing pr(cal) = 70,54$  mm

### 2.4.5 Vérification des Pertes de Charges :

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

$$\Delta H = 0,178 * D^{(-4,75)} * Q^{1,75} \dots\dots\dots \text{(VII.27)}$$

Avec :

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

➤ **Pour la Rampes :**

- $\varnothing_r$  (cal) = 18,17 mm
- $\varnothing_r$  (normal) = 20 mm**
- L<sub>r</sub> = 150 m
- Q<sub>r</sub> = 304 L/h
- $\Delta H$  (rampes) = 0,004 m/m
- $\Delta H$  (rampes) totale = 0,004\*150 = 0,6 m**

➤ **Pour la porte Rampes :**

- $\varnothing_r$  (cal) = 70,54 mm
- $\varnothing_r$  (normal) = 75 mm**
- L<sub>r</sub> = 200 m
- Q<sub>r</sub> = 15200 L/h
- $\Delta H$  (porte-rampes) = 0,001 m/m
- $\Delta H$  (porte-rampes) totale = 0,001\*200 = 0,2 m**

- ✚ Les pertes de charges totales dans le réseau sont de **0,8 mce** sont inférieur à **1.8 mce** on remarque que la perte de charge totale ne dépasse pas la limite imposé par la règle de Christiansen.

### 2.4.6 Calcul du diamètre de la conduite tertiaire :

Pour calculer le diamètre on doit fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.05 m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.28)}$$

Avec :

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

V : vitesse d'écoulement (m/s)

**Tableau VII- 1 : Calcul du diamètre de la conduite tertiaire.**

Culture	Surface (ha)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>supposée</sub> (m/s)	D <sub>cal</sub> (mm)	D <sub>normal</sub> (mm)	V <sub>cal</sub> (m/s)	ΔH <sub>cal</sub> (m)
Olivier	3	100	0,004	1,05	69	75	0,905	0,005

### 2.4.7 La pression d'eau a la borne de distribution :

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

Les pertes de charge de la borne jusqu'au le goutteur le plus défavorable :

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

Conduites	La rampe	Porte rampe	C. tertiaire
Longueur(m)	150	200	100
Diamètre(m)	20	75	75
Débit (L/h)	304	15200	15200
Pertes de charge(m)	0,600	0,200	0,005

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

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

$$P(m) = 10+0,6+0.2+0.005= \mathbf{10.805 \text{ m}} \quad \dots\dots\dots \text{(VII.29)}$$

- ✚ Les pertes de charges ainsi que la pression calculée est de l'ordre de 1.2 bars ce qui est suffisant pour effectuer le système goutte à goutte dans cette parcelle.

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

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

#### 3.1 Données générales :

1. **Choix de la culture** : étant donné les cultures mises en places sont très appréciées dans la région, nous avons choisi l'irrigation du blé par aspersion.
2. **Choix de la parcelle** : Le réseau d'irrigation sera installé sur la parcelle N°11 alimentée par la borne 3H3 et dont les pressions calculées sont de l'ordre de **8,75 bars**, ce qui est largement suffisant. La surface de l'exploitation est de **3 ha** et présente une forme relativement rectangulaire.
3. **Choix du mode de couverture** : pour des raisons économiques, on adopte pour la couverture totale.
4. **Temps de travail** : 20 heures par jour, et 26 jours par mois
5. **Besoins en eau de pointes** : 82,18 mm pour le mois d'Avril.
6. **Perméabilité du sol** : le sol est de type limoneux-argileux avec une perméabilité estimée de :  $K = 10 \text{ mm/h}$ .

#### 3.1.1 Calcul de la Dose pratique :

La RFU est calculée comme suit :

$$\text{RFU} = Y \times (H_{cc} - H_{pf}) \times D_a \times Z \quad \dots\dots\dots \text{(VII.30)}$$

Y : degré de tarissement : égal à  $\frac{2}{3}$

Da : densité apparente : égale à 1.4

Z : profondeur d'enracinement mm (0,60 m pour Le blé)

Hcc : humidité à la capacité au champ (35%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (19%).

$$\text{RFU} = \frac{(35-19)}{100} \times 1.4 \times 0.6 \times \frac{2}{3} \times 1000 = \mathbf{89,6 \text{ mm}}$$

### 3.2 Dimensionnement théorique :

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

La perméabilité du sol  $K= 10 \text{ mm/h}$

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

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

$$P = \frac{1.5 \times d}{1.04} \dots\dots\dots (\text{VII.31})$$

D'où :

$$d = \frac{1.04 \times 10}{1.5} = \mathbf{6.93 \text{ mm}}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur de type (caractéristique de l'asperseur circulaire **PERROT ZF 30**), le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de **7 mm**.

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

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

$$L = 3 \cdot d^{0,5} \cdot h^{0,25} \dots\dots\dots (\text{VII.32})$$

Tel que :

$d$  : diametre de la buse en (mm)

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

$$L = 3 \times 7^{0.5} \times 30^{0.25} = \mathbf{18.57 \text{ m}}$$

- ✚ Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précision en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur. D'après le catalogue du fournisseur **PERROT** pour le diamètre de la buse de **7 mm** à une pression de service minimale de **3.0 bars** la portée calculée est de **18 m**.

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

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

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

Notre zone d'étude presente des vitesses de vents oscillant entre 4.0 et 7.28 m/s, qui correspondent à des conditions de vent peu violents, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1.05 \times 18 = \mathbf{18,9m}$$

$$E_a = 0.6 \times 18 = \mathbf{10.8 m}$$

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

$$E_l = \mathbf{24 m}$$

$$E_a = \mathbf{18 m}$$

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

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

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(\text{VII.33})$$

$$q = 0.95 \times \frac{\pi \times (0.007)^2}{4} \times \sqrt{2 \times (9.81) \times 30} = 8.87 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{3.19 m^3/h}$$

### 3.2.5 Verification de la pluviometrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_a \times E_l} \dots\dots\dots(\text{VII.34})$$

$$p = \frac{3.19 \times 1000}{18 \times 24} = \mathbf{7.38 mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie  $P \leq K = 10 \text{ mm/h}$ .

### 3.2.6 Calcul du tour d'eau :

$$T_{eau} = \frac{Dose_{RFU} \times NJ}{B_{pointe}} \dots\dots\dots (VII.35)$$

Avec :

$$Dose_{RFU} = 89,6 \text{ mm}$$

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

$$B_{pointe} = 82.18 \text{ mm}$$

$$T_{eau} = \frac{89,6 \times 26}{82.18} = 28.34 \text{ jours}$$

Donc le nombre d'irrigation sera égal à 2 irrigations par mois, soit chaque 15 jours.

Efficiency d'irrigation = **0.75**

Besoin journalier =  $82,18/30 = 2.73$  mm

La nouvelle dose réelle =  $15 \times 2.73 = 40.95$  mm

La nouvelle dose brute =  $40.95/0.75 = 54.6$  mm

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

$$T_a = \frac{dose\ brute}{P} \dots\dots\dots (VII.36)$$

Pour  $P = 10$  mm/h on aura :

$T_a = 54.6 / 10$  le temps d'arrosage est de  $5,46 = 6$  heures.

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

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

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

$$S_u = \frac{S}{T \times n} \dots\dots\dots (VII.37)$$

$$S_u = \frac{3}{6 \times 3} = 0.16 \text{ Ha}$$

### 3.2.8 Nombre d'asperseurs requis :

$$N_{asp} = \frac{\text{Surface a arroser (m}^2\text{)}}{\text{Implantation}} \dots\dots\dots \text{(VII.38)}$$

$$N_{asp} = \frac{0,16 \times 10000}{18 \times 24} = 3,7 = 4 \text{ asperseurs}$$

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

$$V = \text{Nbre de position par jour} \times \text{Nbre d'irrigation par mois} \times \text{dose} \times E_l \times E_a \dots\dots\dots \text{(VII.39)}$$

$$V = \frac{3 \times 2 \times 89,6 \times 18 \times 24}{1000} = 232,24 \text{ m}^3$$

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

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion, dans notre cas nous avons : la longueur du terrain est de **870m**, la largeur du terrain est de **550 m**.

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

$$L_r = \frac{\text{Largeur du terrain}}{2} - \frac{E_a}{2} \text{ Et } L_{pr} = \frac{\text{Longueur du terrain}}{2} - \frac{E_l}{2} \dots\dots\dots \text{(VII.40)}$$

$$L_r = \frac{150}{2} - \frac{18}{2} = 66 \text{ m}$$

On prend :  $L_r = 66 \text{ m}$

$$L_{pr} = \frac{200}{2} - \frac{24}{2} = 88 \text{ m}$$

On prend :  $L_{pr} = 88 \text{ m}$

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

$$N_{asp/rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots \text{(VII.41)}$$

$$N_{asp/r} = \frac{66}{18} = 3,66 = 4 \text{ asperseurs}$$

**3.3.3 Nombre de rampes :**

$$N_{rampes} = \frac{N_{asp}}{N_{asp/r}} = \frac{4}{4} = 1 \text{ rampe} \dots\dots\dots \text{(VII.42)}$$

Donc on travaille avec 1 rampe !

**3.3.4 Débit des rampes :**

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times \text{nbre d'asperseur par rampe} \dots\dots\dots \text{(VII.43)}$$

$$Q_{rampe} = 3,19 \times 4 = 12,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

**3.3.5 Débit de la porte rampe :**

$$Q_{porte\ rampe} = Q_{rampe} \times N_{rampes} \dots\dots\dots \text{(VII.44)}$$

$$Q_{porte\ rampe} = 12,76 \times 1 = 12,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

**3.3.6 Dimensionnement de la rampe et du porte-rampe :**

Pour l'estimation du diamètre des canalisations on prend une vitesse où :  $V \leq V_{ADM}$ ,

$$V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] \text{ m/s}$$

On suppose que  $V = 1.5 \text{ m/s}$  et on calcule le diamètre des canalisations :

$$D_{pr} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,001}{\pi \times 1,5}} = 0.029 \text{ m} = 29 \text{ mm}$$

**3.3.7 Calcul des pertes de charge :**

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left( \frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots\dots\dots \text{(VII.45)}$$

Avec :

$\Delta H$  : Perte de charge unitaires (m/m)

$Q$  : Debit de la conduite en  $\text{m}^3/\text{s}$

$C_H$  : coefficient equivalent à 130.

Pour **la rampe** on a :  $L_r = 150$  m,  $D_r = 0.029$  m,  $Q_r = 0.001$  m<sup>3</sup>/s,  $\Delta H_{rampe} = 0.001$  m.

Pour **le porte rampe** on a :  $L_{pr} = 200$  m,  $D_{pr} = 0.029$  m,  $Q_{pr} = 0.001$  m<sup>3</sup>/s,  $\Delta H_{porte-rampe} = 0.001$  m

L'application de la règle de **Christiansen** conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ( $P = 3$  bars,  $= 30$  m) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit  $\Delta H = 6$  m.

Pour une perte de charge totale de 0.12 m, la règle de Christiansen est donc respectée.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau VII-3 : Résultat du calcul pratique d'aspersion.**

Paramètres	Porte Rampe	Rampe
Longueur (m)	200	150
Diamètre (mm)	32	32
Débit (m <sup>3</sup> /h)	12,76	12,76
Vitesse (m/s)	1.5	1.5
Perte de charge totale(m)	0.01	0.001

### 3.4 Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots \text{(VII.46)}$$

H : pression à la tête de la parcelle.

$H_1$ : Pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

$H_2$ : Perte de charge totale de la rampe

$H_3$  : La dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 30 + 0.01 + 0.001 = \mathbf{30.011 \text{ m.}}$$

$H = 3.0011$  bars, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de plus de 4.0 bars.

**4 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le dimensionnement de l'irrigation a la parcelle, deux systèmes ont été étudiés : l'aspersion et le goutte à goutte.

En ce qui concerne le réseau d'irrigation par aspersion deux paramètres doivent être pris en compte : la perméabilité du sol et la vitesse du vent.

Dans notre cas, nous avons choisi d'irriguer la culture du blé par le système d'aspersion.

Pour l'irrigation localisée, on doit tenir en compte les facteurs agronomiques et hydrauliques afin d'aboutir à un bon dimensionnement.

Pour ce réseau nous avons choisi l'irrigation une parcelle d'Olivier.

**Chapitre VIII :**  
**« Calcul technico-économique »**

## **1 Introduction :**

L'étude du devis quantitatif et estimatif nous permet d'avoir une idée sur le coût de réalisation du projet d'irrigation projeté, ce calcul consiste à déterminer les quantités de tout le matériel ainsi que les différentes opérations à effectuer sur le terrain, et cela par la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais. A travers ce chapitre on fera une estimation du cout global du projet de l'aménagement hydro-agricole du périmètre de **Mléta secteur haute (tranche 2)**. Pour se faire il est important de quantifier l'ensemble des travaux à entreprendre et qui sont :

Pour notre projet nous avons les travaux suivants :

- Conduite d'adduction.
- Réseau de distribution.
- Réseau d'irrigation.

## **2 Différents travaux à entreprendre :**

### **2.1 Travaux concernant l'adduction et le réseau distribution :**

Les tâches constituant les travaux à faire pour la mise en place de l'adduction et le réseau distribution sont :

#### **A) Execution des tranches :**

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

#### **B) Pose du lit de sable :**

Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 12 cm dans notre cas.

#### **C) Pose des conduits :**

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

**D) Epreuve de joint et de la canalisation :**

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

**E) Remblayage des tranches :**

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

**F) Nivellement et compactage :**

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

**2.2 Calcul des volumes des travaux de l'adduction et de distribution :****2.2.1 Calcul du volume de terrassement :****A) Largeur du fond de la tranchée :**

Largeur de la tranchée sera calculée en fonction du diamètre de la conduite on laisse 30 cm d'espace de chaque côté de la conduite.

La largeur d'ouverture de la tranchée est obtenue par la formule :

$$B = D + 0.6 \text{ (m)} \quad \dots\dots\dots \text{(VIII.1)}$$

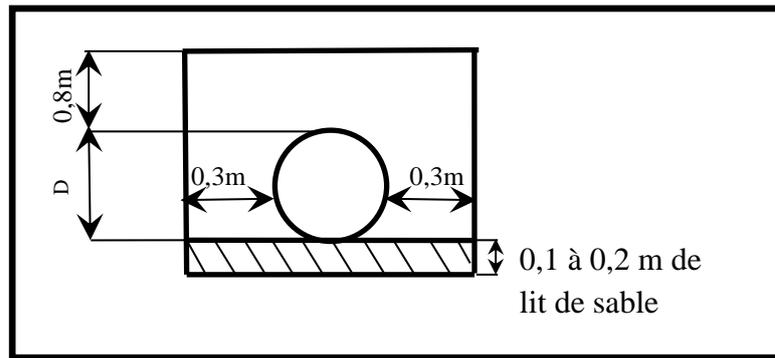
Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de la conduite (m)

**B) Profondeur de la tranche :**

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



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

$$H_{tr} = e + D + h \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.2})$$

Avec

$e$  : hauteur du lit de pose. (0,12 m)

$D$  : diamètre de la conduite. (m)

$h$  : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite. (0,8m)

### C) Section de la tranchée :

Les sections des tranchées sont :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.3})$$

Avec :

$H_{tr}$  : Profondeur total de la tranchée (m)

$b$  : Largeur du fond de la tranchée (m)

### D) Volume à excaver :

Le volume d'excavation est :

$$V_{excaver} = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \quad \dots\dots\dots (\text{VIII.4})$$

Avec :

$S_{tr}$  : La section de la tranchée (m<sup>2</sup>).

$L$  : Longueur de la tranchée (m).

$B$  : Largeur de la tranchée (m).

$H_{tr}$  : La hauteur de la tranchée (m).

**E) Volume de lite du sable :**

Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égale à :

$$V_{\text{sable}} = e \times L \times B \dots\dots\dots (\text{VIII.5})$$

Avec :

e : hauteur du lit du sable (0,12 m) ;

L : Longueur de la tranchée (m) ;

B : Largeur de la tranchée (m).

**F) Volume du Déblai :**

Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deblai}} = L \times H_{\text{tr}} \times B \dots\dots\dots (\text{VIII.6})$$

Avec :

L : Longueur de la tranchée (m).

$H_{\text{tr}}$  : La hauteur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

**G) volume de Remblai :**

Le volume du remblai est égale à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remblai}} = V_{\text{deblai}} - V_{\text{conduite}} \dots\dots\dots (\text{VIII.7})$$

$$\text{Tell que : } V_{\text{conduite}} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L \dots\dots\dots (\text{VIII.8})$$

$$\text{Donc : } V_{\text{remblai}} = V_{\text{deblai}} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) \cdot L$$

**Tableau VIII-1 : Quantité des travaux de terrassement.**

<b>Conduites (PEHD)</b>	<b>L (m)</b>	<b>B (m)</b>	<b>H<sub>tr</sub> (m)</b>	<b>S<sub>tr</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V<sub>excaver</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>sable</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>deblai</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>conduite</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V<sub>remblai</sub> (m<sup>3</sup>)</b>
Ø 250	960	0,85	1,17	0,99	954,72	97,92	954,72	47,10	907,62
Ø 300	1335	0,90	1,22	1,10	1465,83	144,18	1465,83	94,32	1371,51
Ø 400	1680	1,00	1,32	1,32	2217,60	201,60	2217,60	211,01	2006,59
Ø 500	4180	1,10	1,42	1,56	6529,16	551,76	6529,16	820,33	5708,84
Ø 800	1620	1,40	1,72	2,41	3900,96	272,16	3900,96	813,89	3087,07
Ø 1000	13535	1,60	1,92	3,07	41579,52	2598,72	41579,52	10624,98	30954,55
<b>Total</b>				10,45	56647,79	3866,34	56647,79	12611,61	44036,18

### 3 Estimation de cout total de projet :

#### 3.1 Estimation de cout de pose de canalisation de l'adduction :

**Tableau VIII-2 : Estimation du cout de pose de la conduite d'adduction.**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai en terrain	m <sup>3</sup>	56647,79	300,00	16994337
Lit de sable	m <sup>3</sup>	3866,34	800,00	3093072
Remblai	m <sup>3</sup>	44036,18	200,00	8807236
Tube Ø 250 (PEHD)	ml	960	2 510,95	2410512
Tube Ø 300 (PEHD)	ml	1335	4 003,95	5345273,25
Tube Ø 400 (PEHD)	ml	1680	6 424,42	10793025,6
Tube Ø 500 (PEHD)	ml	4180	17 885,15	74759927
Tube Ø 800 (PEHD)	ml	1620	26 902,28	43581693,6
Tube Ø 1000 (PEHD)	ml	13535	39 613,94	536174677,9
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>701959754</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>133372353</b>
<b>Montant TTC 1</b>				<b>835332108</b>

### 3.2 Estimation du cout du réseau de distribution :

**Tableau VIII- 3 : Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.**

Pièces (PEHD)	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Tube Ø150	ml	1830	1 000,79	1831445,70
Tube Ø200	ml	2660	1 617,42	4302337,20
Tube Ø250	ml	2790	2 510,95	7005550,50
Tube Ø300	ml	2060	4 003,95	8248137,00
Tube Ø350	ml	1010	5 617,42	5673594,20
Tube Ø400	ml	1760	6 424,42	11306979,20
Tube Ø500	ml	3025	17 885,15	54102578,75
Tube Ø600	ml	615	22 831,78	14041544,70
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>106512167</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>20237311,80</b>
<b>Montant TTC 2</b>				<b>126749479</b>

### 3.3 Estimation du cout du réservoir :

**Tableau VIII-4 : Estimation du cout des réservoirs RH1 et RH2.**

Désignation	Unité de mesure	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Pose des équipements du réservoir RH1/RH2 V= 10514,8 m <sup>3</sup>  (pour un seul réservoir)	U	2	33283891,76	66 567 784
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>66 567 784</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>12 647 878, 96</b>
<b>Montant TTC 3</b>				<b>79 215 662, 96</b>

### 3.4 Devis du réseau d'irrigation par aspersion et localisé :

**Tableau VIII-5 : Equipements internes des parcelles d'irrigation aspersion.**

Appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Buse motrice 11/64 pour RB 48	U	86	11,166	960,28
Porte rampe en polyéthylène Ø 180	m/l	296	1 017,42	301156,32
Rampe porte asperseurs Ø 180	m/l	426	1 017,42	433420,92
			<b>Total 1 (HT)</b>	<b>735537,52</b>
			<b>TVA 1 (19%)</b>	<b>139752,13</b>
			<b>Montant TTC 4</b>	<b>875289,65</b>

**Tableau VIII-6 : Equipements internes des parcelles d'irrigation localisé.**

appareil	unité	quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Goutteurs pour pommier débit 4 L/h	U	22724	9,13	207470,12
Porte rampe en polyéthylène Ø200	ml	986	1 617,42	1594776,12
Rampe porte goutteurs Ø20	ml	183	72,41	13251,03
Conduite tertiaire Ø200	ml	100	1 617,42	161742
			<b>Total 1 (HT)</b>	<b>1977239,27</b>
			<b>TVA 1 (19%)</b>	<b>375675,46</b>
			<b>Montant TTC 5</b>	<b>2352914,73</b>

### 3.5 Devis estimatif et quantitatif des vannes (fourniture, transport et pose) :

**Tableau VIII-7 : Devis estimatif et quantitatif des vannes (fourniture, transport et pose)**

Désignation	Unité	Quantité	prix unitaire (DA)	prix total(DA)
Vannes pour Barrage Tlélat	U	1	17 5500	17 5500
Rip Rap en enrochements (Barrage Tlélat)	m <sup>3</sup>	4 200	3 159	13267800
piste d'accès et parking	m <sup>2</sup>	720	38 610	27799200
Gravier 5/25	m <sup>3</sup>	701	585	410085
Gabions	m <sup>3</sup>	18	4 095	73710
Menuiserie métallique	kg	500	819	409500
Perré maçonné	m <sup>2</sup>	414	819	339066
FTP de conduite perforée PEHD DN75	ml	262	117	30654
FTP de conduite perforée PVC DN100	ml	120	176	21120
<b>Total 1 (HT)</b>				<b>42351135</b>
<b>TVA 1 (19%)</b>				<b>8046715,65</b>
<b>Montant TTC 6</b>				<b>50397850,7</b>

### 3.6 Devis estimatif de projet :

Le devis des différentes opérations sont comme suit :

- 1-Devis de l'adduction (**Montant TTC 1= 835332108 DA**)
- 2-Devis du réseau de distribution (**Montant TTC 2=12674979 DA**)
- 3-Devis des réservoirs de stockage RH1 et RH2 (**Montant TTC 3=79215662,96 DA**)
- 4-Devis du réseau d'irrigation par aspersion (**Montant TTC 4=875289,65 DA**)
- 5-Devis du réseau d'irrigation localisée (**Montant TTC 5=2352914,73 DA**)
- 6-Devis estimatif et quantitatif des vannes (fourniture, transport et pose) :  
(**Montant TTC 6=50397850,70 DA**)

✚ Donc le devis total du projet de M'lita étage haut est estimé à :

***Devis total= 980 848 805 DA***

**4 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons déterminé le devis général de l'adduction et du réseau de distribution, en premier lieu nous avons fait une étude quantitative des volumes des travaux. Comme deuxième étape nous avons estimé le cout du projet qui est de **980 848 805 DA**.

Le cout du projet est relativement élevé, mais on doit noter que ce réseau est rentable à moyen terme.

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale :

Au cours de ce travail, nous avons étudié les différentes composantes du projet d'irrigation de la **plaine de M'léta**, et nous avons réalisé l'étude nécessaire du système d'irrigation pour la mise en valeur de **1217 ha** de la surface irrigable dans la zone d'étude étage haute à partir de l'eau provenant du **barrage de Tlélat**.

L'étude réalisée sur le périmètre de la **plaine de M'léta**, nous a permis de conclure :

- ✓ L'étude du climat de notre région, a montré que la région appartient à un climat semi-aride, et que la période sèche s'étend sur plus de 5 mois ce qui confirme le caractère semi-aride de cette zone, d'où l'irrigation est importante pour l'intensification des cultures.
- ✓ L'analyse des échantillons du sol a montré l'existence de deux classes, les sols peu évolués et les sols calcimagnésiques, ce qui nous a permis de choisir les cultures, les plus appropriées.
- ✓ Dans le cas de l'aspersion, la méthode est déjà bien connue dans la région. L'irrigation est alors synonyme d'assurance sur la qualité des produits, pour en permettre l'utilisation industrielle.
- ✓ Dans le cas de l'irrigation localisée, les avantages sont assez significatifs, surtout en termes des économies d'eau possibles.

De façon générale, les considérations techniques et économiques montrent qu'à long terme les méthodes d'irrigation dans la **plaine de M'léta** devraient évoluer vers l'adoption de l'aspersion pour les cultures annuelles et l'irrigation localisée pour l'arboriculture.

## ANNEXE

### Annexe 01 : Caractéristiques hydriques de quelques sols

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

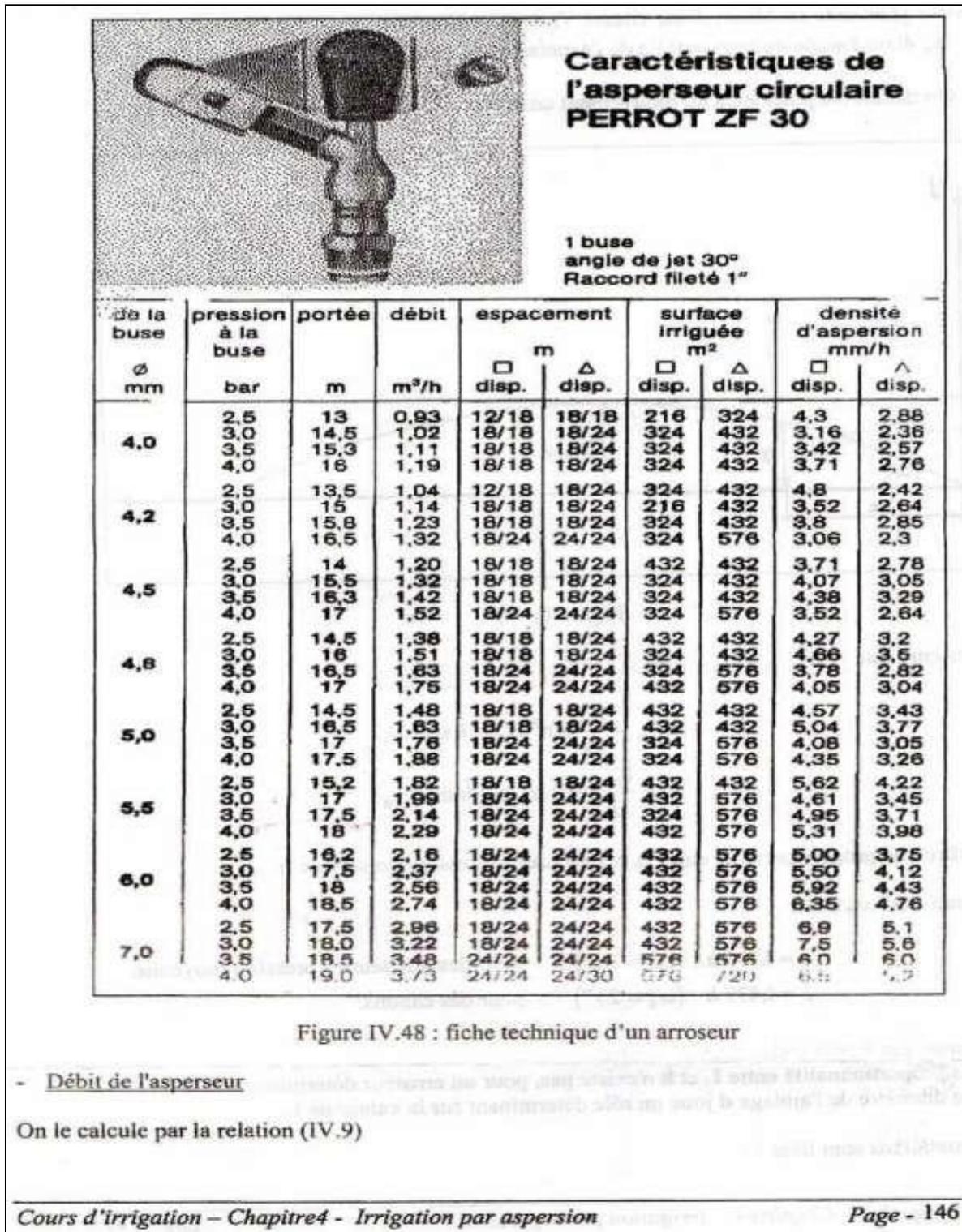
# ANNEXE

## Annexe 02 : Coefficients culturaux (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	
Bananier tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8
Bananier subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8
Chou	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.9 -1.0	0.8 -0.95	0.7 -0.8
Coton	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs sucré	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Maïs grain	0.3 -0.5*	0.7 -0.85*	1.05-1.2*	0.8 -0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4 -0.6	0.7 -0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8 -0.9
Oignon vert	0.4 -0.6	0.6 -0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95
Poivron, frais	0.3 -0.4	0.6 -0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8 -0.9	0.7 -0.8
Pomme de terre	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7 -0.75	0.75-0.9
Riz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2 -0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.85
Soja	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4 -0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9 -1.0	0.6 -0.7	0.8 -0.9
Canne à sucre	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05
Tourmesol	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.7 -0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4 -0.5	0.7 -0.8	0.95-1.05	0.8 -0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.2 -0.25	0.8 -0.9
Luzerne	0.3 -0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
Agrumes sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4 -0.6

Premier chiffre: avec forte humidité (HR min > 70%) et vent faible (U < 5 m/s).  
 Second chiffre: avec faible humidité (HR min < 20%) et vent fort (> 5 m/s).

Annexe 03 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZT 30



## ANNEXE

### Annexe 04 : Perte de charge Lechapt Calmom

#### A/ NOTATIONS - EXPLOITATION DE LA TABLE

##### Formule utilisée

$$J = L Q^M / D^N$$

où Q est en m<sup>3</sup>/s ; D en mètre ; J en mm/m  
valable pour une eau à 10° centigrades.

1 - K = 2	L = 1,863	M = 2	N = 5,33
2 - K = 1	L = 1,601	M = 1,975	N = 5,25
3 - K = 0,5	L = 1,40	M = 1,96	N = 5,19
4 - K = 0,25	L = 1,160	M = 1,93	N = 5,11
5 - K = 0,1	L = 1,100	M = 1,89	N = 5,01
6 - K = 0,05	L = 1,049	M = 1,86	N = 4,93
7 - K = 0,025	L = 1,01	M = 1,84	N = 4,88
8 - K = 0			

## ANNEXE

### Annexe 05 : Diamètres des conduites PEHD (Groupe CHIALI)

TABLEAU N° 1 – Diamètre extérieur

Diamètre extérieur nominal $d_n$ (mm)	Diamètre extérieur moyen	
	$d_{m1}$ (mm)	$d_{m2}$ (mm)
16	16,0	16,3
20	20,0	20,3
25	25,0	25,3
32	32,0	32,3
40	40,0	40,4
50	50,0	50,4
63	63,0	63,4
75	75,0	75,5
90	90,0	90,6
110	110,0	110,7
125	125,0	125,8
140	140,0	140,9
160	160,0	161,0
180	180,0	181,1
200	200,0	201,2
225	225,0	226,4
250	250,0	251,5
280	280,0	281,7
315	315,0	316,9
355	355,0	357,2
400	400,0	402,4
450	450,0	452,7
500	500,0	503,0
560	560,0	563,4
630	630,0	633,8
710	710,0	716,4
800	800,0	807,2
900	900,0	908,1
1000	1000,0	1009,0
1200	1200,0	1210,8
1400	1400,0	1412,6
1600	1600,0	1614,4

# ANNEXE

## Annexe 06 : Loi de Khi-deux

### Loi de Khi-deux

Le tableau donne x tel que  $P(K > x) = p$

p	0.999	0.995	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.001
1	0.0000	0.0000	0.0002	0.0006	0.0039	0.0158	0.0642	1.6424	2.7055	3.8415	5.4119	6.6349	7.8794	10.8276
2	0.0020	0.0100	0.0201	0.0404	0.1026	0.2107	0.4463	3.2189	4.6052	5.9915	7.8240	9.2103	10.5966	13.8155
3	0.0243	0.0717	0.1148	0.1848	0.3518	0.5844	1.0052	4.6416	6.2514	7.8147	9.8374	11.3449	12.8382	16.2662
4	0.0908	0.2070	0.2971	0.4294	0.7107	1.0636	1.6488	5.9886	7.7794	9.4877	11.6678	13.2767	14.8603	18.4668
5	0.2102	0.4117	0.5543	0.7519	1.1455	1.6103	2.3425	7.2893	9.2364	11.0705	13.3882	15.0863	16.7496	20.5150
6	0.3811	0.6757	0.8721	1.1344	1.6354	2.2041	3.0701	8.5581	10.6446	12.5916	15.0332	16.8119	18.5476	22.4577
7	0.5985	0.9893	1.2390	1.5643	2.1673	2.8331	3.8223	9.8032	12.0170	14.0671	16.6224	18.4753	20.2777	24.3219
8	0.8571	1.3444	1.6465	2.0325	2.7326	3.4895	4.5936	11.0301	13.3616	15.5073	18.1682	20.0902	21.9550	26.1245
9	1.1519	1.7349	2.0879	2.5324	3.3251	4.1682	5.3801	12.2421	14.6837	16.9190	19.6790	21.6660	23.5894	27.8772
10	1.4787	2.1559	2.5582	3.0591	3.9403	4.8652	6.1791	13.4420	15.9872	18.3070	21.1608	23.2093	25.1882	29.5883
11	1.8339	2.6032	3.0535	3.6087	4.5748	5.5778	6.9887	14.6314	17.2750	19.6751	22.6179	24.7250	26.7568	31.2641
12	2.2142	3.0738	3.5706	4.1783	5.2260	6.3038	7.8073	15.8120	18.5493	21.0261	24.0540	26.2170	28.2995	32.9095
13	2.6172	3.5650	4.1069	4.7654	5.8919	7.0415	8.6339	16.9848	19.8119	22.3620	25.4715	27.6882	29.8195	34.5282
14	3.0407	4.0747	4.6604	5.3682	6.5706	7.7895	9.4673	18.1508	21.0641	23.6848	26.8728	29.1412	31.3193	36.1233
15	3.4827	4.6009	5.2293	5.9849	7.2609	8.5468	10.3070	19.3107	22.3071	24.9958	28.2595	30.5779	32.8013	37.6973
16	3.9416	5.1422	5.8122	6.6142	7.9616	9.3122	11.1521	20.4651	23.5418	26.2962	29.6332	31.9999	34.2672	39.2524
17	4.4161	5.6972	6.4078	7.2550	8.6718	10.0852	12.0023	21.6146	24.7690	27.5871	30.9950	33.4087	35.7185	40.7902
18	4.9048	6.2648	7.0149	7.9062	9.3905	10.8649	12.8570	22.7595	25.9894	28.8693	32.3462	34.8053	37.1565	42.3124
19	5.4068	6.8440	7.6327	8.5670	10.1170	11.6509	13.7158	23.9004	27.2036	30.1435	33.6874	36.1909	38.5823	43.8202
20	5.9210	7.4338	8.2604	9.2367	10.8508	12.4426	14.5784	25.0375	28.4120	31.4104	35.0196	37.5662	39.9968	45.3147
21	6.4467	8.0337	8.8972	9.9146	11.5913	13.2396	15.4446	26.1711	29.6151	32.6706	36.3434	38.9322	41.4011	46.7970
22	6.9830	8.6427	9.5425	10.6000	12.3380	14.0415	16.3140	27.3015	30.8133	33.9244	37.6595	40.2894	42.7957	48.2679
23	7.5292	9.2604	10.1957	11.2926	13.0905	14.8480	17.1865	28.4288	32.0069	35.1725	38.9683	41.6384	44.1813	49.7282
24	8.0849	9.8862	10.8564	11.9918	13.8484	15.6587	18.0618	29.5533	33.1962	36.4150	40.2704	42.9798	45.5585	51.1786
25	8.6493	10.5197	11.5240	12.6973	14.6114	16.4734	18.9398	30.6752	34.3816	37.6525	41.5661	44.3141	46.9279	52.6197
26	9.2221	11.1602	12.1981	13.4086	15.3792	17.2919	19.8202	31.7946	35.5632	38.8851	42.8558	45.6417	48.2899	54.0520
27	9.8028	11.8076	12.8785	14.1254	16.1514	18.1139	20.7030	32.9117	36.7412	40.1133	44.1400	46.9629	49.6449	55.4760
28	10.3909	12.4613	13.5647	14.8475	16.9279	18.9392	21.5880	34.0266	37.9159	41.3371	45.4188	48.2782	50.9934	56.8923
29	10.9861	13.1211	14.2565	15.5745	17.7084	19.7677	22.4751	35.1394	39.0875	42.5570	46.6927	49.5879	52.3356	58.3012
30	11.5880	13.7867	14.9535	16.3062	18.4927	20.5992	23.3641	36.2502	40.2560	43.7730	47.9618	50.8922	53.6720	59.7031
40	17.9164	20.7065	22.1643	23.8376	26.5093	29.0505	32.3450	47.2685	51.8051	55.7585	60.4361	63.6907	66.7660	73.4020
50	24.6739	27.9907	29.7067	31.6639	34.7643	37.6886	41.4492	58.1638	63.1671	67.5048	72.6133	76.1539	79.4900	86.6608
60	31.7383	35.5345	37.4849	39.6994	43.1880	46.4589	50.6406	68.9721	74.3970	79.0819	84.5799	88.3794	91.9517	99.6072
70	39.0364	43.2752	45.4417	47.8934	51.7393	55.3289	59.8978	79.7146	85.5270	90.5312	96.3875	100.4252	104.2149	112.3169
80	46.5199	51.1719	53.5401	56.2128	60.3915	64.2778	69.2069	90.4053	96.5782	101.8795	108.0693	112.3288	116.3211	124.8392
90	54.1552	59.1963	61.7541	64.6347	69.1260	73.2911	78.5584	101.0537	107.5650	113.1453	119.6485	124.1163	128.2989	137.2084
100	61.9179	67.3276	70.0649	73.1422	77.9295	82.3581	87.9453	111.6667	118.4980	124.3421	131.1417	135.8067	140.1695	149.4493
120	77.7551	83.8516	86.9233	90.3667	95.7046	100.6236	106.8056	132.8063	140.2326	146.5674	153.9182	158.9502	163.6482	173.6174
140	93.9256	100.6548	104.0344	107.8149	113.6593	119.0293	125.7581	153.8537	161.8270	168.6130	176.4709	181.8403	186.8468	197.4508
160	110.3603	117.6793	121.3456	125.4400	131.7561	137.5457	144.7834	174.8283	183.3106	190.5165	198.8464	204.5301	209.8239	221.0190
180	127.0111	134.8844	138.8204	143.2096	149.9688	156.1526	163.8682	195.7434	204.7037	212.3039	221.0772	227.0561	232.6198	244.3705
200	143.8428	152.2410	156.4320	161.1003	168.2786	174.8353	183.0028	216.6088	226.0210	233.9943	243.1869	249.4451	255.2642	267.5405
250	186.5541	196.1606	200.9386	206.2490	214.3916	221.8059	231.0128	268.5986	279.0504	287.8815	298.0388	304.9396	311.3462	324.8324
300	229.9634	240.6634	245.9725	251.8637	260.8781	269.0679	279.2143	320.3971	331.7885	341.3951	352.4246	359.9064	366.8444	381.4252
400	318.2596	330.9028	337.1553	344.0781	354.6410	364.2074	376.0218	423.5895	436.6490	447.6325	460.2108	468.7245	476.6064	493.1318
500	407.9470	422.3034	429.3875	437.2194	449.1468	459.9261	473.2099	526.4014	540.9303	553.1268	567.0698	576.4928	585.2066	603.4460
600	498.6229	514.5289	522.3651	531.0191	544.1801	556.0560	570.6680	628.9433	644.8004	658.0936	673.2703	683.5156	692.9816	712.7712
700	590.0480	607.3795	615.9075	625.3175	639.6130	652.4973	666.3308	731.2805	748.3591	762.6607	778.9721	789.9735	800.1314	821.3468
800	682.0665	700.7250	709.8969	720.0107	735.3623	749.1852	766.1555	833.4557	851.6712	866.9114	884.2789	895.9843	906.7862	929.3289
900	774.5698	794.4750	804.2517	815.0267	831.3702	846.0746	864.1125	935.4987	954.7819	970.9036	989.2631	1001.6296	1013.0364	1036.8260

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques :

1. **R.Clément et A.Galand** : 1979, L'irrigation par aspersion et réseaux collectif de distribution sous pression, édition, Eyrolles, Paris, pp : 10-147.
2. **Dubost d.** 1992- aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algériennes in sècheresse no 2. Vol. 3.
3. **FAO 1975.** Les besoins en eau des cultures. Bull Fao n° 24.  
BULLTIN DE FAO N° 36, L'irrigation localisée (Calcul, mise en place exploitation, contrôle du fonctionnement).FAO 1983.p33
4. **FAO.** Agriculture et rareté de l'eau : une approche programmatique pour l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la productivité agricole. COAG/2007/7, Rome, p 15 (2017).  
Détection des œufs d'helminthes, AbwasserWasserwirtschaftWassertechnik, 16 ; 198-201 (1966).
5. **13-Gobat J.M,Agrano M,,Matthey W, 2010** : Le sol vivant, base de pédologie biologie des sols. Presses universitaires et romandes, EPFL, Lausanne, Suisse.
6. **Ollier ch.et Poirée m.** (1981). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.
7. **Perrier A** (1975) Étude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles. I. Evaporation et bilan d'énergie de surfaces naturelles. In Annales agronomiques. 26 (1). 1-18.
8. **L.Rieul** : 1992, Guide pratique d'irrigation, édition, CEMAGRF Paris, pp : 219-223.
9. **Tiercelin.** 2006. Traité d'irrigation, Lavoisier tec & doc, paris .1011p.
10. **Irrigazette** les-techniques-d'irrigation-agricole.
11. **EXTRAIT**-du-livre-Gestion-durable-de-la-terre---Efficiency-de-l-utilisation-de-l-eau.
12. **revue-sciences-eaux-et-territoires-2013-2-page-30.htm.**
13. **Touaibia B.** (Cours d'Hydrologie 3ème Année et Régularisation des débits 4ème année).